

# Inhaltsverzeichnis

---

## Teil I Grundlagen

---

<b>1</b>	<b>Beispiele multivariater Datensätze</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Elementare Behandlung der Daten</b> . . . . .	<b>13</b>
2.1	Beschreibung und Darstellung univariater Datensätze . . . . .	13
2.1.1	Beschreibung und Darstellung qualitativer Merkmale . . . . .	15
2.1.2	Beschreibung und Darstellung quantitativer Merkmale . . . . .	17
2.2	Beschreibung und Darstellung multivariater Datensätze . . . . .	22
2.2.1	Beschreibung und Darstellung von Datenmatrizen quantitativer Merkmale . . . . .	22
2.2.2	Beschreibung und Darstellung von Datenmatrizen qualitativer Merkmale . . . . .	36
2.3	Datenbehandlung in S-PLUS . . . . .	41
2.3.1	Univariate Datenanalyse . . . . .	41
2.3.2	Multivariate Datenanalyse . . . . .	51
2.4	Ergänzungen und weiterführende Literatur . . . . .	61
2.5	Übungen . . . . .	61
<b>3</b>	<b>Mehrdimensionale Zufallsvariablen</b> . . . . .	<b>65</b>
3.1	Problemstellung . . . . .	65
3.2	Univariate Zufallsvariablen . . . . .	65
3.3	Zufallsmatrizen und Zufallsvektoren . . . . .	70
3.4	Die multivariate Normalverteilung . . . . .	81
<b>4</b>	<b>Ähnlichkeits- und Distanzmaße</b> . . . . .	<b>83</b>
4.1	Problemstellung . . . . .	83
4.2	Bestimmung der Distanzen und Ähnlichkeiten aus der Datenmatrix . . . . .	84
4.2.1	Quantitative Merkmale . . . . .	84
4.2.2	Binäre Merkmale . . . . .	94
4.2.3	Qualitative Merkmale mit mehr als zwei Merkmalsausprägungen . . . . .	98
4.2.4	Qualitative Merkmale, deren Merkmalsausprägungen geordnet sind . . . . .	98

4.2.5 Unterschiedliche Messniveaus ..... 98  
 4.3 Distanzmaße in S-PLUS ..... 102  
 4.4 Direkte Bestimmung der Distanzen ..... 108  
 4.5 Übungen ..... 110

**Teil II Darstellung hochdimensionaler Daten in niedrigdimensionalen Räumen**

**5 Hauptkomponentenanalyse** ..... 115  
 5.1 Problemstellung ..... 115  
 5.2 Hauptkomponentenanalyse bei bekannter Varianz-Kovarianz-Matrix ..... 120  
 5.3 Hauptkomponentenanalyse bei unbekannter Varianz-Kovarianz-Matrix ..... 123  
 5.4 Praktische Aspekte ..... 126  
 5.4.1 Anzahl der Hauptkomponenten ..... 128  
 5.4.2 Überprüfung der Güte der Anpassung ..... 130  
 5.4.3 Analyse auf Basis der Varianz-Kovarianz-Matrix oder auf Basis der Korrelationsmatrix ..... 133  
 5.5 Wie geht man bei einer Hauptkomponentenanalyse vor? ..... 135  
 5.6 Hauptkomponentenanalyse in S-PLUS ..... 140  
 5.7 Ergänzungen und weiterführende Literatur ..... 144  
 5.8 Übungen ..... 145

**6 Mehrdimensionale Skalierung** ..... 149  
 6.1 Problemstellung ..... 149  
 6.2 Metrische mehrdimensionale Skalierung ..... 150  
 6.2.1 Theorie ..... 150  
 6.2.2 Praktische Aspekte ..... 165  
 6.2.3 Metrische mehrdimensionale Skalierung der Rangreihung der Politikerpaare ..... 167  
 6.2.4 Metrische mehrdimensionale Skalierung in S-PLUS ... 169  
 6.3 Nichtmetrische mehrdimensionale Skalierung ..... 171  
 6.3.1 Theorie ..... 171  
 6.3.2 Nichtmetrische mehrdimensionale Skalierung in S-PLUS 179  
 6.4 Ergänzungen und weiterführende Literatur ..... 182  
 6.5 Übungen ..... 182

**7 Procrustes-Analyse** ..... 185  
 7.1 Problemstellung und Grundlagen ..... 185  
 7.2 Illustration der Vorgehensweise ..... 187  
 7.3 Theorie ..... 192  
 7.4 Procrustes-Analyse der Reisezeiten ..... 194  
 7.5 Procrustes-Analyse in S-PLUS ..... 196

7.6 Ergänzungen und weiterführende Literatur ..... 198  
 7.7 Übungen ..... 198

**Teil III Abhängigkeitsstrukturen**

**8 Lineare Regression** ..... 203  
 8.1 Problemstellung und Modell ..... 203  
 8.2 Schätzung der Parameter ..... 206  
 8.3 Praktische Aspekte ..... 211  
     8.3.1 Interpretation der Parameter bei mehreren erklärenden Variablen ..... 211  
     8.3.2 Die Güte der Anpassung ..... 215  
     8.3.3 Tests ..... 219  
 8.4 Lineare Regression in S-PLUS ..... 222  
 8.5 Ergänzungen und weiterführende Literatur ..... 224  
 8.6 Übungen ..... 224

**9 Explorative Faktorenanalyse** ..... 227  
 9.1 Problemstellung und Grundlagen ..... 227  
 9.2 Theorie ..... 235  
     9.2.1 Das allgemeine Modell ..... 235  
     9.2.2 Nichteindeutigkeit der Lösung ..... 238  
     9.2.3 Schätzung von  $\mathbf{L}$  und  $\Psi$  ..... 240  
 9.3 Praktische Aspekte ..... 246  
     9.3.1 Bestimmung der Anzahl der Faktoren ..... 246  
     9.3.2 Rotation ..... 247  
 9.4 Faktorenanalyse in S-PLUS ..... 249  
 9.5 Ergänzungen und weiterführende Literatur ..... 251  
 9.6 Übungen ..... 252

**10 Hierarchische loglineare Modelle** ..... 255  
 10.1 Problemstellung und Grundlagen ..... 255  
 10.2 Zweidimensionale Kontingenztafeln ..... 265  
     10.2.1 Modell 0 ..... 265  
     10.2.2 Modell  $A$  ..... 267  
     10.2.3 Der IPF-Algorithmus ..... 268  
     10.2.4 Modell  $B$  ..... 270  
     10.2.5 Modell  $A, B$  ..... 272  
     10.2.6 Modell  $AB$  ..... 274  
     10.2.7 Modellselektion ..... 274  
 10.3 Dreidimensionale Kontingenztafeln ..... 277  
     10.3.1 Das Modell der totalen Unabhängigkeit ..... 277  
     10.3.2 Das Modell der Unabhängigkeit einer Variablen ..... 281  
     10.3.3 Das Modell der bedingten Unabhängigkeit ..... 285

10.3.4 Das Modell ohne Drei-Faktor-Interaktion . . . . . 288  
 10.3.5 Das saturierte Modell . . . . . 290  
 10.3.6 Modellselektion . . . . . 291  
 10.4 Loglineare Modelle in S-PLUS . . . . . 292  
 10.5 Ergänzungen und weiterführende Literatur . . . . . 298  
 10.6 Übungen . . . . . 298

**Teil IV Gruppenstruktur**

**11 Einfaktorielle Varianzanalyse . . . . . 303**  
 11.1 Problemstellung . . . . . 303  
 11.2 Univariate einfaktorielle Varianzanalyse . . . . . 303  
     11.2.1 Theorie . . . . . 303  
     11.2.2 Praktische Aspekte . . . . . 311  
 11.3 Multivariate einfaktorielle Varianzanalyse . . . . . 317  
 11.4 Einfaktorielle Varianzanalyse in S-PLUS . . . . . 319  
 11.5 Ergänzungen und weiterführende Literatur . . . . . 322  
 11.6 Übungen . . . . . 322

**12 Diskriminanzanalyse . . . . . 325**  
 12.1 Problemstellung und theoretische Grundlagen . . . . . 325  
 12.2 Diskriminanzanalyse bei normalverteilten Grundgesamtheiten 334  
     12.2.1 Diskriminanzanalyse bei Normalverteilung mit  
         bekannten Parametern . . . . . 334  
     12.2.2 Diskriminanzanalyse bei Normalverteilung mit  
         unbekannten Parametern . . . . . 340  
 12.3 Fishers lineare Diskriminanzanalyse . . . . . 343  
 12.4 Logistische Diskriminanzanalyse . . . . . 348  
 12.5 Klassifikationsbäume . . . . . 351  
 12.6 Praktische Aspekte . . . . . 358  
 12.7 Diskriminanzanalyse in S-PLUS . . . . . 362  
 12.8 Ergänzungen und weiterführende Literatur . . . . . 369  
 12.9 Übungen . . . . . 369

**13 Clusteranalyse . . . . . 373**  
 13.1 Problemstellung . . . . . 373  
 13.2 Hierarchische Clusteranalyse . . . . . 374  
     13.2.1 Theorie . . . . . 374  
     13.2.2 Verfahren der hierarchischen Clusterbildung . . . . . 381  
     13.2.3 Praktische Aspekte . . . . . 407  
     13.2.4 Hierarchische Clusteranalyse in S-PLUS . . . . . 411  
 13.3 Partitionierende Verfahren . . . . . 414  
     13.3.1 Theorie . . . . . 414  
     13.3.2 Praktische Aspekte . . . . . 417

13.3.3 Partitionierende Verfahren in S-PLUS . . . . .	422
13.4 Clusteranalyse der Daten der Regionen . . . . .	427
13.5 Ergänzungen und weiterführende Literatur . . . . .	429
13.6 Übungen . . . . .	429

**Teil V Anhänge**

<b>A</b>	<b>Mathematische Grundlagen</b> . . . . .	435
A.1	Matrizenrechnung . . . . .	435
A.1.1	Definitionen und spezielle Matrizen . . . . .	436
A.1.2	Matrixverknüpfungen . . . . .	437
A.1.3	Die inverse Matrix . . . . .	441
A.1.4	Orthogonale Matrizen . . . . .	442
A.1.5	Spur einer Matrix . . . . .	443
A.1.6	Determinante einer Matrix . . . . .	444
A.1.7	Lineare Gleichungssysteme . . . . .	445
A.1.8	Eigenwerte und Eigenvektoren . . . . .	447
A.1.9	Die Spektralzerlegung einer symmetrischen Matrix . . . . .	449
A.1.10	Die Singulärwertzerlegung . . . . .	451
A.1.11	Quadratische Formen . . . . .	452
A.2	Extremwerte . . . . .	453
A.2.1	Der Gradient und die Hesse-Matrix . . . . .	454
A.2.2	Extremwerte ohne Nebenbedingungen . . . . .	456
A.2.3	Extremwerte unter Nebenbedingungen . . . . .	457
A.3	Matrizenrechnung in S-PLUS . . . . .	459
<b>B</b>	<b>S-PLUS-Funktionen</b> . . . . .	465
B.1	Quartile . . . . .	465
B.2	Distanzmatrix . . . . .	465
B.3	Monotone Regression . . . . .	466
B.4	STRESS1 . . . . .	467
B.5	Bestimmung einer neuen Konfiguration . . . . .	467
B.6	Kophenetische Matrix . . . . .	468
B.7	Gamma-Koeffizient . . . . .	469
B.8	Bestimmung der Zugehörigkeit zu Klassen . . . . .	469
B.9	Silhouette . . . . .	470
B.10	Zeichnen einer Silhouette . . . . .	471
<b>C</b>	<b>Tabellen</b> . . . . .	473
C.1	Standardnormalverteilung . . . . .	473
C.2	$\chi^2$ -Verteilung . . . . .	475
C.3	$t$ -Verteilung . . . . .	476
C.4	$F$ -Verteilung . . . . .	477

XVI Inhaltsverzeichnis

**Literaturverzeichnis** ..... 479



<http://www.springer.com/978-3-642-14986-3>

Multivariate Analysemethoden

Theorie und Praxis multivariater Verfahren unter  
besonderer Berücksichtigung von S-PLUS

Handl, A.

2010, XVI, 491 S. 100 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-14986-3