

Inhaltsübersicht

| | |
|--|------------|
| Danksagung und Vorwort zur 4. Auflage | 21 |
| Wegweiser | 23 |
| I Forschungsmethoden | 33 |
| 1 Was sind Methoden, und wozu sind sie gut? | 35 |
| 2 Struktur und Ablauf wissenschaftlicher Untersuchungen | 39 |
| 3 Methoden der Datengewinnung | 51 |
| 4 Forschungsansätze und -strategien in der Psychologie | 81 |
| II Messtheoretische und deskriptivstatistische Grundlagen | 101 |
| 5 Messtheoretische Grundlagen | 103 |
| 6 Univariate Deskriptivstatistik | 127 |
| III Wahrscheinlichkeitstheorie und inferenzstatistische Grundlagen | 169 |
| 7 Wahrscheinlichkeitstheorie und Wahrscheinlichkeitsverteilungen | 171 |
| 8 Grundlagen der Inferenzstatistik | 217 |
| 9 Die Welt inferenzstatistischer Verfahren: Überblick, Systematik, Auswahlstrategien | 279 |
| IV Methoden zum Vergleich von Gruppen | 299 |
| 10 Einstichproben- und Anpassungstests | 301 |
| 11 Unterschiede zwischen zwei unabhängigen Stichproben | 331 |
| 12 Unterschiede zwischen zwei abhängigen Stichproben | 367 |
| 13 Unterschiede zwischen mehreren unabhängigen Stichproben: Varianzanalyse und verwandte Verfahren | 391 |
| 14 Unterschiede zwischen mehreren abhängigen Stichproben: Varianzanalyse mit Messwiederholung und verwandte Verfahren | 461 |
| 15 Unterschiede zwischen mehreren Stichproben auf mehreren abhängigen Variablen: Multivariate Varianzanalyse | 505 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| V | Zusammenhangs- und Regressionsanalyse | 527 |
| 16 | Zusammenhänge zwischen zwei Variablen: Korrelations- und Assoziationsmaße | 529 |
| 17 | Abhängigkeiten zwischen zwei Variablen: Einfache lineare Regression | 589 |
| 18 | Partialkorrelation und Semipartialkorrelation | 615 |
| 19 | Multiple Regressionsanalyse | 629 |
| 20 | Hierarchische lineare Modelle (Mehrebenenanalyse) | 727 |
| 21 | Log-lineare Modelle und Logit-Modelle | 769 |
| 22 | Logistische Regressionsanalyse | 799 |
| VI | Modelle mit latenten Variablen | 841 |
| 23 | Messfehlertheorie und Klassische Testtheorie | 843 |
| 24 | Mehrdimensionale Messmodelle und konfirmatorische Faktorenanalyse | 877 |
| 25 | Exploratorische Faktorenanalyse und Hauptkomponentenanalyse | 919 |
| 26 | Pfadanalyse und lineare Strukturgleichungsmodelle | 951 |
| | Anhang | 979 |
| | Glossar | 981 |
| | Literaturverzeichnis | 999 |
| | Hinweise zu den Online-Materialien | 1017 |
| | Anhang A: Tabellen | 1019 |
| | Anhang B: Matrixalgebra | 1051 |
| | Sachwortverzeichnis | 1063 |

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Danksagung und Vorwort zur 4. Auflage | 21 |
| Wegweiser | 23 |
| I Forschungsmethoden | 33 |
| 1 Was sind Methoden, und wozu sind sie gut? | 35 |
| 1.1 Erkenntnismethoden und Interventionsmethoden | 35 |
| 1.2 Methoden der Datengewinnung und der Datenauswertung | 36 |
| 1.3 Warum sind Methodenkenntnisse wichtig? | 37 |
| 2 Struktur und Ablauf wissenschaftlicher Untersuchungen | 39 |
| 2.1 Hypothesen, Ebenen wissenschaftlicher Aussagen und die Überbrückungsproblematik | 39 |
| 2.1.1 Prüfbar und nicht-prüfbar Aussagen | 39 |
| 2.1.2 Wissenschaftliche Hypothesen | 40 |
| 2.1.3 Überbrückungsprobleme | 41 |
| 2.2 Schritte im Forschungsprozess | 42 |
| 2.2.1 Entstehung eines Erkenntnisinteresses | 42 |
| 2.2.2 Sammlung verfügbaren Wissens | 43 |
| 2.2.3 Entwicklung einer Fragestellung oder Hypothese | 43 |
| 2.2.4 Planung einer Untersuchung | 44 |
| 2.2.5 Durchführung der Untersuchung | 46 |
| 2.2.6 Auswertung der Daten | 47 |
| 2.2.7 Schlussfolgerungen aus der Untersuchung | 48 |
| 2.2.8 Mitteilung der Untersuchung | 48 |
| 3 Methoden der Datengewinnung | 51 |
| 3.1 Kriterien für die Wahl einer Erhebungsmethode | 51 |
| 3.2 Ordnungsmöglichkeiten | 52 |
| 3.3 Darstellung einzelner Erhebungsmethoden | 55 |
| 3.3.1 Verhaltensbeobachtung | 55 |
| 3.3.2 Gespräch (Interview, Exploration, Anamnese) | 57 |
| 3.3.3 Schriftliche Befragung und Fragebogen | 59 |
| 3.3.4 Textanalytische Methoden | 62 |
| 3.3.5 Tests | 63 |
| 3.3.6 Computerbasierte Verfahren | 65 |
| 3.3.7 Apparative Verfahren zur Erfassung psychomotorischer Leistungen | 67 |
| 3.3.8 Psychobiologische Verfahren | 68 |
| 3.3.9 Nicht-reaktiv gewonnene Daten | 70 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 3.3.10 | Projektive Verfahren | 71 |
| 3.3.11 | Reaktionszeitgestützte Verfahren | 72 |
| 3.4 | Multimethodale Erfassung menschlichen Erlebens und Verhaltens | 74 |
| | | |
| 4 | Forschungsansätze und -strategien in der Psychologie | 81 |
| | | |
| 4.1 | Methodologische Grundbegriffe | 82 |
| 4.1.1 | Variablen und Konstanten | 82 |
| 4.1.2 | Merkmale und Merkmalsträger | 82 |
| 4.1.3 | Arten von Variablen in der Psychologie | 82 |
| 4.2 | Voraussetzungen für kausale Schlussfolgerungen | 84 |
| 4.3 | Experimenteller Ansatz | 85 |
| 4.3.1 | Systematische Störvariablen | 86 |
| 4.3.2 | Unsystematische Störvariablen | 87 |
| 4.3.3 | Kontrolle von Störvariablen | 87 |
| 4.3.4 | Externe Validität | 90 |
| 4.4 | Quasi-experimenteller Ansatz | 92 |
| 4.5 | Korrelativer Ansatz | 94 |
| 4.6 | Sekundär- und Metaanalysen | 96 |
| | | |
| II | Messtheoretische und deskriptivstatistische Grundlagen | 101 |
| | | |
| 5 | Messtheoretische Grundlagen | 103 |
| | | |
| 5.1 | Skalenniveau | 103 |
| 5.1.1 | Skalenniveaus im Überblick | 104 |
| 5.1.2 | Skalenniveau und andere Variablenarten | 106 |
| 5.2 | Messen in der Psychologie: Grundideen am Beispiel der Nominalskala | 106 |
| 5.2.1 | Relation | 106 |
| 5.2.2 | Relativ (relationales System) | 108 |
| 5.2.3 | Homomorphismus | 109 |
| 5.2.4 | Grundlegende Fragen der Messtheorie | 109 |
| 5.3 | Definition der Nominalskala | 110 |
| 5.3.1 | Das empirische Relativ der Nominalskala | 110 |
| 5.3.2 | Das numerische Relativ der Nominalskala | 111 |
| 5.3.3 | Nominalskala und Nominalskalenmodell | 112 |
| 5.3.4 | Zulässige Transformationen und Eindeutigkeit | 112 |
| 5.3.5 | Bedeutsamkeit | 113 |
| 5.3.6 | Anwendung von Nominalskalen | 113 |
| 5.3.7 | Das Wesentliche zum Nominalskalenmodell | 114 |
| 5.4 | Definition der Ordinalskala | 114 |
| 5.4.1 | Das empirische Relativ der Ordinalskala | 114 |
| 5.4.2 | Das numerische Relativ der Ordinalskala | 115 |
| 5.4.3 | Ordinalskala und Ordinalskalenmodell | 116 |
| 5.4.4 | Zulässige Transformationen und Eindeutigkeit | 118 |
| 5.4.5 | Bedeutsamkeit | 119 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 5.4.6 | Anwendung von Ordinalskalen | 119 |
| 5.4.7 | Das Wesentliche zum Ordinalskalenmodell | 120 |
| 5.5 | Kardinalskalierte oder metrische Variablen | 120 |
| 5.5.1 | Definition der Intervallskala | 121 |
| 5.5.2 | Definition der Verhältnisskala | 122 |
| 5.5.3 | Definition der Absolutskala | 123 |
| 5.6 | Inklusionsregel zulässiger Transformationen | 123 |
| | | |
| 6 | Univariate Deskriptivstatistik | 127 |
| | | |
| 6.1 | Grundbegriffe der Deskriptivstatistik | 127 |
| 6.1.1 | Datenmatrix | 127 |
| 6.1.2 | Häufigkeitsverteilung | 128 |
| 6.2 | Deskriptivstatistik für nominalskalierte Variablen | 133 |
| 6.2.1 | Zentrale Tendenz und Modalwert | 133 |
| 6.2.2 | Dispersion und relativer Informationsgehalt | 133 |
| 6.3 | Deskriptivstatistik für ordinalskalierte Variablen | 135 |
| 6.3.1 | Häufigkeitsverteilungen | 136 |
| 6.3.2 | Zentrale Tendenz und Median | 139 |
| 6.3.3 | Dispersion und Interquartilsbereich | 140 |
| 6.4 | Deskriptivstatistik für metrische Variablen | 143 |
| 6.4.1 | Häufigkeitsverteilungen | 143 |
| 6.4.2 | Kennwerte der zentralen Tendenz | 153 |
| 6.4.3 | Quantile | 159 |
| 6.4.4 | Streuungskennwerte | 160 |
| 6.4.5 | Schiefe und Kurtosis | 164 |
| 6.5 | Standardwerte und z-Transformation | 165 |
| 6.6 | Bivariate und multivariate Deskriptivstatistik | 166 |
| | | |
| III | Wahrscheinlichkeitstheorie und inferenzstatistische Grundlagen | 169 |
| | | |
| 7 | Wahrscheinlichkeitstheorie und Wahrscheinlichkeitsverteilungen | 171 |
| | | |
| 7.1 | Wahrscheinlichkeiten für Zufallseignisse | 172 |
| 7.1.1 | Zufallsvorgang, Zufallsexperiment und Ergebnisraum | 172 |
| 7.1.2 | Zufallseignis | 173 |
| 7.1.3 | Laplace-Wahrscheinlichkeit und Laplace-Experiment | 174 |
| 7.1.4 | Kombinatorik | 175 |
| 7.1.5 | Definition der Wahrscheinlichkeit nach Kolmogorov | 177 |
| 7.1.6 | Bedingte Wahrscheinlichkeiten | 183 |
| 7.1.7 | Das Bayes-Theorem | 185 |
| 7.2 | Wahrscheinlichkeitsverteilungen für diskrete Zufallsvariablen | 191 |
| 7.2.1 | Gleichverteilung | 196 |
| 7.2.2 | Bernoulli-Verteilung und Indikatorvariablen | 196 |
| 7.2.3 | Binomialverteilung | 197 |
| 7.2.4 | Multinomialverteilung | 201 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 7.2.5 | Hypergeometrische Verteilung | 201 |
| 7.2.6 | Geometrische Verteilung | 202 |
| 7.2.7 | Poisson-Verteilung | 202 |
| 7.3 | Wahrscheinlichkeitsverteilungen für stetige Zufallsvariablen | 202 |
| 7.3.1 | Gleichverteilung | 206 |
| 7.3.2 | Exponentialverteilung | 207 |
| 7.3.3 | Normalverteilung | 208 |
| 7.3.4 | Weitere stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen | 211 |
| 8 | Grundlagen der Inferenzstatistik | 217 |
| 8.1 | Der Nullhypothesentest nach Fisher | 218 |
| 8.2 | Binäres Entscheidungskonzept von Neyman und Pearson | 221 |
| 8.3 | Effektgrößen | 228 |
| 8.4 | Statistisches Testen an Stichproben | 230 |
| 8.5 | Parameterschätzung | 242 |
| 8.5.1 | Gütekriterien der Parameterschätzung | 242 |
| 8.5.2 | Konfidenzintervall | 248 |
| 8.5.3 | Schätzung des Standardfehlers bei unbekannter Populationsvarianz | 253 |
| 8.6 | Konfidenzintervalle für Effektgrößen | 256 |
| 8.6.1 | Konfidenzintervall für Effektgrößen bei bekannter Populationsstandardabweichung | 256 |
| 8.6.2 | Konfidenzintervall für Effektgrößen bei unbekannter Populationsstandardabweichung | 259 |
| 8.7 | Testplanung und Poweranalyse | 262 |
| 8.7.1 | Post-hoc-Poweranalyse | 263 |
| 8.7.2 | A-priori-Poweranalyse | 264 |
| 8.8 | Das Überprüfen statistischer Hypothesen in der Psychologie: Zusammenfassung und allgemeine Empfehlungen | 265 |
| 8.8.1 | Schritte beim statistischen Testen | 266 |
| 8.8.2 | Statistisches Testen in der wissenschaftlichen Praxis | 266 |
| 8.8.3 | Empfehlungen der »Task Force on Statistical Inference« | 267 |
| 8.9 | Replikation von Forschungsergebnissen | 269 |
| 8.9.1 | Notwendigkeit und Vernachlässigung von Replikationen | 269 |
| 8.9.2 | Präferenz für signifikante Befunde | 269 |
| 8.9.3 | Subtile Strategien der Fälschung von Forschungsergebnissen | 271 |
| 8.9.4 | Neue Entwicklungen | 272 |
| 9 | Die Welt inferenzstatistischer Verfahren: Überblick, Systematik, Auswahlstrategien | 279 |
| 9.1 | Warum braucht man verschiedene statistische Tests? | 279 |
| 9.2 | Unterscheidungsmerkmale statistischer Tests | 280 |
| 9.2.1 | Exakte vs. asymptotische Tests | 280 |
| 9.2.2 | Parametrische vs. nonparametrische Verfahren | 281 |
| 9.2.3 | Robuste Verfahren | 281 |
| 9.2.4 | Resampling-Verfahren | 282 |
| 9.3 | Population, Stichprobe und Repräsentativität: Konsequenzen für inferenzstatistische Verfahren | 285 |
| 9.3.1 | Population (Grundgesamtheit) | 285 |
| 9.3.2 | Stichprobe | 288 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 9.3.3 | Repräsentativität und fehlende Werte | 290 |
| 9.4 | Auswahl eines Verfahrens | 292 |
| 9.4.1 | Univariate, bivariate, multivariate Verfahren | 292 |
| 9.4.2 | Gerichtete vs. ungerichtete Zusammenhänge | 293 |
| 9.4.3 | Manifeste vs. latente Variablen | 294 |
| 9.4.4 | Skalenniveau und Variablenart | 294 |
| 9.4.5 | Auswahl eines statistischen Verfahrens | 295 |
| 9.5 | Weiterer Aufbau des Buches | 296 |

IV Methoden zum Vergleich von Gruppen 299

10 Einstichproben- und Anpassungstests 301

| | | |
|--------|---|-----|
| 10.1 | Vergleich eines Mittelwerts mit einem fixen Wert | 301 |
| 10.2 | Vergleich eines Medians mit einem fixen Wert | 305 |
| 10.3 | Vergleich einer Stichprobenvarianz mit einer Populationsvarianz | 310 |
| 10.4 | Vergleich einer relativen Häufigkeit mit einer theoretischen Wahrscheinlichkeit (Binomialtest) | 315 |
| 10.5 | Vergleich der Häufigkeitsverteilung eines kategorialen Merkmals mit einer theoretisch erwarteten Verteilung | 317 |
| 10.6 | Überprüfung von Verteilungsannahmen bei stetigen Merkmalen | 322 |
| 10.6.1 | Kolmogorov-Smirnov-Test (KS-Anpassungstest) | 322 |
| 10.6.2 | χ^2 -Anpassungstest | 326 |

11 Unterschiede zwischen zwei unabhängigen Stichproben 331

| | | |
|--------|---|-----|
| 11.1 | Vergleich zweier Stichprobenmittelwerte (Zweistichprobentests) | 331 |
| 11.1.1 | Bekannte Populationsvarianzen: Der Zweistichproben-Gauß-Test | 331 |
| 11.1.2 | Unbekannte Populationsvarianzen: Der t -Test für unabhängige Stichproben | 334 |
| 11.2 | Vergleich zweier Stichprobenmediane (Wilcoxon-Rangsummen-Test bzw. U -Test) | 343 |
| 11.3 | Vergleich zweier Stichprobenvarianzen (Varianzhomogenitätstests) | 349 |
| 11.3.1 | F -Test auf Varianzhomogenität | 349 |
| 11.3.2 | Levene-Test | 352 |
| 11.4 | Vergleich von Häufigkeitsverteilungen zwischen zwei unabhängigen Stichproben | 354 |
| 11.4.1 | Vierfelder- χ^2 -Test | 354 |
| 11.4.2 | Fisher-Yates-Test | 359 |
| 11.5 | Der Zweistichproben- χ^2 -Test | 360 |

12 Unterschiede zwischen zwei abhängigen Stichproben 367

| | | |
|--------|--|-----|
| 12.1 | Vergleich der zentralen Tendenz zweier abhängiger Stichproben | 369 |
| 12.1.1 | Parametrischer Test: Der t -Test für abhängige Stichproben | 369 |
| 12.1.2 | Nonparametrische Tests | 377 |
| 12.2 | Vergleich von Häufigkeitsverteilungen zwischen zwei abhängigen Stichproben | 381 |
| 12.2.1 | Dichotome Merkmale: Der McNemar-Test | 381 |
| 12.2.2 | Mehrkategoriale Merkmale: Der Bowker-Test | 386 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 13 | Unterschiede zwischen mehreren unabhängigen Stichproben: Varianzanalyse und verwandte Verfahren | 391 |
| 13.1 | Einfaktorielle Varianzanalyse | 392 |
| 13.1.1 | Grundidee der Varianzanalyse | 392 |
| 13.1.2 | Messwertzerlegung | 393 |
| 13.1.3 | Zerlegung der Bedingungsmittelwerte und Effekte einzelner Bedingungen | 394 |
| 13.1.4 | Quadratsummenzerlegung | 396 |
| 13.1.5 | Populationsmodell der einfaktoriellen Varianzanalyse | 399 |
| 13.1.6 | Schätzung der Populationsparameter | 402 |
| 13.1.7 | Überprüfung der Nullhypothese: Der <i>F</i> -Test der einfaktoriellen Varianzanalyse | 404 |
| 13.1.8 | Verletzungen der Voraussetzungen | 408 |
| 13.1.9 | Effektgrößenmaße und Konfidenzintervall | 409 |
| 13.1.10 | Poweranalyse | 413 |
| 13.1.11 | Varianzanalyse mit zufälligen Effekten | 415 |
| 13.1.12 | Paarvergleiche und Post-hoc-Tests | 415 |
| 13.1.13 | Kontrastanalyse | 420 |
| 13.2 | Zweifaktorielle Varianzanalyse | 430 |
| 13.2.1 | Grundidee der zweifaktoriellen Varianzanalyse | 432 |
| 13.2.2 | Messwertzerlegung | 432 |
| 13.2.3 | Quadratsummenzerlegung | 438 |
| 13.2.4 | Populationsmodell der zweifaktoriellen Varianzanalyse | 441 |
| 13.2.5 | Schätzung der Populationsparameter | 443 |
| 13.2.6 | Überprüfung der Nullhypothesen | 443 |
| 13.2.7 | Effektgrößenmaße und Konfidenzintervalle | 447 |
| 13.2.8 | Post-hoc-Tests und geplante Kontraste | 450 |
| 13.2.9 | Ungleiche Stichprobengrößen: Nonorthogonale Varianzanalyse | 453 |
| 13.2.10 | Mehrfaktorielle Varianzanalyse | 453 |
| 13.3 | Test auf Gruppenunterschiede für Rangdaten (Kruskal-Wallis-Test) | 454 |
| 13.4 | Verfahren für kategoriale abhängige Variablen | 456 |
| 14 | Unterschiede zwischen mehreren abhängigen Stichproben: Varianzanalyse mit Messwiederholung und verwandte Verfahren | 461 |
| 14.1 | Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung | 462 |
| 14.1.1 | Messwertzerlegung | 464 |
| 14.1.2 | Quadratsummenzerlegung | 464 |
| 14.1.3 | Effektgrößenmaße | 467 |
| 14.1.4 | Populationsmodell der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung | 469 |
| 14.1.5 | Schätzung der Populationsparameter | 471 |
| 14.1.6 | Inferenzstatistik der einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung | 472 |
| 14.1.7 | Sphärizität und Compound Symmetry | 474 |
| 14.1.8 | Effektgrößenmaße und Konfidenzintervalle | 477 |
| 14.1.9 | A-priori-Poweranalyse: Planung des optimalen Stichprobenumfangs | 479 |
| 14.1.10 | Kontrastanalyse | 481 |
| 14.2 | Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung | 484 |
| 14.2.1 | Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf beiden Faktoren | 484 |
| 14.2.2 | Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor | 492 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 14.3 | Nichtparametrischer Test für Medianunterschiede zwischen abhängigen Stichproben (Friedman-Test) | 500 |
| 14.4 | Verfahren für kategoriale abhängige Variablen | 502 |
| 15 | Unterschiede zwischen mehreren Stichproben auf mehreren abhängigen Variablen: Multivariate Varianzanalyse | 505 |
| 15.1 | Multivariate vs. univariate Varianzanalysen | 505 |
| 15.2 | Zielsetzungen und Grundideen der multivariaten Varianzanalyse | 506 |
| 15.3 | Einfaktorielle multivariate Varianzanalyse | 507 |
| 15.3.1 | Messwertzerlegung | 507 |
| 15.3.2 | Quadratsummenzerlegung | 508 |
| 15.3.3 | Kreuzproduktsummenzerlegung | 508 |
| 15.3.4 | Zusammenfassende Darstellung der Quadrat- und Kreuzproduktsummen | 509 |
| 15.3.5 | Diskriminanzfunktion | 510 |
| 15.3.6 | Effektgröße $\hat{\eta}_{\text{mult}-A}^2$ | 514 |
| 15.3.7 | Populationsmodell der multivariaten Varianzanalyse | 515 |
| 15.3.8 | Überprüfung der Nullhypothese | 516 |
| 15.3.9 | Effektgrößen und Konfidenzintervalle | 520 |
| 15.3.10 | Poweranalyse | 522 |
| 15.3.11 | Post-hoc-Tests und Kontrastanalyse | 523 |
| 15.4 | Spezialfälle und Erweiterungen | 524 |
| V | Zusammenhangs- und Regressionsanalyse | 527 |
| 16 | Zusammenhänge zwischen zwei Variablen: Korrelations- und Assoziationsmaße | 529 |
| 16.1 | Erläuterung des Korrelationsprinzips an drei Beispielen | 529 |
| 16.2 | Tabellarische und grafische Darstellung von bivariaten Messwertreihen | 531 |
| 16.3 | Korrelationskoeffizienten | 535 |
| 16.3.1 | Zwei metrische Variablen | 535 |
| 16.3.2 | Zwei ordinalskalierte Variablen | 543 |
| 16.3.3 | Zwei dichotome nominalskalierte Variablen | 553 |
| 16.3.4 | Zwei polytome nominalskalierte Variablen | 561 |
| 16.3.5 | Eine dichotome Variable und eine metrische Variable | 565 |
| 16.3.6 | Eine dichotome nominalskalierte Variable und eine ordinalskalierte Variable | 566 |
| 16.3.7 | Weitere Skalenkombinationen | 568 |
| 16.3.8 | Wahl eines Korrelationskoeffizienten | 569 |
| 16.4 | Inferenzstatistik zu bivariaten Zusammenhangsmaßen | 569 |
| 16.4.1 | Zwei metrische Variablen | 570 |
| 16.4.2 | Assoziationsmaße für ordinale Variablen | 579 |
| 16.4.3 | Assoziationsmaße für dichotome Variablen | 582 |
| 16.4.4 | Assoziationsmaße für nominalskalierte Variablen | 584 |
| 16.4.5 | Andere Assoziationsmaße | 585 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 17 | Abhängigkeiten zwischen zwei Variablen: Einfache lineare Regression | 589 |
| 17.1 | Kleinste-Quadrate-Kriterium | 591 |
| 17.2 | Regressionsgleichung | 595 |
| 17.3 | Regressionsresiduum | 596 |
| 17.4 | Quadratsummenzerlegung und Varianzzerlegung | 597 |
| 17.5 | Determinationskoeffizient und Indeterminationskoeffizient | 598 |
| 17.6 | Negatives Regressionsgewicht und Regressionsrichtung | 599 |
| 17.6.1 | Negatives Regressionsgewicht | 599 |
| 17.6.2 | Regressionsrichtung | 600 |
| 17.7 | Regression standardisierter Werte | 601 |
| 17.8 | Bedeutung der linearen Regression | 602 |
| 17.9 | Inferenzstatistik der einfachen linearen Regression | 602 |
| 17.9.1 | Populationsmodell der einfachen linearen Regression | 603 |
| 17.9.2 | Inferenzstatistische Schätzung und Testung | 604 |
| 17.9.3 | Schätzung der Residualvarianz und des Standardschätzfehlers | 606 |
| 17.9.4 | Schätzung und Überprüfung des Regressionsgewichts β_1 | 606 |
| 17.9.5 | Schätzung und Überprüfung des Achsenabschnitts β_0 | 607 |
| 17.9.6 | Schätzung der bedingten Erwartungswerte | 608 |
| 17.9.7 | Vorhersage individueller Kriteriumswerte | 609 |
| 17.9.8 | Schätzung und Überprüfung des Determinationskoeffizienten | 609 |
| 18 | Partialkorrelation und Semipartialkorrelation | 615 |
| 18.1 | Aufgaben und Ziele der Partial- und Semipartialkorrelation | 615 |
| 18.2 | Partialkorrelation | 620 |
| 18.3 | Semipartialkorrelation | 624 |
| 18.4 | Inferenzstatistische Absicherung der Partial- und der Semipartialkorrelation | 626 |
| 19 | Multiple Regressionsanalyse | 629 |
| 19.1 | Zielsetzungen der multiplen Regressionsanalyse | 629 |
| 19.1.1 | Berücksichtigung von Redundanzen und Kontrolle von Störvariablen | 629 |
| 19.1.2 | Prognose und Erklärung | 629 |
| 19.1.3 | Analyse komplexer Zusammenhänge | 630 |
| 19.2 | Notation | 631 |
| 19.3 | Lineare Regression für zwei metrische unabhängige Variablen | 632 |
| 19.3.1 | Multiple Regression als kompensatorisches Modell | 632 |
| 19.3.2 | Grafische Darstellung | 633 |
| 19.3.3 | Bestimmung der Regressionskoeffizienten | 633 |
| 19.4 | Bedeutung der Regressionsgewichte | 636 |
| 19.4.1 | Multiple Regressionsgewichte als Regressionsgewichte bedingter einfacher Regressionen | 636 |
| 19.4.2 | Multiple Regressionsgewichte als Regressionsgewichte von Regressionsresiduen | 637 |
| 19.4.3 | Unstandardisierte vs. standardisierte Regressionsgewichte | 639 |
| 19.5 | Lineare Regression für mehrere metrische unabhängige Variablen | 640 |
| 19.6 | Multiple Korrelation und Determinationskoeffizient | 641 |

| | |
|--|-----|
| 19.7 Inferenzstatistik zur multiplen Regressionsanalyse | 644 |
| 19.7.1 Populationsmodell der multiplen Regression | 644 |
| 19.7.2 Inferenzstatistische Schätzung und Testung | 645 |
| 19.7.3 Schätzung der Residualvarianz und des Standardschätzfehlers | 646 |
| 19.7.4 Schätzung, Signifikanztest und Konfidenzintervalle für die multiple Korrelation und den Determinationskoeffizienten | 646 |
| 19.7.5 Schätzung, Signifikanztest und Konfidenzintervalle für einen Partialregressionskoeffizienten β_j | 649 |
| 19.7.6 Schätzung, Signifikanztest und Konfidenzintervalle für einen Satz unabhängiger Variablen | 652 |
| 19.7.7 Verfahren zur Auswahl unabhängiger Variablen | 655 |
| 19.7.8 Schätzung und Überprüfung des Achsenabschnitts β_0 | 658 |
| 19.7.9 Schätzung der bedingten Erwartungswerte und individuell prognostizierter Werte | 658 |
| 19.8 Suppressorvariable | 659 |
| 19.9 Moderierte Regressionsanalyse | 663 |
| 19.9.1 Moderierte Regressionsanalyse: Zwei unabhängige Variablen | 664 |
| 19.9.2 Moderierte Regression mit zentrierten Variablen | 666 |
| 19.9.3 Inferenzstatistische Absicherung eines Moderatoreffekts | 670 |
| 19.10 Analyse nicht-linearer Zusammenhänge | 673 |
| 19.11 Analyse kategorialer unabhängiger Variablen | 676 |
| 19.11.1 Dummy-Codierung | 676 |
| 19.11.2 Effektcodierung | 679 |
| 19.11.3 Vergleich von Dummy- und Effektcodierung | 682 |
| 19.11.4 Inferenzstatistische Absicherung der Regressionsparameter | 683 |
| 19.11.5 Analyse mehrerer kategorialer unabhängiger Variablen | 684 |
| 19.11.6 Ordinale unabhängige Variablen | 690 |
| 19.12 Gemeinsame Analyse kategorialer und metrischer unabhängiger Variablen | 690 |
| 19.12.1 Additive Verknüpfung kategorialer und kontinuierlicher Variablen: Kovarianzanalyse | 690 |
| 19.12.2 Kovarianzanalyse in quasi-experimentellen Designs | 694 |
| 19.12.3 Interaktionen zwischen kategorialen und kontinuierlichen Variablen | 702 |
| 19.13 Regressionsdiagnostik | 704 |
| 19.13.1 Korrekte Spezifikation des Modells | 704 |
| 19.13.2 Messfehlerfreiheit der unabhängigen Variablen | 706 |
| 19.13.3 Ausreißer und einflussreiche Datenpunkte | 707 |
| 19.13.4 Multikollinearität | 712 |
| 19.13.5 Homoskedastizität | 714 |
| 19.13.6 Unabhängigkeit der Residuen | 715 |
| 19.13.7 Normalverteilung der Residuen | 716 |
| 19.13.8 Multivariate Normalverteilung der Variablen | 720 |
| 19.13.9 Verletzung der Annahmen und Konsequenzen | 720 |
| | |
| 20 Hierarchische lineare Modelle (Mehrebenenanalyse) | 727 |
| 20.1 Hierarchische Datenstrukturen | 727 |
| 20.1.1 Risiko falscher Schlüsse bei der Interpretation von Zusammenhängen | 728 |
| 20.1.2 Verletzung der Unabhängigkeitsannahme | 730 |
| 20.1.3 Mehrebenenmodelle: Ein Überblick | 732 |
| 20.2 Modelle der Mehrebenenanalyse | 732 |
| 20.2.1 Das Intercept-Only-Modell | 732 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 20.2.2 | Das Random-Intercept-Modell | 734 |
| 20.2.3 | Das Random-Coefficients-Modell | 735 |
| 20.2.4 | Modelle mit festen Level-1- und Level-2-Effekten | 738 |
| 20.2.5 | Analyse von Kontexteffekten | 739 |
| 20.2.6 | Modelle mit Cross-Level-Interaktionseffekt | 744 |
| 20.3 | Parameterschätzung, inferenzstatistische Absicherung und Varianzaufklärung | 745 |
| 20.3.1 | Schätzung der Modellparameter | 745 |
| 20.3.2 | Inferenzstatistische Absicherung der Modellparameter | 746 |
| 20.3.3 | Passung des Modells auf die Daten | 748 |
| 20.3.4 | Wie viel Varianz klärt ein Prädiktor auf? | 750 |
| 20.3.5 | Poweranalyse und Stichprobenumfangsplanung | 754 |
| 20.4 | Modelle der Veränderungsmessung | 756 |
| 20.4.1 | Trendmodelle | 757 |
| 20.4.2 | Kontrastanalysen | 762 |
| 20.5 | Weitere Modelle | 766 |
| | | |
| 21 | Log-lineare Modelle und Logit-Modelle | 769 |
| | | |
| 21.1 | Zielsetzungen der log-linearen Analyse | 769 |
| 21.1.1 | Das Simpson-Paradox | 769 |
| 21.1.2 | Ein einführendes Beispiel: Sonnenschutzverhalten | 771 |
| 21.2 | Log-lineare Modelle für eine Analyse einer 2×2-Kontingenztabelle | 772 |
| 21.2.1 | Das multiplikative Modell | 772 |
| 21.2.2 | Das additive Modell | 774 |
| 21.2.3 | Das Modell mit einer Referenzkategorie | 777 |
| 21.2.4 | Vergleich der verschiedenen Formulierungen des Modells | 778 |
| 21.2.5 | Allgemeiner Fall einer $I \times J$ -Kontingenztabelle | 778 |
| 21.3 | Inferenzstatistische Absicherung | 779 |
| 21.3.1 | Populationsmodelle für eine 2×2-Kontingenztabelle | 779 |
| 21.3.2 | Parameterschätzung und Hypothesentestung | 780 |
| 21.3.3 | Standardfehler und Konfidenzintervalle | 781 |
| 21.3.4 | Signifikanztests | 782 |
| 21.4 | Überprüfung von Modellen | 783 |
| 21.4.1 | Statistische Überprüfung von Modellannahmen | 783 |
| 21.4.2 | Unabhängigkeitsmodell und saturiertes Modell | 785 |
| 21.4.3 | Hierarchische und nicht-hierarchische log-lineare Modelle | 786 |
| 21.4.4 | Modellvergleiche | 786 |
| 21.4.5 | Spezifikation von Modellen beim produkt-multinomialen Erhebungsschema | 787 |
| 21.4.6 | Effektgröße und Konfidenzintervall | 788 |
| 21.4.7 | Bestimmung der optimalen Stichprobengröße | 788 |
| 21.5 | Log-lineare Modelle für eine 2×2×2-Kontingenztabelle | 790 |
| 21.5.1 | Multiplikatives Modell | 790 |
| 21.5.2 | Additives Modell | 791 |
| 21.5.3 | Parameterschätzung und Modelltestung | 791 |
| 21.5.4 | Das log-lineare Modell für eine $I \times J \times K$ -Kontingenztabelle | 794 |
| 21.6 | Logit-Modell | 794 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 22 | Logistische Regressionsanalyse | 799 |
| 22.1 | Grundidee der logistischen Regressionsanalyse für dichotome abhängige Variablen | 799 |
| 22.1.1 | Einfache logistische Regressionsanalyse | 800 |
| 22.1.2 | Multiple logistische Regression | 809 |
| 22.2 | Parameterschätzung | 811 |
| 22.3 | Hypothesenprüfung | 812 |
| 22.3.1 | Hypothesentests für einen einzelnen Parameter | 812 |
| 22.3.2 | Hypothesentests für ein Set von unabhängigen Variablen | 815 |
| 22.3.3 | Hypothesentests in Bezug auf alle unabhängigen Variablen | 816 |
| 22.3.4 | Zerlegung der Likelihood-Ratio-Teststatistik | 816 |
| 22.4 | Effektgrößen | 817 |
| 22.5 | Klassifikation | 819 |
| 22.6 | Bestimmung der optimalen Stichprobengröße | 820 |
| 22.7 | Voraussetzungen der Maximum-Likelihood-Schätzung und Hypothesentestung | 822 |
| 22.8 | Regressionsdiagnostik | 823 |
| 22.8.1 | Korrekte Spezifikation des Modells und Modellanpassungsgüte | 823 |
| 22.8.2 | Messfehlerbehaftetheit der unabhängigen Variablen und Multikollinearität | 826 |
| 22.8.3 | Identifikation von Ausreißern und einflussreichen Datenpunkten | 826 |
| 22.8.4 | Nullzellenproblem | 827 |
| 22.9 | Logistisches Regressionsmodell für mehrkategoriale nominalskalierte abhängige Variablen | 828 |
| 22.10 | Logistisches Regressionsmodell für ordinalskalierte abhängige Variablen | 832 |
| | | |
| VI | Modelle mit latenten Variablen | 841 |
| | | |
| 23 | Messfehlertheorie und Klassische Testtheorie | 843 |
| 23.1 | Theoretische Konzepte der Klassischen Testtheorie | 843 |
| 23.1.1 | Theoretische Konzeption des Messfehlers | 844 |
| 23.1.2 | Theoretische Konzeption des wahren Wertes | 846 |
| 23.1.3 | Eigenschaften der Messfehler- und der True-Score-Variablen | 848 |
| 23.1.4 | Theoretische Konzeption der Reliabilität | 849 |
| 23.2 | Messmodelle | 851 |
| 23.2.1 | Modell essenziell τ -äquivalenter Variablen | 851 |
| 23.2.2 | Modell essenziell τ -paralleler Variablen | 859 |
| 23.2.3 | Modell τ -äquivalenter Variablen | 860 |
| 23.2.4 | Modell τ -paralleler Variablen | 860 |
| 23.2.5 | Zwischenfazit | 861 |
| 23.2.6 | Modell τ -kongenerischer Variablen | 863 |
| 23.3 | Vergleich der verschiedenen Testmodelle | 869 |
| 23.4 | Funktion von Testmodellen für die Psychodiagnostik | 870 |
| 23.4.1 | Itemselektion und Testkonstruktion | 870 |
| 23.4.2 | Messung latenter Merkmalsausprägungen | 872 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 24 | Mehrdimensionale Messmodelle und konfirmatorische Faktorenanalyse | 877 |
| 24.1 | Ein einführendes Beispiel: Die Konvergenz von Selbst- und Fremdbbericht | 877 |
| 24.1.1 | Ein zweidimensionales Modell | 879 |
| 24.1.2 | Ein alternatives Modell: Modell mit Methodenfaktor | 880 |
| 24.1.3 | Verschiedene Darstellungsformen von Multidimensionalität | 882 |
| 24.2 | True-Score-Modelle vs. Faktormodelle | 884 |
| 24.2.1 | Uniqueness und Kommunalität | 884 |
| 24.2.2 | Faktoren und Ladungen | 885 |
| 24.2.3 | Konfirmatorische vs. exploratorische Faktorenanalyse | 885 |
| 24.3 | Grundidee der Faktorenanalyse | 885 |
| 24.4 | Allgemeine Fragen bei der konfirmatorischen Faktorenanalyse | 887 |
| 24.4.1 | Modellspezifikation: Warum Theorie so wichtig ist! | 887 |
| 24.4.2 | Identifizierbarkeit: Können alle Parameter eindeutig bestimmt werden? | 889 |
| 24.4.3 | Grundideen der Parameterschätzung und der Modelltestung | 895 |
| 24.5 | Schätzmethoden | 898 |
| 24.5.1 | Grundprinzip der Schätzmethoden | 898 |
| 24.5.2 | Maximum-Likelihood-Verfahren | 899 |
| 24.5.3 | Asymptotisch verteilungsfreie Verfahren | 900 |
| 24.5.4 | Andere Schätzmethoden | 900 |
| 24.5.5 | Wahl einer Schätzmethode | 902 |
| 24.6 | Beurteilung der Modellanpassungsgüte | 903 |
| 24.6.1 | Detailmaße der Anpassungsgüte: Residuen | 903 |
| 24.6.2 | Gesamtanpassung des Modells | 905 |
| 24.6.3 | Modellvergleiche | 907 |
| 24.6.4 | Modellmodifikationen | 909 |
| 24.6.5 | Erwartungswertstrukturen | 909 |
| 24.7 | Bestimmung der optimalen Stichprobengröße | 910 |
| 24.7.1 | A-priori-Poweranalyse zur Bestimmung der Stichprobengröße | 910 |
| 24.7.2 | Monte-Carlo-Simulationsstudie zur Bestimmung der Stichprobengröße | 910 |
| 24.8 | Faktorenanalyse für ordinale Variablen | 911 |
| 24.8.1 | Annahme einer itemspezifischen kontinuierlichen Variablen | 912 |
| 24.8.2 | Faktorenanalytisches Modell | 913 |
| 24.9 | Weitere Messmodelle mit latenten Variablen | 915 |
| | | |
| 25 | Exploratorische Faktorenanalyse und Hauptkomponentenanalyse | 919 |
| 25.1 | Grundprinzipien der exploratorischen Faktorenanalyse | 920 |
| 25.1.1 | Grundgleichung der Faktorenanalyse | 920 |
| 25.1.2 | Schritte bei der exploratorischen Faktorenanalyse | 920 |
| 25.2 | Die Maximum-Likelihood-Faktorenanalyse | 921 |
| 25.2.1 | Annahmen der Maximum-Likelihood-Faktorenanalyse | 921 |
| 25.2.2 | Identifizierbarkeit und Anfangslösung | 922 |
| 25.2.3 | Bestimmung der Anzahl der Faktoren und Modellgültigkeit | 923 |
| 25.2.4 | Rotation | 927 |
| 25.2.5 | Interpretation der Ergebnisse | 931 |
| 25.2.6 | Bestimmung von Faktorwerten | 932 |

| | |
|--|------|
| 25.3 Hauptachsenanalyse und Hauptkomponentenanalyse | 932 |
| 25.3.1 Grundidee der Hauptkomponentenanalyse | 933 |
| 25.3.2 Kriterien zur Bestimmung der relevanten Hauptkomponenten | 937 |
| 25.3.3 Rotation und Ergebnisdarstellung | 939 |
| 25.3.4 Die Hauptachsenanalyse | 941 |
| 25.4 Vergleich der Ansätze und praktische Empfehlungen | 942 |
| 25.5 Faktorenanalyse für dichotome und ordinale Variablen | 945 |
| 25.6 Einzelfall-Faktorenanalyse und dynamische Faktorenanalyse | 946 |
| | |
| 26 Pfadanalyse und lineare Strukturgleichungsmodelle | 951 |
| | |
| 26.1 Pfadanalyse | 952 |
| 26.1.1 Das pfadanalytische Modell als ein System von Regressionsmodellen | 953 |
| 26.1.2 Parameterschätzung und Modellüberprüfung | 955 |
| 26.1.3 Hypothesenüberprüfung | 960 |
| 26.2 Lineare Strukturgleichungsmodelle | 965 |
| 26.2.1 Messmodell und Strukturmodell | 966 |
| 26.2.2 Parameterschätzung und Hypothesenüberprüfung | 968 |
| 26.2.3 Latente autoregressive Modelle | 968 |
| 26.2.4 Latent-State-Trait-Modell | 972 |
| 26.2.5 Spezielle lineare Strukturgleichungsmodelle | 975 |
| 26.2.6 Sind Strukturgleichungsmodelle Kausalmodelle? | 975 |
| | |
| Anhang | 979 |
| | |
| Glossar | 981 |
| Literaturverzeichnis | 999 |
| Hinweise zu den Online-Materialien | 1017 |
| Anhang A: Tabellen | 1019 |
| 1 Binominalverteilung | 1019 |
| 2 Standardnormalverteilung | 1031 |
| 3 Zentrale t -Verteilung | 1032 |
| 4 Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest | 1033 |
| 5 Zentrale χ^2 -Verteilung | 1034 |
| 6 Kritische Werte für den Kolmogorov-Smirnov-Test und den Lilliefors-Test | 1035 |
| 7 Wilcoxon-Rangsummen-Test | 1038 |
| 8 Zentrale F -Verteilung | 1041 |
| 9 Kritische Werte für die Differenz $n_K - n_D$ | 1048 |
| Anhang B: Matrixalgebra | 1051 |
| 1 Matrix | 1051 |
| 2 Vektor | 1051 |
| 3 Grundlegende Rechenoperationen mit Matrizen | 1052 |
| 4 Spezielle Matrizen | 1055 |
| 5 Demonstration der Berechnung einiger statistischer Kennwerte mittels Matrixalgebra | 1058 |
| Sachwortverzeichnis | 1063 |