

Inhaltsverzeichnis

1	Wahrscheinlichkeit	1
1.1	Population, Zufallsereignisse und Wahrscheinlichkeit	1
1.2	Definition	2
1.3	Einfache Wahrscheinlichkeitsrelationen	2
2	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	5
2.1	Diskrete Verteilungen	5
2.2	Kontinuierliche Verteilungen	6
2.3	Erwartungswerte	7
2.3.1	Varianz	9
2.3.2	Momente und charakteristische Funktion	10
2.4	Variablentransformation	13
2.4.1	Transformation bekannt	14
2.4.2	Transformation gesucht	14
2.5	Verteilung von mehreren Zufallsvariablen	15
2.6	Einige wichtige Verteilungen	18
2.6.1	Die Binomial- und die Multinomialverteilung	19
2.6.2	Die Poisson-Verteilung	20
2.6.3	Die Gleichverteilung	20
2.6.4	Die Normalverteilung	21
2.6.5	Die Exponentialverteilung	22
2.6.6	Die Lorentz- oder Breit-Wigner-Verteilung	22
2.6.7	Die χ^2 -Verteilung	23

3	Hilfsmethoden	25
3.1	Monte-Carlo-Simulation	25
3.1.1	Einführung	25
3.1.2	Variablentransformationen	27
3.1.3	Wegwerf-Methode	28
3.2	Die Bootstrap-Methode	28
3.2.1	Das Prinzip	29
3.2.2	Das Verfahren und seine Anwendung	30
4	Fehlerrechnung	33
4.1	Einleitung und Definition	33
4.2	Fehler von Größen, deren Verteilung bekannt ist	34
4.3	Aus Stichproben ermittelte Fehler von Verteilungsparametern	35
4.3.1	Fehler des Mittelwerts	35
4.3.2	Fehler höherer Momente	36
4.3.3	Fehler der geschätzten Standardabweichung	36
4.4	Fehler von korrelierten Messgrößen	37
4.5	Fehlerfortpflanzung	38
4.6	Systematische Fehler	39
4.7	Konfidenzintervalle	41
4.7.1	Normalverteilung	41
4.7.2	Allgemeine Definition	42
4.8	Mittelwertbildung von Messwerten	43
5	Likelihood und Parameterschätzung	45
5.1	Definition und Eigenschaften der Likelihood	46
5.1.1	Definition	46
5.1.2	Eigenschaften	47
5.2	Der Likelihood-Quotient, Beispiele	48
5.3	Die Maximum-Likelihood-Methode zur Parameterschätzung	51
5.3.1	Das Rezept bei einem unbekannten Parameter	51

5.3.2	Die Fehlergrenzen	52
5.3.3	Kombination von Ergebnissen	54
5.3.4	Verallgemeinerung auf mehrere Parameter	54
5.3.5	Beispiele	55
5.4	Das Likelihood-Prinzip	57
5.5	Das Suffizienzprinzip	59
5.6	Die Prior-Wahrscheinlichkeit	60
5.7	Konsistenz, Bias und Effizienz des Likelihood-Schätzwertes ..	62
5.7.1	Konsistenz	62
5.7.2	Effizienz	62
5.7.3	Verzerrung	63
5.7.4	Invarianz bei Parametertransformationen	63
5.8	Zusammenfassung	64
6	Weitere Methoden der Parameterschätzung	65
6.1	Die Momentenmethode	65
6.2	Die Methode der kleinsten Quadrate	66
7	Spezielle Anwendungen der Parameterschätzung	69
7.1	Parameterschätzung bei Histogrammen	69
7.1.1	Die Poisson-Likelihood-Methode	69
7.1.2	Die χ^2 -Approximation	71
7.2	Berücksichtigung experimenteller Effekte	71
7.2.1	Akzeptanzverluste	72
7.2.2	Auflösungseffekte	72
7.3	Berücksichtigung von Zwangsbedingungen	74
7.3.1	Eliminieren von Parametern	74
7.3.2	Allgemeiner Fall	75
7.4	Eliminieren von Störparametern	76
7.4.1	Normalverteilte Fehler	77
7.4.2	Restrukturierung	77

7.4.3	Die Profil-Likelihood-Methode	78
7.4.4	Das Bootstrap-Verfahren	79
7.5	Untergrundsubtraktion	79
7.5.1	Parametrisierung des Untergrunds	80
7.5.2	Verwendung einer unabhängigen Untergrundprobe	82
7.6	Berechnung oberer und unterer Grenzen von Parametern	82
8	Entfaltung	85
8.1	Einleitung	85
8.2	Die Likelihood-Schätzung der wahren Verteilung.....	86
8.3	Regularisierung der entfalteten Verteilung	89
8.3.1	Wahl der Regularisierungsstärke.....	89
8.4	Iterative Entfaltung mit dem EM-Verfahren.....	90
8.5	Zusammenfassung	91
9	Hypothesentests und Signifikanz von Signalen	93
9.1	Einige Definitionen	94
9.1.1	Teststatistik, kritischer Bereich und Signifikanzniveau .	94
9.1.2	P -Werte	94
9.1.3	Fehler der 1. und der 2. Art, Macht des Tests	96
9.1.4	Konsistenz und Verzerrung	96
9.2	Abtrennung von Untergrund	96
9.3	Gütetests.....	98
9.3.1	Der χ^2 -Test in verallgemeinerter Form	98
9.3.2	Der Kolmogorov-Smirnov-Test	100
9.3.3	Der Anderson-Darling-Test	101
9.3.4	Der K -Nächste-Nachbarn-Test	101
9.3.5	Der Energie-Test	101
9.3.6	Zwei-Stichproben-Tests.....	102
9.4	Signifikanz von Signalen	103
	Literaturverzeichnis	107

Sachverzeichnis 109