

Inhalt

I	Deskriptive Statistik	13
1	Grundlagen	15
1.1	Aufgaben der deskriptiven Statistik	15
1.2	Grundgesamtheit und Stichprobe	16
1.3	Merkmale und Skalenniveaus	17
2	Betrachtung eines Merkmals	22
2.1	Häufigkeitsverteilungen bei diskreten Merkmalen	22
2.1.1	Absolute und relative Häufigkeitsverteilung	22
2.1.2	Graphische Darstellung	25
2.2	Häufigkeitsverteilungen bei stetigen Merkmalen	26
2.2.1	Prinzip der Klassenbildung	26
2.2.2	Histogramm	28
2.3	Statistische Maßzahlen	30
2.3.1	Lagemaße	30
2.3.2	Streuungsmaße	38
2.3.3	Formmaße	43
2.3.4	Box-Plots	44
3	Betrachtung zweier Merkmale	48
3.1	Kontingenztafel	48
3.2	Bedingte Häufigkeiten	54
3.3	Kontingenzkoeffizient	59
3.3.1	Pearsons χ^2 -Statistik	59
3.3.2	Kontingenzmaß nach Cramer	62
3.3.3	Kontingenzkoeffizient nach Pearson	63
3.4	Streudiagramme	65
3.5	Korrelationsanalyse	66
3.5.1	Kovarianz	66
3.5.2	Korrelationskoeffizient nach Bravais-Pearson	71
3.5.3	Korrelationskoeffizient nach Spearman	75

3.6	Regressionsanalyse	80
3.6.1	Schätzung der Regressionskoeffizienten	81
3.6.2	Prognose	85
3.6.3	Güte der Anpassung	86

II Wahrscheinlichkeitstheorie 93

4 Das Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten 95

4.1	Zufallsvorgänge und deren Beschreibung	95
4.2	Die Verknüpfung von Ereignissen	98
4.3	Die Axiome von Kolmogoroff	102
4.4	Die Laplace-Wahrscheinlichkeit	103
4.5	Statistische und subjektive Wahrscheinlichkeit	104
4.6	Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten	107
4.7	Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Unabhängigkeit von Ereignissen	109
4.8	Totale Wahrscheinlichkeit	112
4.9	Der Satz von Bayes	114

5 Diskrete Zufallsvariable 118

5.1	Bedeutung und Definition einer diskreten Zufallsvariablen	118
5.2	Verteilung einer diskreten Zufallsvariablen	120
5.2.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion	120
5.2.2	Verteilungsfunktion	125
5.3	Unabhängigkeit von diskreten Zufallsvariablen	129
5.3.1	Gemeinsame Verteilung von unabhängigen Zufallsvariablen	129
5.3.2	Rechnen mit Zufallsvariablen	131
5.4	Parameter von diskreten Zufallsvariablen	133
5.4.1	Erwartungswert	133
5.4.2	Varianz	138
5.5	Spezielle diskrete Verteilungen	143
5.5.1	Die Binomialverteilung	143
5.5.2	Die Poisson-Verteilung	147
5.5.3	Die hypergeometrische Verteilung	151

6 Stetige Zufallsvariable 154

6.1	Definition und Verteilung	154
6.2	Unabhängigkeit von stetigen Zufallsvariablen	160
6.3	Parameter von stetigen Zufallsvariablen	161

6.3.1	Erwartungswert stetiger Zufallsvariablen	161
6.3.2	Varianz stetiger Zufallsvariablen	163
6.3.3	Quantile stetiger Verteilungen	165
6.4	Die Normalverteilung	166
6.5	Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung	173
6.5.1	Ungleichung von Tschebyscheff	173
6.5.2	Gesetz der großen Zahlen	175
6.5.3	Zentraler Grenzwertsatz	176
6.6	Prüfverteilungen	177
7	Gleichzeitige Betrachtung mehrerer Zufallsvariablen	181
7.1	Kovarianz – Korrelation	181
7.2	Lineare Funktionen von Zufallsvektoren	184
7.3	Die multivariate Normalverteilung	186
III	Induktive Statistik	189
8	Punktschätzung von Parametern	191
8.1	Der Begriff der Punktschätzung	192
8.2	Kriterien zur Güte einer Schätzung	196
8.2.1	Eigenschaften von Schätzfunktionen	196
8.2.2	Vergleich von Schätzfunktionen	201
8.2.3	Asymptotische Gütekriterien	202
8.3	Spezielle Schätzfunktionen	205
8.3.1	Schätzen von Anteilswerten	205
8.3.2	Schätzen von Mittelwerten	206
8.3.3	Schätzen der Varianz	207
8.3.4	ML-Schätzung	208
9	Intervallschätzung	210
9.1	Bedeutung des Konfidenzintervalls	210
9.2	Konfidenzintervalle für den Erwartungswert	212
9.2.1	Konfidenzintervall für μ bei bekanntem σ^2	212
9.2.2	Konfidenzintervall für μ bei unbekanntem σ^2	214
9.2.3	Approximatives Konfidenzintervall für μ	216
9.3	Konfidenzintervalle für eine Wahrscheinlichkeit	217

10	Das Prinzip eines statistischen Tests	220
10.1	Der Binomial-Test und Gaußtest	220
10.1.1	Binomial-Test	220
10.1.2	Gaußtest	225
10.2	Fehlentscheidungen	230
10.3	Gütefunktion	231
11	Spezielle Testverfahren	235
11.1	t -Tests (Lagetests)	235
11.1.1	Einfacher t -Test	235
11.1.2	Doppelter t -Test	237
11.1.3	t -Test für verbundene Stichproben	239
11.2	Einfaktorielle Varianzanalyse	242
11.3	Unabhängigkeitstest	246
11.4	Weiterführende Themen	248
11.4.1	Testen von Anteilswerten	248
11.4.1.1	Testen eines Anteilswerts mit Software	248
11.4.1.2	Testen auf Gleichheit von Anteilswerten mit Software	249
11.4.2	Umsetzung von Signifikanztests in gängiger Software	249
11.4.3	Tests zum Prüfen von Annahmen	250
11.4.3.1	Levene-Test	250
11.4.3.2	Kolmogorov-Smirnov-Test	250
11.4.4	Nichtparametrische Tests zur Lage	251
11.4.4.1	Mann-Whitney-U-Test	251
11.4.4.2	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test	252
IV	Angewandte Methoden der Datenanalyse	253
12	Regressionsanalyse	255
12.1	Lineare Einfachregression	255
12.1.1	Modellannahmen	256
12.1.2	Stochastische Eigenschaften der KQ-Schätzer	258
12.1.3	Konfidenzintervalle und Tests	260
12.2	Multiple lineare Regression	263
12.2.1	Das multiple lineare Regressionsmodell	263
12.2.2	Schätzen der Modellparameter	266
12.2.3	Streuungszerlegung und Bestimmtheitsmaß	269
12.2.4	Stochastische Eigenschaften der KQ-Schätzer	271
12.2.5	Konfidenzintervalle und Tests	272

13	Das Logit-Modell	276
13.1	Formulierung des logistischen Regressionsmodells	276
13.2	Schätzung des Modells	278
13.3	Asymptotische Konfidenzintervalle und asymptotisches Testen einzelner Koeffizienten	280
13.4	Asymptotisches Testen linearer Hypothesen	284
13.5	Regressionsmodelle in der Anwendung	285
13.5.1	Kategoriale Einflussgrößen	285
13.5.2	Interaktion zweier Dummy-Variablen	288
13.5.3	Modellierung nicht monotoner Einflüsse metrischer Größen	289
13.5.4	Modellierung eines Polynoms in einer metrischen Einflussgröße	289
13.5.5	Stückweise konstante Funktion	292
13.5.6	Stückweise lineare Funktion	294
13.5.7	Kubischer Spline mit Stützstellen	295
14	Diskriminanzanalyse	297
14.1	Quadratische Diskriminanzanalyse	297
14.2	Klassische Diskriminanzanalyse	300
14.3	Bayesianische Diskriminanzanalyse	302
14.4	Lineare Diskriminanzanalyse nach R. A. Fisher	305
14.4.1	Aufgabenstellung	305
14.4.2	Lösung des Maximierungsproblems	306
14.4.3	Verallgemeinertes Eigenwertproblem	308
14.4.4	Zusammenfassung und Illustration an einem Beispiel	308
14.4.5	Güte der Diskriminanzfunktion	313
15	Clusteranalyse	316
15.1	Hierarchische Verfahren	316
15.2	Dendrogramm	322
15.3	Partitionierende Verfahren	325
16	Neuronale Netze	330
16.1	Grundidee Neuronaler Netze	330
16.2	Mathematische Neuronen	330
16.3	Das 3-layer Perzeptron	333
16.4	Lernen mit dem Gradientenverfahren	336
16.5	Modellierung mit Hilfe Neuronaler Netze – Regression	343
16.6	Modellierung mit Hilfe Neuronaler Netze – Klassifikation	347

Literatur	353
Sachwortverzeichnis	355