

Gerhard Hübner

Stochastik

Eine anwendungsorientierte Einführung
für Informatiker, Ingenieure und Mathematiker

5., verbesserte Auflage

Mit 45 Abbildungen

STUDIUM



VIEWEG+
TEUBNER

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Was ist Stochastik?	1
1.2	Anwendungsbereiche der Stochastik	1
1.3	Modell und Realität	3
1.4	Fragestellungen und Ziele	4
1.5	Beschreibende Statistik	6
1.6	Aufgaben	9
2	Wahrscheinlichkeits-Modelle	11
2.1	Die Modell-Bausteine	11
2.2	Der Merkmalraum Ω	12
2.3	Zusammengesetzte Merkmale	13
2.4	Ereignisse und ihre Verknüpfung	14
2.5	Das Ereignis-System \mathcal{A}	17
2.6	Darstellung von Ereignissen durch Zufallsvariable	19
2.7	Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	21
2.8	Weitere Eigenschaften von Wahrscheinlichkeitsmaßen	26
2.9	Elementare bedingte Wahrscheinlichkeiten	27
2.10	Aufgaben	29
3	Darstellungen von Wahrscheinlichkeitsmaßen	33
3.1	Diskrete W-Maße und Zähldichten	33
3.2	Stetige W-Maße und Riemann-Dichten	36
3.3	Verteilungsfunktionen	41
3.4	Aufgaben	45
4	Mehrstufige W-Modelle, Koppelung	47
4.1	Koppelung diskreter W-Modelle	47
4.2	Koppelung stetiger W-Modelle	49
4.3	Unabhängige Koppelung	49

4.4	Markov-Koppelung	52
4.5	Zufälliges Ziehen ohne Zurücklegen	53
4.6	Folgen von Koppelungsmodellen	56
4.7	Aufgaben	57
5	Zufallsvariable und Bildmodelle	59
5.1	Zufallsvariable und messbare Abbildungen	59
5.2	Bildmodelle und Verteilungen von Zufallsvariablen	60
5.3	Hypergeometrische und Binomial-Modelle	62
5.4	Die Poisson-Approximation der Binomial-Verteilung	64
5.5	Die Normal-Approximation der Binomial-Verteilung	65
5.6	Wartezeiten – die geometrische Verteilung	66
5.7	Mehrfaches Warten – die negative Binomialverteilung	68
5.8	Bild-Verteilungen für stetige W-Modelle	69
5.9	Randverteilung und gemeinsame Verteilung	71
5.10	Stochastische Unabhängigkeit von Zufallsvariablen	74
5.11	Summen-Verteilungen und Faltung	78
5.12	Aufgaben	82
6	Kenngößen	87
6.1	Mediane und Quantile	87
6.2	Erwartungswert: Einführung	89
6.3	Erwartungswert: diskrete Modelle	90
6.4	Erwartungswert: stetige und gemischte Modelle	96
6.5	Streuung und Varianz	102
6.6	Kovarianz	105
6.7	Mehrdimensionale Normalverteilung	107
6.8	Zufällige Summen und bedingte Erwartungswerte	110
6.9	Gesetze der großen Zahlen	114
6.10	Aufgaben	117
7	Modelle für stochastische Prozesse	123
7.1	Vorbemerkungen	123
7.2	Markov-Ketten – einige Grundbegriffe	124
7.3	Markov-Ketten im Gleichgewicht	127
7.4	Aufgaben	132

8 Bediensysteme	133
8.1 Vorbemerkungen	133
8.2 Das Bedienmodell $M M 1 \infty$	135
8.3 Das $M M 1$ -Bediensystem im Gleichgewicht	139
8.4 Leistungsmaße im $M M 1$ -Bediensystem	141
8.5 $M M s c$ -Bediensysteme	145
8.6 Andere Bedienzeitverteilungen	152
8.7 Gekoppelte Bediensysteme – Bediennetze	153
8.8 Bedienmodelle mit stetiger Zeit	158
8.9 Aufgaben	160
9 Zufallszahlen und Simulation	163
9.1 Vorbemerkungen	163
9.2 Zufallszahlen und ihre Erzeugung	163
9.3 Zufallszahlen mit vorgegebenen Verteilungen	165
9.4 Anwendung von Simulationsverfahren	168
9.5 Aufgaben	170
10 Grundfragen der Statistik	173
10.1 Typische Problemstellungen	173
10.2 Punktschätzung	175
10.3 Intervallschätzung	177
10.4 Testen von Hypothesen	181
10.5 Vergleiche mehrerer Stichproben, Varianz-Analyse	184
10.6 Chi-Quadrat-Anpassungstest	188
10.7 Test auf Unabhängigkeit	189
10.8 Aufgaben	191
A Tabellen	193
A.1 Die wichtigsten diskreten Verteilungen	193
A.2 Die wichtigsten stetigen Verteilungen	194
A.3 Werte der Standard-Normalverteilung	195
A.4 Quantile der Standard-Normalverteilung	196
A.5 Quantile der Student-Verteilung	196
A.6 Quantile der Chi-Quadrat-Verteilung	197

Literaturverzeichnis	199
Symbole und Abkürzungen	203
Stichwortverzeichnis	204