

Walter Zucchini · Andreas Schlegel  
Oleg Nenadić · Stefan Sperlich

# Statistik für Bachelor- und Masterstudenten

Eine Einführung für Wirtschafts-  
und Sozialwissenschaftler

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Der Zufall in unserer Welt —</b>	
	<b>Einführende Beispiele und Grundbegriffe</b>	1
1.1	Deterministische und stochastische Modelle	1
1.2	Beispiele stochastischer Probleme und Modelle	7
1.3	Grundgesamtheit und Stichprobe	27
1.4	Zufallsvariablen	35
<b>2</b>	<b>Fakten in Zahlen — Deskriptive Statistik</b>	41
2.1	Merkmale	41
2.2	Deskriptive Statistik für diskrete Merkmale	44
2.2.1	Häufigkeiten	46
2.2.2	Grafische Darstellungen	47
2.2.3	Statistiken	49
2.2.4	Besonderheiten für nominal- und ordinal-skalierte Merkmale	54
2.3	Deskriptive Statistik für stetige Merkmale	59
2.3.1	Häufigkeiten und grafische Darstellungen	60
2.3.2	Statistiken	67
<b>3</b>	<b>Den Zufall quantifizieren — Wahrscheinlichkeiten</b>	73
3.1	Zufallsexperimente, Ergebnisse, Ergebnismenge, Ereignisse	73
3.2	Definition der Wahrscheinlichkeit	76
3.3	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	79
3.4	Interpretation von Wahrscheinlichkeiten	82
3.5	Bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit	86
<b>4</b>	<b>Wieviel sind meine Aktien morgen wert —</b>	
	<b>Verteilungen und ihre Eigenschaften</b>	93
4.1	Einführung	93
4.2	Stetige Zufallsvariablen	98
4.3	Diskrete Zufallsvariablen	106
4.4	Kennzahlen (Momente) einer Zufallsvariablen	113

4.4.1	Der Erwartungswert einer Zufallsvariablen . . . . .	113
4.4.2	Die Varianz einer Zufallsvariablen . . . . .	120
4.4.3	Schiefe und Kurtosis einer Zufallsvariablen . . . . .	125
<b>5</b>	<b>Eins, Zwei oder Drei — Diskrete Verteilungen . . . . .</b>	<b>131</b>
5.1	Bernoulli-Verteilung . . . . .	131
5.2	Binomialverteilung . . . . .	133
5.2.1	Erwartungswert und Varianz der Binomialverteilung . . . . .	144
5.3	Hypergeometrische Verteilung . . . . .	147
5.3.1	Die Binomialverteilung als Approximation für die hypergeometrische Verteilung . . . . .	150
5.4	Poissonverteilung . . . . .	152
5.4.1	Erwartungswert und Varianz einer Poissonverteilung . . . . .	154
5.4.2	Poisson-Approximation der Binomialverteilung . . . . .	155
5.5	Exkurs: Ursprung der Binomialkoeffizienten . . . . .	158
<b>6</b>	<b>Gaußglocke und andere Kurven – Stetige Verteilungen . . . . .</b>	<b>161</b>
6.1	Rechteckverteilung . . . . .	161
6.2	Exponentialverteilung . . . . .	164
6.3	Normalverteilung . . . . .	170
6.3.1	Normalapproximation der Binomialverteilung . . . . .	177
6.4	Weitere stetige Verteilungen . . . . .	184
6.4.1	$\chi^2$ -Verteilung . . . . .	185
6.4.2	$F$ -Verteilung . . . . .	186
6.4.3	$t$ -Verteilung . . . . .	186
6.4.4	Lognormalverteilung . . . . .	187
<b>7</b>	<b>Ein Modell für meine Daten — Modellanpassung und Parameterschätzung . . . . .</b>	<b>189</b>
7.1	Histogramme als Schätzer für Dichtefunktionen . . . . .	189
7.2	Schätzung von Parametern mit der Methode der Momente . . . . .	201
7.3	Schätzung von Parametern mit der Maximum-Likelihood-Methode . . . . .	208
7.4	Eigenschaften von Schätzern . . . . .	214
7.5	Der zentrale Grenzwertsatz . . . . .	221
7.5.1	Resultate für eine normalverteilte Grundgesamtheit . . . . .	222
7.5.2	Resultate für andere Verteilungen der Grundgesamtheit . . . . .	223
7.6	Konfidenzintervalle . . . . .	227
7.6.1	Einführung . . . . .	227
7.6.2	Konfidenzintervalle für $\mu$ bei unbekannter Varianz . . . . .	229
7.6.3	Konfidenzintervalle für $\mu$ bei bekannter Varianz . . . . .	232
7.6.4	Konfidenzintervalle für den Anteilswert $\pi$ . . . . .	234
7.6.5	Konfidenzintervalle für die Varianz . . . . .	237

<b>8 Richtig oder falsch — Hypothesentests</b>	241
8.1 Einführung in den klassischen Signifikanztest	241
8.2 Hypothesen über den Anteil $\pi$ einer Population	254
8.3 Hypothesen über den Mittelwert $\mu$ einer Population	259
8.3.1 Hypothesen über den Mittelwert bei unbekannter Varianz	260
8.3.2 Hypothesen über den Mittelwert bei bekannter Varianz	264
8.4 Hypothesen über die Varianz einer Population	266
8.5 Ergänzende Hinweise zum klassischen Signifikanztest	269
8.5.1 Voraussetzungen des klassischen Signifikanztests	269
8.5.2 Zur Wahl der Nullhypothese	270
8.5.3 Signifikanztests und Konfidenzintervalle	271
8.5.4 $P$ -Werte	272
<b>9 Der Zufall im Doppelpack — Paare von Zufallsvariablen</b>	277
9.1 Paare diskreter Zufallsvariablen	279
9.2 Paare stetiger Zufallsvariablen	287
9.3 Gemeinsame Verteilungsfunktion	299
9.4 Zusammenhang zwischen Zufallsvariablen	300
9.5 Die zweidimensionale Normalverteilung	308
<b>10 Stimmt mein Modell — <math>\chi^2</math>-Anpassungs- und Unabhängigkeitstest</b>	315
10.1 $\chi^2$ -Anpassungstest	315
10.2 $\chi^2$ -Unabhängigkeitstest	334
<b>11 Beziehungen quantifizieren — Regressionsanalyse</b>	345
11.1 Der bedingte Erwartungswert und das lineare Modell	345
11.2 Die Methode der kleinsten Quadrate	351
11.3 Anmerkungen zur Regressionsanalyse	362
11.4 Voraussagen in der Regressionsanalyse	368
11.5 Modellauswahl in der Regressionsanalyse	373
<b>12 Faktoreinflüsse — Varianzanalyse</b>	381
12.1 Einführung in die einfache Varianzanalyse	381
12.2 Erweiterungen der einfachen Varianzanalyse	397
12.3 Anwendungsbeispiele der einfachen Varianzanalyse	398
<b>13 Der Zufall im Zeitverlauf — Zeitreihen und Indizes</b>	405
13.1 Klassische Zeitreihenanalyse	405
13.1.1 Einführung	405
13.1.2 Zerlegung von Zeitreihen ohne Saisonschwankungen	411
13.1.3 Zerlegung von Zeitreihen mit Saisonschwankungen	415

13.2 Indizes .....	421
13.2.1 Preisindizes .....	421
13.2.2 Mengen- und Umsatzindizes .....	434
13.2.3 Aktienindizes .....	439
<b>A Verteilungstabellen .....</b>	<b>445</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>451</b>