

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	15
1	Variablen und Graphen	19
1.1	Statistik	19
1.2	Grundgesamtheit und Stichprobe; induktive und beschreibende Statistik	19
1.3	Diskrete und stetige Variablen	19
1.4	Runden von Zahlen	20
1.5	Wissenschaftliche Notation	20
1.6	Signifikante Stellen	21
1.7	Berechnungen	21
1.8	Funktionen	22
1.9	Rechtwinklige Koordinaten	22
1.10	Graphen	23
1.11	Gleichungen	23
1.12	Ungleichungen	24
1.13	Logarithmen	24
1.14	Numerus	25
1.15	Berechnungen mit Logarithmen	26
1.16	Aufgaben mit Lösungen	26
1.17	Weitere Aufgaben	50
2	Häufigkeitsverteilungen	57
2.1	Ausgangsdaten	57
2.2	Anordnungen	57
2.3	Häufigkeitsverteilungen	57
2.4	Klassenintervalle und Klassengrenzen	58
2.5	Exakte Klassengrenzen	58

2.6	Klassenbreite	58
2.7	Klassenmitte	58
2.8	Allgemeine Regeln für Häufigkeitsverteilungen	59
2.9	Histogramme und Häufigkeitspolygone	59
2.10	Relative Häufigkeitsverteilung	60
2.11	Kumulative Häufigkeitsverteilung und Ogiven	60
2.12	Relative kumulative Häufigkeitsverteilung und prozentuale Ogiven	61
2.13	Häufigkeitskurven und geglättete Ogiven	61
2.14	Arten von Häufigkeitskurven	62
2.15	Aufgaben mit Lösungen	63
2.16	Weitere Aufgaben	79
3	Mittelwert, Median, Modus und andere Maße für die zentrale Tendenz	83
3.1	Indexnotation	83
3.2	Summenschreibweise	83
3.3	Mittelwerte als Maße der zentralen Tendenz	83
3.4	Das arithmetische Mittel	84
3.5	Das gewichtete arithmetische Mittel	84
3.6	Eigenschaften des arithmetischen Mittels	85
3.7	Berechnung des arithmetischen Mittels aus gruppierten Daten	85
3.8	Der Median	86
3.9	Der Modus	86
3.10	Der empirische Zusammenhang zwischen Mittelwert, Median und Modus	87
3.11	Das geometrische Mittel G	87
3.12	Das harmonische Mittel H	88
3.13	Die Beziehung zwischen arithmetischem, geometrischem und harmonischem Mittel	88
3.14	Das quadratische Mittel	88
3.15	Quartile, Dezile und Perzentile	89
3.16	Aufgaben mit Lösungen	89
3.17	Weitere Aufgaben	110

4	Die Standardabweichung und andere Maße der Streuung	117
4.1	Streuung oder Abweichung	117
4.2	Die Variationsbreite	117
4.3	Die mittlere Abweichung	117
4.4	Der halbe Quartilsabstand	118
4.5	Der 10-90-Perzentilabstand	118
4.6	Die Standardabweichung	118
4.7	Die Varianz	119
4.8	Schnelle Methoden zur Berechnung der Standardabweichung	119
4.9	Eigenschaften der Standardabweichung	120
4.10	Der Charlier-Test	121
4.11	Die Sheppard'sche Korrektur der Varianz	121
4.12	Empirische Zusammenhänge zwischen den Maßen für die Streuung	122
4.13	Absolute und relative Streuung; Variationskoeffizient	122
4.14	Standardisierte Variable und standardisierte Note	123
4.15	Aufgaben mit Lösungen	123
4.16	Weitere Aufgaben	140
5	Momente, Schiefe und Wölbung	145
5.1	Momente	145
5.2	Momente für gruppierte Daten	145
5.3	Beziehungen zwischen den Momenten	146
5.4	Berechnung der Momente für gruppierte Daten	146
5.5	Der Charlier-Test und die Sheppard'sche Korrektur	146
5.6	Momente in dimensionsloser Form	147
5.7	Schiefe	147
5.8	Wölbung	148
5.9	Momente, Schiefe und Wölbung einer Grundgesamtheit	148
5.10	Aufgaben mit Lösungen	149
5.11	Weitere Aufgaben	156

6	Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie	159
6.1	Definitionen der Wahrscheinlichkeit	159
6.1.1	Die klassische Definition	159
6.1.2	Definition über die relative Häufigkeit	159
6.2	Bedingte Wahrscheinlichkeit; unabhängige und abhängige Ereignisse	160
6.3	Sich gegenseitig ausschließende Ereignisse	161
6.4	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	161
6.4.1	Diskret	161
6.4.2	Stetig	162
6.5	Mathematische Erwartung	163
6.6	Die Beziehung zwischen Grundgesamtheit, Stichprobenmittel und Varianz	163
6.7	Kombinatorische Analysis	164
6.7.1	Das grundlegende Prinzip	164
6.7.2	n Fakultät	164
6.7.3	Permutationen	164
6.7.4	Kombinationen	164
6.8	Die Stirling'sche Näherungsformel für $n!$	165
6.9	Die Beziehung zwischen der Wahrscheinlichkeits- und der Punktmengentheorie	165
6.10	Aufgaben mit Lösungen	166
6.10.1	Mathematische Erwartung	174
6.11	Weitere Aufgaben	186
7	Die Binomial-, Normal- und Poisson-Verteilung	193
7.1	Die Binomialverteilung	193
7.2	Die Normalverteilung	194
7.3	Die Beziehung zwischen der Binomial- und der Normalverteilung	195
7.4	Die Poisson-Verteilung	196
7.5	Die Beziehung zwischen der Binomial- und der Poisson-Verteilung	196
7.6	Die Polynomialverteilung	196
7.7	Anpassen der theoretischen Verteilungen an die Häufigkeitsverteilungen von Stichproben	197
7.8	Aufgaben mit Lösungen	197
7.8.1	Die Binomialverteilung	197
7.9	Weitere Aufgaben	220

8	Elementare Stichprobentheorie	225
8.1	Stichprobentheorie	225
8.2	Zufällige Stichproben und Zufallszahlen	225
8.3	Stichproben mit und ohne Zurücklegen	226
8.4	Stichprobenverteilungen	226
8.5	Stichprobenverteilungen von Mittelwerten	226
8.6	Stichprobenverteilungen von Proportionen	227
8.7	Stichprobenverteilungen von Differenzen und Summen	227
8.8	Standardfehler	230
8.9	Aufgaben mit Lösungen	230
9	Statistische Schätztheorie	249
9.1	Schätzen von Parametern	249
9.2	Erwartungstreue Schätzungen	249
9.3	Wirksame Schätzungen	250
9.4	Punkt- und Intervallschätzungen und ihre Zuverlässigkeit	250
9.5	Konfidenzintervall-Schätzungen für Parameter einer Grundgesamtheit	250
9.5.1	Konfidenzintervalle für Mittelwerte	251
9.5.2	Konfidenzintervalle für Proportionen	251
9.5.3	Konfidenzintervalle für Differenzen und Summen	252
9.5.4	Konfidenzintervalle für Standardabweichungen	253
9.6	Wahrscheinlicher Fehler	253
9.7	Aufgaben mit Lösungen	253
9.8	Weitere Aufgaben	263
10	Statistische Entscheidungstheorie	267
10.1	Statistische Entscheidungen	267
10.2	Statistische Hypothesen	267
10.2.1	Null-Hypothesen	267
10.2.2	Andere Hypothesen	267
10.3	Tests von Hypothesen und Signifikanz; Entscheidungsregeln	267
10.4	Fehler erster und zweiter Art	268
10.5	Signifikanzniveau	268
10.6	Tests mit Normalverteilungen	268

10.7	Ein- und zweiseitige Tests	269
10.8	Besondere Tests	270
10.9	Kurven der Operationscharakteristik; Trennschärfe eines Tests	271
10.10	Kontrollkarten	271
10.11	Tests mit Stichprobendifferenzen	271
10.11.1	Differenzen der Mittelwerte	271
10.11.2	Differenzen der Proportionen	272
10.12	Tests mit Binomialverteilungen	272
10.13	Aufgaben mit Lösungen	272
10.14	Weitere Aufgaben	294
11	Theorie der kleinen Stichproben	299
11.1	Kleine Stichproben	299
11.2	Die Student'sche t-Verteilung	299
11.3	Konfidenzintervalle	300
11.4	Tests von Hypothesen und Signifikanz	301
11.5	Die Chi-Quadrat-Verteilung	302
11.6	Konfidenzintervalle für χ^2	302
11.7	Freiheitsgrade	303
11.8	Die F-Verteilung	303
11.9	Aufgaben mit Lösungen	304
11.10	Die Chi-Quadrat-Verteilung	311
11.11	Weitere Aufgaben	317
11.11.1	Die F-Verteilung	319
12	Der Chi-Quadrat-Test	321
12.1	Beobachtete und theoretische Häufigkeiten	321
12.2	Die Definition von χ^2	321
12.3	Signifikanztests	322
12.4	Der Chi-Quadrat-Test für die Güte der Anpassung	322
12.5	Kontingenztafeln	323
12.6	Die Yates'sche Korrektur der Stetigkeit	323
12.7	Einfache Formeln zur Berechnung von χ^2	324

12.8	Der Kontingenzkoeffizient	325
12.9	Die Korrelation der Attribute	325
12.10	Die Additivität von χ^2	325
12.11	Aufgaben mit Lösungen	326
12.12	Weitere Aufgaben	340
13	Kurvenanpassung und die Methode der kleinsten Quadrate	345
13.1	Die Beziehung zwischen Variablen	345
13.2	Kurvenanpassung	345
13.3	Gleichungen von Näherungskurven	346
13.4	Kurvenanpassung mit der Freihandmethode	346
13.5	Die Gerade	347
13.6	Die Methode der kleinsten Quadrate	347
13.7	Die Gerade der kleinsten Quadrate	348
13.8	Nichtlineare Beziehungen	349
13.9	Die Parabel der kleinsten Quadrate	349
13.10	Regression	350
13.11	Anwendung auf Zeitreihen	350
13.12	Probleme mit mehr als zwei Variablen	350
13.13	Aufgaben mit Lösungen	351
13.14	Weitere Aufgaben	376
14	Korrelationstheorie	381
14.1	Korrelation und Regression	381
14.2	Lineare Korrelation	381
14.3	Maße für die Korrelation	382
14.4	Die Regressionsgeraden der kleinsten Quadrate	382
14.5	Der Standardfehler der Schätzung	383
14.6	Kausale und nichtkausale Variation	384
14.7	Der Korrelationskoeffizient	384
14.8	Bemerkungen zum Korrelationskoeffizienten	385

14.9	Die Produktmomentformel für den linearen Korrelationskoeffizienten	386
14.10	Kurze Berechnungsformeln	386
14.11	Regressionsgeraden und der lineare Korrelationskoeffizient	387
14.12	Korrelation von Zeitreihen	388
14.13	Korrelation von Attributen	388
14.14	Die Stichprobentheorie der Korrelation	388
14.15	Die Stichprobentheorie der Regression	389
14.16	Aufgaben mit Lösungen	390
14.17	Weitere Aufgaben	416
15	Mehrfache und partielle Korrelation	421
15.1	Mehrfache Korrelation	421
15.2	Indexnotation	421
15.3	Regressionsgleichungen und -ebenen	421
15.4	Normalgleichungen für die Regressionsebene der kleinsten Quadrate	422
15.5	Regressionsebenen und Korrelationskoeffizienten	422
15.6	Der Standardfehler der Schätzung	423
15.7	Der Koeffizient der mehrfachen Korrelation	423
15.8	Wechsel der abhängigen Variable	424
15.9	Verallgemeinerungen für mehr als drei Variablen	424
15.10	Partielle Korrelation	424
15.11	Die Beziehung zwischen den Koeffizienten der mehrfachen und der partiellen Korrelation	425
15.12	Nichtlineare mehrfache Regression	425
15.13	Aufgaben mit Lösungen	426
15.14	Weitere Aufgaben	438
16	Varianzanalyse	441
16.1	Die Aufgabe der Varianzanalyse	441
16.2	Einwegklassifikation oder Ein-Faktor-Experimente	441
16.3	Gesamtvariation, Variation innerhalb der Versuche und zwischen den Versuchen	442

16.4	Vereinfachungen zur Berechnung von Variationen	443
16.5	Das mathematische Modell für die Varianzanalyse	443
16.6	Erwartungswerte der Variationen	444
16.7	Verteilungen der Variationen	444
16.8	Der F-Test für die Null-Hypothese gleicher Mittelwerte	445
16.9	Varianzanalyse-Tabellen	445
16.10	Anpassungen für Experimente mit unterschiedlicher Anzahl an Beobachtungen	446
16.11	Zweiwegeklassifikation oder Zwei-Faktoren-Experimente	446
16.12	Notation für Zwei-Faktoren-Experimente	447
16.13	Variationen bei Zwei-Faktoren-Experimenten	447
16.14	Varianzanalyse für Zwei-Faktoren-Experimente	448
16.15	Zwei-Faktoren-Experimente mit Wiederholung	450
16.16	Planung von Experimenten	452
16.17	Aufgaben mit Lösungen	453
16.18	Weitere Aufgaben	480
17	Nichtparametrische Tests	489
17.1	Einführung	489
17.2	Der Vorzeichentest	489
17.3	Der U-Test nach Mann-Whitney	490
17.4	Der H-Test nach Kruskal-Wallis	491
17.5	Der H-Test mit Korrektur für Bindungen	492
17.6	Der Iterationstest für die Zufälligkeit	492
17.7	Weitere Anwendungen des Iterationstests	493
17.8	Die Spearman'sche Rangkorrelation	493
17.9	Aufgaben mit Lösungen	494
17.10	Weitere Aufgaben	519
18	Zeitreihenanalyse	525
18.1	Zeitreihen	525
18.2	Graphen von Zeitreihen	525
18.3	Charakteristische Bewegungen einer Zeitreihe	526

18.4	Einteilung der Bewegungen von Zeitreihen	526
18.5	Zeitreihenanalyse	527
18.6	Gleitende Durchschnitte und Glättung von Zeitreihen	527
18.7	Trendschätzung	528
18.8	Schätzung der saisonalen Variation und Saisonindex	529
18.9	Desaisonalisieren von Daten	530
18.10	Schätzung von zyklischen Variationen	530
18.11	Schätzung von irregulären Variationen	530
18.12	Vergleichbarkeit von Daten	530
18.13	Voraussagen	531
18.14	Zusammenfassung der grundlegenden Schritte in der Zeitreihenanalyse	531
18.15	Aufgaben mit Lösungen	532
18.16	Weitere Aufgaben	558
19	Statistische Prozesssteuerung und Prozessfähigkeiten	567
19.1	Allgemeine Darstellung der Kontrollkarten	567
19.2	Variablen- und Attribut-Kontrollkarten	567
19.3	X-quer- und R-Karten	568
19.4	Tests auf besondere Einflüsse	571
19.5	Prozessfähigkeiten	571
19.6	P- und NP-Karten	574
19.7	Andere Kontrollkarten	577
19.8	Aufgaben mit Lösungen	577
19.9	Weitere Aufgaben	588
A	Anhang	595
	Lösungen	609
	Index	629