

Inhaltsverzeichnis

1	Statistik	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Häufigkeitsverteilungen	2
1.2.1	Begriffe	2
1.2.2	Binomialverteilung	8
1.2.3	Poisson-Verteilung	11
1.2.4	Normalverteilung	17
1.2.5	Logarithmische Normalverteilung	26
1.2.6	Exponentialverteilung	30
1.2.7	Weibull-Verteilung	30
1.2.8	Chi-Quadrat-Verteilung	37
1.3	Beurteilende Statistik	40
1.3.1	Schätzwerte	40
1.3.2	Vertrauensgrenzen für die Schätzwerte	41
1.3.3	Test für Verteilungsfunktionen; Chi-Quadrat-Test	46
1.4	Generieren von Zufallszahlen	53
1.4.1	Gleichverteilte Zufallszahlen	53
1.4.2	Normalverteilte Zufallszahlen	56
1.4.3	Exponentiell verteilte Zufallszahlen	58
1.4.4	Poissonverteilte Zufallszahlen	58
2	Amplitudenverteilungen	60
2.1	Ereigniszählung	60
2.2	Klassierverfahren	63
2.3	Standardabweichung als informationstragender Parameter	64
2.4	Impulshöhenanalyse	64
2.5	Amplitudenverteilung einer analytischen Funktion	67
3	Ausgleichsrechnung	72
3.1	Aufgabenstellung	72
3.2	Ausgleichspolynom	74
3.3	Splines	77
3.3.1	Spline-Interpolation	77
3.3.2	Spline-Approximation	81
3.3.3	Interpolierender Spline durch geglättete Stützwerte	82
3.4	Approximation eines periodischen Signals durch eine Fourier-Reihe	83
3.5	Approximation durch Exponentialfunktionen	90

3.5.1	Exponentialfunktion $f(x) = e^{A+Bx}$	90
3.5.2	Exponentialfunktion $f(x) = A(1 - e^{-Bx}) + C$	91
3.5.3	Exponentialfunktion $f(x) = A e^{B/x}$	94
3.6	Approximation durch eine gebrochene rationale Funktion	96
3.6.1	Iterative Lösung einer nichtlinearen Gleichung nach dem Verfahren von Newton	96
3.6.2	Iterative Lösung nichtlinearer Gleichungen mit mehreren Unbekannten	98
3.6.3	Berechnung der Koeffizienten einer gebrochenen rationalen Funktion	102
3.7	Anwendungen	106
4	Numerisches Glätten, Differenzieren und Integrieren	110
4.1	Numerisches Glätten	110
4.1.1	Linearer Ausgleich durch drei Punkte	110
4.1.2	Ausgleichspolynom 3. Ordnung durch 5 Punkte	110
4.2	Differenzieren	114
4.2.1	Differenzenquotient	114
4.2.2	Steigung eines durch 5 Punkte gelegten Ausgleichspolynoms 3. Ordnung	115
4.3	Integrieren	116
4.3.1	Rechteckregel	117
4.3.2	Trapezregel	117
4.3.3	Keplersche Faßregel und Simpson-Regel	118
4.3.4	3/8-Regel	120
4.3.5	Newton-Cotes-Formeln	120
4.4	Numerische Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen	122
4.4.1	Aufgabenstellung	122
4.4.2	Polygonzugverfahren nach Euler	124
4.4.3	Trapezverfahren nach Heun	129
4.4.4	Runge-Kutta-Verfahren	132
4.4.5	Mehrschrittverfahren	136
4.4.6	System von Differentialgleichungen 1. Ordnung	140
4.4.7	Schrittweite und Fehler	144
5	Diskrete Fourier-Transformation	147
5.1	Aufgabenstellung	147
5.2	Fourier-Transformation eines zeitkontinuierlichen Signals	147
5.3	Diskrete Fourier-Transformation eines abgetasteten, zeitbegrenzten Signals	148

5.4	Diskrete Fourier-Transformation eines abgetasteten, nicht zeitbegrenzten Signals	155
5.4.1	Konstantes Signal	156
5.4.2	Periodisches Signal	159
5.4.3	Vergleich der Diskreten Fourier-Transformation mit der Ausgleichung durch eine Fourier-Reihe	165
5.4.4	Abtastfrequenz und Meßzeit	166
5.4.5	Anwendungen der DFT	166
5.5	Fensterfunktionen	167
5.5.1	Kriterien zur Beurteilung	167
5.5.2	Fensterfunktionen und ihre Spektren	169
5.5.3	Fensterung bei transienten Signalen	173
5.6	Rekonstruktion der Zeitfunktion aus dem Abtastatz	173
6	Digitale Filter	181
6.1	Nichtrekursive Filter	181
6.1.1	Algorithmus	181
6.1.2	Impulsantwort	182
6.1.3	Übertragungsfunktion	183
6.1.4	Auslegung eines nichtrekursiven Tiefpasses	186
6.1.5	Koeffizienten für Hochpaß-, Bandpaß- und Bandsperre-Filter	195
6.1.6	Nichtrekursives differenzierendes Filter	200
6.2	z-Transformation	203
6.3	Rekursive Filter	206
6.3.1	Algorithmus	206
6.3.2	Impulsantwort	207
6.3.3	Übertragungsfunktion	209
6.3.4	Filtertypen	211
6.3.5	Filterkatalog für rekursive Filter	216
6.3.6	Integrierendes rekursives Filter	229
6.4	Diskrete Faltung	231
7	Korrelationsmeßtechnik	235
7.1	Diskrete Korrelationsfunktionen	235
7.1.1	Begriffe	235
7.1.2	Korrelationsfunktionen	238
7.2	Stetige Korrelationsfunktionen	242
7.3	Spektraldarstellung der Korrelationsfunktionen	246
7.4	Anwendungen der Korrelationsmeßtechnik	253
7.4.1	Bestimmung von Effektivwert und Wirkleistung	253
7.4.2	Trennung stochastischer und periodischer Signale	254

7.4.3	Extraktion korrelierter Signalanteile	256
7.4.4	Ermittlung der Systemfunktion	263
A	Anhang: Programmsystem NUMERI	272
A.0	Dienstprogramme	273
A.0.1	Datenerzeugung	273
A.0.2	Aufbereitung der Datensätze	274
A.0.3	Datenausgabe	274
A.0.4	Sortieralgorithmus	275
A.0.5	Lösung eines linearen Gleichungssystems	276
A.0.6	Lösung einer nichtlinearen Gleichung	287
A.0.7	Lösung eines nichtlinearen Gleichungssystems	298
A.1	Statistik	301
A.1.1	Überblick	301
A.1.2	Arithmetischer Mittelwert	302
A.1.3	Summenfunktion der Binomialverteilung	304
A.1.4	Summenfunktion der Poissonverteilung	306
A.1.5	Summenfunktion der Normalverteilung	309
A.1.6	Obere Grenze eines Summenintegrals	313
A.1.7	Summenfunktion der Chi-Quadrat-Verteilung	314
A.2	Amplitudenverteilungen	318
A.3	Ausgleichsrechnung	320
A.3.1	Polynom $f(x) = \sum_{i=0}^m a_i x^i$	320
A.3.2	Exponentialfunktion $f(x) = a e^{bx} + c$	322
A.3.3	Fourierreihe	325
A.3.4	Splines	326
A.3.5	Gebrochen rationale Funktionen	327
A.3.6	Benutzerdefinierte Ausgleichsfunktion	327
A.4	Numerisches Glätten, Differenzieren und Integrieren	327
A.4.1	Glätten und Differenzieren	328
A.4.2	Integrieren	330
A.4.3	Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen	331
A.4.4	Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen für Markow-Ketten	332
A.5	Diskrete Fourier-Transformation	337
A.5.1	Überblick	337
A.5.2	Ausführung der Fourier-Transformation auf Digitalrechnern	338
A.5.3	Rekonstruktion im Zeitbereich	346
A.6	Digitale Filter	347

A.6.1	Entwurf eines nichtrekursiven Filters	347
A.6.2	Entwurf eines rekursiven Filters	347
A.6.3	Direkteingabe von Filterkoeffizienten	347
A.6.4	Ausgabemöglichkeiten	348
A.7	Korrelationsmeßtechnik	351
A.7.1	Daten	351
A.7.2	Korrelation im Zeitbereich	352
A.7.3	Korrelation im Spektralbereich	353
A.7.4	Ermitteln der Systemfunktion	354
Literaturverzeichnis	355
Sachwortverzeichnis	359