

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Grundbegriffe der Statistik	1
1.1	Teilbereiche der Statistik	1
1.2	Einsatzbereiche statistischer Methoden	2
1.3	Grundbegriffe	4
1.4	Aufgaben	9
2	Mathematische Notation	11
2.1	Summen und Reihen: das Summenzeichen	11
2.2	Mengenlehre	13
2.3	Vektoren und Matrizen	17
2.4	Aufgaben	24
3	Stochastische Software	27
3.1	MATLAB	27
3.1.1	Konstanten	30
3.1.2	Variablen	30
3.1.3	Mathematische Funktionen	32
3.1.4	Programmierung mit MATLAB	33
3.1.5	Grafische Darstellung	36
3.1.6	Aufgaben	39
3.2	Mathematica	42

3.2.1	Mathematica-Grundfunktionen	42
3.2.2	Programmierung mit Mathematica	48
3.2.3	Aufgaben	51
4	Beschreibende Statistik	55
4.1	Eindimensionale Häufigkeitsverteilungen	55
4.1.1	Diskrete Merkmale	55
4.1.2	Stetige Merkmale	58
4.1.3	Aufgaben	64
4.2	Maßzahlen für eindimensionale Verteilungen	66
4.2.1	Lagemaße	69
4.2.2	Streuungsmaße	85
4.2.3	Schiefe und Wölbung	88
4.2.4	Boxplot	92
4.2.5	Aufgaben	93
4.3	Bivariable Verteilungen	95
4.3.1	Zusammenhang zwischen metrischen Merkmalen	95
4.3.2	Zusammenhang zwischen ordinalen Merkmalen	107
4.3.3	Zusammenhang zwischen nominalen Merkmalen	113
4.3.4	Korrelation und Kausalität	120
4.3.5	Aufgaben	123
4.4	Regressionsanalyse	125
4.4.1	Lineare Regression	127
4.4.2	Nichtlineare Regression	136
4.4.3	Aufgaben	144
4.5	Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik	147
4.5.1	Enzymkinetik	147
4.5.2	Experimentalphysik: Versuchsauswertung und Fehlerrechnung	151
4.5.3	Aufgaben	154

5	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie	159
5.1	Grundbegriffe	159
5.1.1	Von der relativen Häufigkeit zur Wahrscheinlichkeit	162
5.1.2	Laplace-Wahrscheinlichkeit	165
5.1.3	Aufgaben	168
5.2	Vertiefung: axiomatische Wahrscheinlichkeitstheorie	169
5.2.1	σ -Algebren, Kolmogorow-Axiome und Wahrscheinlichkeitsräume	169
5.2.2	Theorie der σ -Algebren und unendliche Stichprobenräume	174
5.2.3	Aufgaben	178
5.3	Pfadregeln	179
5.3.1	Pfadadditionsregel und Pfadmultiplikationsregel	179
5.3.2	Aufgaben	185
5.4	Bedingte Wahrscheinlichkeit, Unabhängigkeit und Theorem von Bayes	187
5.4.1	A-priori- und A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten: das Theorem von Bayes	187
5.4.2	Das Ziegenproblem und stochastische Unabhängigkeit	191
5.4.3	Aufgaben	196
5.5	Kombinatorik	197
5.5.1	Kombinatorische Zählverfahren: geordnete und ungeordnete Stichproben	197
5.5.2	Aufgaben	204
5.6	Geometrische Wahrscheinlichkeit	206
5.6.1	Die Zahl π und der Zufallsregen	206
5.6.2	Berechnung geometrischer Wahrscheinlichkeiten	208
5.6.3	Aufgaben	211
5.7	Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik	212
5.7.1	Mikrozustand, Makrozustand und Entropie	212
5.7.2	Zufallszahlen, Pseudozufallszahlen und Monte-Carlo-Simulationen	219
5.7.3	Medizinische Tests und der Satz von Bayes	222

5.7.4	Aufgaben	225
6	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	227
6.1	Zufallsvariablen	227
6.1.1	Grundlagen	227
6.1.2	Erwartungswert, Varianz, Kovarianz und Korrelation	231
6.1.3	Aufgaben	242
6.2	Diskrete Verteilungen	243
6.2.1	Binomialverteilung	244
6.2.2	Hypergeometrische Verteilung	251
6.2.3	Poisson-Verteilung	254
6.2.4	Geometrische Verteilung	258
6.2.5	Multinomialverteilung	260
6.2.6	Aufgaben	262
6.3	Stetige Verteilungen	264
6.3.1	Von der Binomialverteilung zur Normalverteilung	264
6.3.2	Normalverteilung	273
6.3.3	Exponentialverteilung	284
6.3.4	Aufgaben	288
6.4	Vertiefungen	290
6.4.1	Zentraler Grenzwertsatz	291
6.4.2	Markoff-Ungleichung und Tschebyscheff-Ungleichung	293
6.4.3	Gesetze der großen Zahlen	295
6.4.4	Bedingter Erwartungswert	299
6.4.5	Pareto-Verteilung und logarithmische Normalverteilung	301
6.4.6	Aufgaben	305
6.5	Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik	306
6.5.1	Verteilung und Auslastung: Consulting-Probleme	306
6.5.2	Poisson-Verteilung und Exponentialverteilung in der Kernphysik	310

- 6.5.3 Poisson-Verteilung und Exponentialverteilung in der
Raumfahrt 314
 - 6.5.4 Quantenmechanik: Aufenthaltswahrscheinlichkeiten 315
 - 6.5.5 Aufgaben 318
- 7 Beurteilende Statistik 321
 - 7.1 Statistische Entscheidungstheorie 321
 - 7.1.1 Hypothesentests 321
 - 7.1.2 Schätzungen I: Schluss von der Grundgesamtheit auf die
Stichprobe 334
 - 7.1.3 Schätzungen II: Schluss von der Stichprobe auf die
Grundgesamtheit, Konfidenzintervalle 336
 - 7.1.4 Aufgaben 340
 - 7.2 Statistik normalverteilter Zufallsvariablen 342
 - 7.2.1 Konfidenzintervall und Test für μ bei bekanntem σ 342
 - 7.2.2 Konfidenzintervall und Test für μ bei unbekanntem σ 345
 - 7.2.3 Konfidenzintervall für σ^2 349
 - 7.2.4 Aufgaben 351
 - 7.3 Anwendungen in Naturwissenschaft und Technik 353
 - 7.3.1 Fehlerrechnung 353
 - 7.3.2 Qualitätsprüfung 354
 - 7.3.3 Zufallszahlengeneratoren 355
 - 7.3.4 Aufgaben 356
- 8 Markoff-Ketten 357
 - 8.1 Grundbegriffe und Beispiele 357
 - 8.2 Aufgaben 373
- A Tabellen 377
 - A.1 Normalverteilung 378
 - A.2 t -Verteilung 380
 - A.3 χ^2 -Verteilung 381

B	Lösungen	383
B.1	Lösungen zu Kapitel 1	383
B.2	Lösungen zu Kapitel 2	386
B.3	Lösungen zu Kapitel 3	388
B.4	Lösungen zu Kapitel 4	399
B.5	Lösungen zu Kapitel 5	423
B.6	Lösungen zu Kapitel 6	434
B.7	Lösungen zu Kapitel 7	447
B.8	Lösungen zu Kapitel 8	454
	Literatur	459
	Sachverzeichnis	461