Inhaltsverzeichnis

VORWORT XIII

EINLEITUNG UND ÜBERBLICK 1

KAPITEL I: EINFÜHRUNG UND GRUNDLAGEN 17

1 Grundlegende Begriffe und elementare Datenbeschreibung 18
1.1 Merkmalstypen und Klassenbildung 18
1.2 Häufigkeiten, Summenhäufigkeiten und empirische Verteilungsfunktion 19
1.3 Empirische Lagemaße 21
1.4 Empirische Streuungsmaße 23

2 Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung 25
2.1 Wahrscheinlichkeiten und bedingte Wahrscheinlichkeiten 26
2.2 Zufallsvariable und Verteilungen 28
2.3 Kenngrößen von Zufallsvariablen 32

3 Prinzipien des Schätzens und Testens; t-, χ^2- und F-Verteilung 38

4 Vektor- und Matrizenrechnung 48

5 Mehrdimensionale und multivariate Verteilungen 64

6 Daten- und Distanzmatrix 70

KAPITEL II: DIE REGRESSIONSANALYSE 77

1 Multiple Regressionsanalyse für quantitative Daten 81

2 Das Gemischte Lineare Modell 118

3 Diskrete Regressionsanalyse für qualitative Daten; Lineares Wahrscheinlichkeitsmodell, Probit-, Logitanalyse 128

KAPITEL III: DIE KORRELATIONSANALYSE 143

1 Die Korrelation normalverteilter Merkmale 144
1.1 Die Korrelation zweier normalverteilter Merkmale 144
1.1.1 Tests und Konfidenzintervalle für ρ 153
1.1.2 Vergleich von Korrelationen mehrerer Merkmalspaare 159
1.2 Zusammenhangsanalyse mehrerer Merkmale 162
1.3 Die multiple Korrelation 167
1.4 Die kanonische Korrelation 172
1.5 Die partielle Korrelation 181
1.6 Die bi-partielle Korrelation 186

2 Die Korrelation von nicht-normalverteilten Zufallsvariablen 190
2.1 Der Spearmansche Rangkorrelationskoeffizient 191
2.2 Der Kendallsche Korrelationskoeffizient 199
2.3 Korrelationskoeffizienten bei ordinalen Merkmalen 201

3 Assoziationsmaße und loglineares Modell für Kontingenztafeln 206

4 Ein zusammenfassendes Beispiel 212

KAPITEL IV: MULTIVARIATE EIN- UND ZWEISTICHPROBENPROBLEME; DISKRIMINANZANALYSE, REDUKTION VON MERKMALEN 221

1 Das Multivariate Einstichprobenproblem 223
1.1 Schätzen des Mittelwertvektors μ und der Kovarianzmatrix Σ 223
1.2 Test über den Mittelwertvektor μ bei bekannter Kovarianzmatrix Σ.. 225
1.3 Test über den Mittelwertvektor μ bei unbekannter Kovarianzmatrix Σ 227
1.4 Ein Symmetrietest 228

2 Das Multivariate Zweistichprobenproblem 230
2.1 Mittelwertvergleich bei unverbundenen Stichproben 230
2.2 Mittelwertvergleich bei verbundenen Stichproben 232

3 Die Prüfung von Kovarianzhypothesen 234
3.1 Ein Test über die Struktur einer Kovarianzmatrix Σ 234
3.2 Ein Test auf Gleichheit mehrerer Kovarianzmatrizen 236
3.3 Ein simultaner Test über Mittelwertvektor und Kovarianzmatrix im Einstichprobenproblem 238

4 Die Diskriminanzanalyse (Identifikation von Objekten) 240
4.1 Der Zweigruppenfall 242
4.2 Der Mehrgruppenfall 245
4.3 Ein Beispiel 247
4.4 Ein Trennmaß und die Reduktion von Merkmalen 251

5 Ein zusammenfassendes Beispiel 258

KAPITEL V: AUFBEREITUNG UND AUSWERTUNG QUALITATIVER UND GEMISCHTER DATEN - SKALIERUNG KATEGORIELLER MERKMALE (SKALIERUNG IN KONTINGENZTAFELN) 269

1 Skalierung ordinaler und nominaler Merkmalsausprägungen 276
1.1 Skalierung ordinaler Merkmalsausprägungen 277
1.2 Skalierung nominaler Merkmalsausprägungen in zweidimensionalen Kontingenztafeln - kategorielle Skalierung, Lancaster - Skalierung 282

2 Multivariate Analyseverfahren in skalierten Kontingenztafeln mit einer Kriteriumsvariablen (Calibration Patterns) 290
2.1 Beste Diskriminatoren zwischen den Stufen der Kriteriumsvariablen 296
2.2 Methoden der Güteprüfung einer Skalierung 300
2.2.1 Die Güteprüfung mittels Diskriminanzfunktionen 301
2.2.2 Die Güteprüfung mittels Mahalanobisdistanzen 304
2.3 Die Klassifizierung neuer Objekte 307
2.4 Gewinnung einer Daten- und Distanzmatrix zur weiteren multivariaten Analyse 309

3 Ein Beispiel aus der Marktforschung zur Analyse multivariater kategorieller Daten 313

4 Skalierung kategorieller Merkmalsausprägungen von p Merkmalen 322
4.1 Bestimmung der empirischen Korrelationsmatrix für p kategorielle Merkmale 323
4.2 Das Kriterium der maximalen Maximum-Exzentrizität und der minimalen Determinante 331
4.3 Das Kriterium der maximalen multiplen Korrelation 334
4.4 Das Kriterium der maximalen kanonischen Korrelation 347

5 Skalierung kategorieller Merkmalsausprägungen bei gemischten Datentypen 350

6 Korrespondenzanalyse, Guttmansche Skalierung und die ALS-Verfahren ... 369

KAPITEL VI: DIE MULTIDIMENSIONALE SKALIERUNG (MDS) 377

1 Nonlinear Mapping 384

2 Die Haupt-Koordinaten-Methode 393

3 Das Verfahren von Kruskal 405

4 Die Unfolding-Technik 420
4.1 Die Methode der Dreiecksanalyse 421
4.2 Der Goode-Phillips-Algorithmus 426

KAPITEL VII: DIE CLUSTERANALYSE 443

1 Klassifikationstypen 447

2 Bewertungskriterien für Klassifikationen 454
2.1 Maße für die Homogenität einer Klasse 454
2.2 Maße für die Heterogenität zwischen den Klassen 456
2.3 Maße für die Güte einer Klassifikation 458

3 Konstruktionsverfahren für Überdeckungen 460
3.1 Ein exhaustives Verfahren für kleine Objektmengen 461
3.2 Ein iteratives Konstruktionsverfahren 463

4 Konstruktionsverfahren für Partitionen 465
4.1 Ein iteratives Verfahren 465
4.2 Ein rekursives Verfahren 469

5 Ein Verfahren zur Konstruktion einer Quasihierarchie 473

6 Ein Verfahren zur Konstruktion einer Hierarchie 478

7 Klassenzuordnung neuer Objekte - Diskrimination, Identifikation 489

8 Ein zusammenfassendes Beispiel 494

KAPITEL VIII: DIE FAKTORENANALYSE 505

1 Die Bestimmung der Faktorladungen 518
1.1 Die Maximum-Likelihood-Methode und ein Test über die Anzahl der Faktoren 519
1.2 Die kanonische Faktorenanalyse 525
1.3 Die Hauptkomponenten- und die Hauptfaktorenanalyse 527
1.4 Die Zentroidmethode 534
1.5 Die Jöreskog-Methode 541

2 Die Rotation der Faktoren 546
2.1 Die orthogonale Rotation der Faktoren 548
2.1.1 Die Varimax-Methode 551
2.1.2 Die Quartimax-Methode 559
2.2 Schiefwinkelige Rotation - Die Methode der Primärfaktoren 561

3 Schätzen von Faktorenwerten 568

4 Ein zusammenfassendes Beispiel 576

KAPITEL IX: GRAPHISCHE VERFAHREN 593

1 Gemeinsame Repräsentation von Objekten und (oder) Merkmalen 595
1.1 Graphische Darstellung ein- und zweidimensionaler Daten 596
1.1.1 Stem and Leaves und Box-Plot 597
1.1.2 Graphische Darstellung zweidimensionaler Daten am Beispiel eines Produkt-Markt-Portfolios 600
1.2 Die Probability-Plotting-Technik: Überprüfung auf multivariate Normalverteilung und multivariate Ausreißer (Q-Q-Plot) 602
1.3 Gleichzeitige Repräsentation von Merkmalen und Objekten: Der Bi-Plot 605
1.4 Weitere Graphische Repräsentationsformen für Objekte und Merkmale 608

2 Repräsentation einzelner Objekte oder Merkmale 610
2.1 Einfache Darstellungsformen bei Repräsentation von Merkmalswerten durch Strecken 612
2.1.1 Profile, Streifen 613
2.1.2 Polygonzüge 613
2.1.3 Sterne 614
2.1.4 Sonnen 614
2.1.5 Glyphs 616
2.2 Darstellung von Objekten vermittels Diamanten 617
2.3 Darstellung von Objekten mittels Gesichtern 618
2.4 Darstellung von Objekten durch trigonometrische Funktionen 622
2.4.1 Andrews-Plots 622
2.4.2 Blumen 623
2.5 Darstellung von Objekten unter Berücksichtigung der Merkmalsähnlichkeiten 626
2.5.1 Quader 628
2.5.2 Bäume 629
2.5.3 Burgen 633
2.6 Darstellung von Objekten unter Berücksichtigung der Diskriminationsgüte der Merkmale: Facetten 636
2.7 Darstellung von Objekten unter Berücksichtigung der Merkmalskorrelationen: Bi-Plot-Sonnen 638

3 Bilanzkennzahlen der chemischen Industrie zwischen 1965 und 1980: Ein Beispiel für die Anwendung graphischer Verfahren zur Darstellung zeitlicher Entwicklungen 639

KAPITEL X: DAS MULTIVARIATE LINEARE MODELL (MULTIVARIATE REGRESSIONS-, VARIANZ-, KOVARIANZ- UND PROFILANALYSE, MULTIVARIATE VARIANZKOMPONENTENMODELLE, PRÄZISIONSBESTIMMUNG BEI MEßINSTRUMENTEN) 655

1 Das Multivariate Lineare Modell mit festen Effekten (Modell I) 656
1.1 Das allgemeine restringierte Multivariate Lineare Modell 659
1.2 Testverfahren im allgemeinen restringierten Multivariaten Linearen Modell 664
1.3 Multivariate Regressions- und Kovarianzanalyse 667
1.4 Einige Modelle der Multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) mit festen Effekten 692
1.4.1 Die einfaktorielle multivariate Varianzanalyse (Vergleich von r unabhängigen Stichproben) 693
1.4.2 Die multivariate zweifache Kreuzklassifikation mit Wechselwirkungen 700

1.4.3 Die multivariate zweifache Kreuzklassifikation mit einer Beobachtung pro Zelle (Das einfache multivariate Blockexperiment) 705
1.4.4 Die multivariate zweifach hierarchische Klassifikation 707
1.5 Die Profilanalyse zur Untersuchung von Wachstums- und Verlaufskurven im Multivariaten Linearen Modell mit festen Effekten 710
1.5.1 Normalverteilungsverfahren 713
1.5.2 Ein nichtparametrisches Verfahren 717

2 Das Multivariate Lineare Modell mit zufälligen Effekten (MANOVA - Modelle II, Multivariate Varianzkomponentenmodelle) 719
2.1 Die balancierte multivariate Einfachklassifikation mit zufälligen Effekten 723
2.2 Das balancierte zweifach hierarchische Modell mit zufälligen Effekten 725
2.3 Das balancierte dreifach hierarchische Modell mit zufälligen Effekten 727
2.4 Die balancierte zweifache Kreuzklassifikation mit zufälligen Effekten 731
2.5 Ein Modell zur Präzisionsbestimmung von Meßinstrumenten bei zerstörenden Prüfungen 736

ANHANG 741

1 Tabellenanhang 741
- Verteilungsfunktion $\Phi(x)$ der Standardnormalverteilung N(0;1) [Tab.1] 742
- Quantile u_γ der Standardnormalverteilung N(0;1) [Tab.2] 743
- Quantile $t_{n;\gamma}$ der t-Verteilung [Tab.3] 744
- Quantile $\chi^2_{n;\gamma}$ der χ^2-Verteilung [Tab.4] 745
- Quantile $F_{n_1,n_2;\gamma}$ der F-Verteilung [Tab.5] 747
- Nomogramme von D.L. Heck zum Roy-Test [Chart I bis Chart XII] 754

2 Erläuterungen zu den multivariaten Testverfahren 766
2.1 Zum Roy-Test 766
2.2 Zum Wilks-Test 767
2.3 Zum Hotelling-Lawley-Test 768
2.4 Zum Pillai-Bartlett-Test 769

3 Griechisches Alphabet 770

4 Literaturverzeichnis 771

5 Stichwortverzeichnis 785

6 Symbolverzeichnis 807

Ende 815