

# Inhaltsübersicht

---

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Vorwort zur 1. Auflage</b> .....  | <b>XIII</b> |
| <b>Vorwort zur 2. Auflage</b> .....  | <b>XV</b>   |
| <b>Kapitel 1</b> <b>Einstieg in R</b> .....  | <b>1</b>    |
| <b>Kapitel 2</b> <b>Messen und deskriptive Statistik</b> .....   | <b>27</b>   |
| <b>Kapitel 3</b> <b>Wahrscheinlichkeit</b> .....   | <b>133</b>  |
| <b>Kapitel 4</b> <b>Inferenzstatistik</b> .....  | <b>167</b>  |
| <b>Kapitel 5</b> <b>Parametrische und nonparametrische Tests<br/>zur Unterschiedsprüfung</b> .....             | <b>261</b>  |
| <b>Kapitel 6</b> <b>Verfahren zur Prüfung von Mittelwertsunterschieden<br/>bei mehr als zwei Gruppen</b> ..... | <b>371</b>  |
| <b>Kapitel 7</b> <b>Korrelation und Regression</b> .....   | <b>631</b>  |
| <b>Anhang</b> .....  | <b>793</b>  |
| <b>Stichwortverzeichnis</b> .....  | <b>803</b>  |

# Inhaltsverzeichnis

---

|   |           |
|---|-----------|
| Vorwort zur 1. Auflage  | XIII      |
| Vorwort zur 2. Auflage  | XV        |
| <b>Kapitel 1</b> <b>Einstieg in R</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1    R – ein Buchstabe, viele Möglichkeiten: R, R Commander, RKward<br>oder RStudio . . . . . | 4         |
| 1.2    Installation und Aktualisierung . . . . .  | 6         |
| 1.3    Grundbegriffe und wiederkehrende Schritte . . . . .                                      | 8         |
| 1.3.1    Installieren und Öffnen von Paketen . . . . .  | 8         |
| 1.3.2    Das Arbeitsverzeichnis . . . . .   | 9         |
| 1.3.3    Die Hilfe . . . . .  | 10        |
| 1.3.4    Daten einlesen und erster Überblick . . . . .  | 10        |
| 1.3.5    Fehlende Werte . . . . .   | 14        |
| 1.3.6    Daten oder Fälle auswählen . . . . .   | 14        |
| 1.3.7    Umkodieren . . . . .   | 17        |
| 1.3.8    Objekte . . . . .  | 18        |
| 1.3.9    Datenframe, Vektor und Faktor . . . . .  | 20        |
| 1.4    Weitere Datentransformationen . . . . .  | 22        |
| 1.4.1    Taschenrechnerfunktion . . . . .   | 22        |
| 1.4.2    Summenwerte und Mittelwerte von Variablen erstellen . . . . .                          | 23        |
| 1.5    Exportieren von Ergebnissen . . . . .  | 24        |
| <b>Kapitel 2</b> <b>Messen und deskriptive Statistik</b>  | <b>27</b> |
| 2.1    Messen . . . . .   | 29        |
| 2.1.1    Wichtige Begriffe . . . . .  | 29        |
| 2.1.2    Messen . . . . .   | 30        |
| 2.1.3    Skalenniveaus . . . . .  | 32        |
| 2.2    Deskriptive Statistiken . . . . .  | 38        |
| 2.2.1    Häufigkeiten und Kategorienbildung . . . . .   | 38        |
| 2.2.2    Grafische Darstellung von Häufigkeiten . . . . .                                       | 45        |
| 2.2.3    Maße der zentralen Tendenz . . . . .   | 50        |
| 2.2.4    Dispersionsmaße . . . . .  | 59        |
| 2.2.5    Schiefe . . . . .  | 71        |
| 2.2.6    Exzess . . . . .   | 75        |
| 2.2.7    Standardisierung und Zentrierung . . . . .   | 76        |
| 2.2.8    Streudiagramm, Korrelation und Regression . . . . .                                    | 81        |
| 2.2.9    Produkt-Moment-Korrelation . . . . .   | 94        |

|                  |   |            |
|------------------|---|------------|
| 2.3              | Vorgehen in SPSS und R . . . . .  | 106        |
| 2.3.1            | Deskriptive Statistiken . . . . .   | 106        |
| 2.3.2            | Grafische Darstellungen . . . . .   | 111        |
| 2.3.3            | Deskriptive Statistiken und grafische Darstellungen. . . . .                      | 116        |
| <b>Kapitel 3</b> | <b>Wahrscheinlichkeit</b>   | <b>133</b> |
| 3.1              | Begriffsklärung . . . . .   | 135        |
| 3.1.1            | Parameter, Schätzwert, Schätzer, Schätzmethode,<br>Stichprobenstatistik . . . . . | 135        |
| 3.1.2            | Zufallsexperiment. . . . .  | 139        |
| 3.1.3            | Ergebnisraum . . . . .  | 140        |
| 3.1.4            | Elementarereignis . . . . .   | 140        |
| 3.1.5            | Ereignis . . . . .  | 141        |
| 3.1.6            | Additionssatz . . . . .   | 143        |
| 3.1.7            | Multiplikationssatz . . . . .   | 145        |
| 3.2              | Wahrscheinlichkeit für Ereignisse . . . . .                                       | 147        |
| 3.2.1            | Frequentistische Wahrscheinlichkeit. . . . .                                      | 147        |
| 3.2.2            | Bayesianische Wahrscheinlichkeit. . . . .   | 147        |
| 3.3              | Zufallsvariable . . . . .   | 148        |
| 3.4              | Unabhängige und identisch verteilte Zufallsvariablen. . . . .                     | 149        |
| 3.4.1            | Unabhängigkeit . . . . .  | 150        |
| 3.4.2            | Identische Verteilung . . . . .   | 153        |
| 3.5              | Verteilungen von Zufallsvariablen. . . . .  | 154        |
| 3.6              | Schätzgenauigkeit und Stichprobengröße . . . . .                                  | 156        |
| 3.6.1            | Zentraler Grenzwertsatz . . . . .   | 158        |
| 3.6.2            | Normalverteilung . . . . .  | 159        |
| 3.7              | Bedingte Wahrscheinlichkeit . . . . .   | 161        |
| 3.7.1            | Bayes-Wahrscheinlichkeit . . . . .  | 163        |
| <b>Kapitel 4</b> | <b>Inferenzstatistik</b>  | <b>167</b> |
| 4.1              | Hypothesentests . . . . .   | 169        |
| 4.1.1            | Statistische Hypothesen aufstellen . . . . .                                      | 170        |
| 4.1.2            | Entscheidungsregeln festlegen . . . . .   | 175        |
| 4.1.3            | Stichprobenziehung . . . . .  | 177        |
| 4.1.4            | Standardfehler des Mittelwerts und Konfidenzintervalle. . . . .                   | 181        |
| 4.1.5            | Daten auswerten . . . . .   | 188        |
| 4.1.6            | Eine Entscheidung beim Nullhypothesentesten treffen . . . . .                     | 190        |
| 4.2              | Effektstärke . . . . .  | 206        |
| 4.3              | Fehler 2. Art und Teststärke . . . . .  | 214        |
| 4.3.1            | Nullhypothesentesten nach Fisher. . . . .   | 214        |
| 4.3.2            | Hybridmodell . . . . .  | 215        |
| 4.3.3            | Neyman-Pearson-Modell . . . . .   | 221        |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.4   | Einflussgrößen auf das Ergebnis im Hypothesentest . . . . .  | 227 |
| 4.5   | Null- oder Alternativhypothese als Wunschhypothese . . . . . | 236 |
| 4.6   | Versuchsplanung mit G*Power und R . . . . .                  | 237 |
| 4.7   | Verteilungen . . . . .                                       | 248 |
| 4.7.1 | Diskrete Verteilungen (Binomialverteilung) . . . . .         | 248 |
| 4.7.2 | Stetige Verteilungen . . . . .                               | 252 |

**Kapitel 5 Parametrische und nonparametrische Tests zur Unterschiedsprüfung 261**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.1   | Parametrische Verfahren bei zwei Gruppen . . . . .                       | 263 |
| 5.1.1 | $t$ -Test für eine Stichprobe – Einstichprobenproblem . . . . .          | 265 |
| 5.1.2 | $t$ -Test für abhängige Stichproben . . . . .                            | 277 |
| 5.1.3 | $t$ -Test für unabhängige Stichproben . . . . .                          | 295 |
| 5.2   | Nonparametrische Verfahren bei zwei Gruppen für ordinale Daten . . . . . | 314 |
| 5.2.1 | Vorzeichen-Rang-Test von Wilcoxon für abhängige Stichproben . . . . .    | 314 |
| 5.2.2 | U-Test für unabhängige Stichproben . . . . .                             | 325 |
| 5.3   | Nonparametrische Verfahren für nominale Daten . . . . .                  | 333 |
| 5.3.1 | $\chi^2$ -Anpassungstest . . . . .                                       | 333 |
| 5.3.2 | $\chi^2$ -Vier-Felder-Test . . . . .                                     | 342 |
| 5.3.3 | McNemar-Test . . . . .   | 359 |

**Kapitel 6 Verfahren zur Prüfung von Mittelwertsunterschieden bei mehr als zwei Gruppen 371**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.1   | Grundidee . . . . .  | 374 |
| 6.1.1 | Zweck der Varianzanalyse . . . . .   | 374 |
| 6.1.2 | Prinzip der Varianzanalyse . . . . .   | 378 |
| 6.1.3 | Ausblick . . . . .   | 392 |
| 6.2   | Einfaktorielle Varianzanalyse ohne Messwiederholung . . . . .                        | 394 |
| 6.2.1 | Grundprinzip der einfaktoriellen ANOVA ohne Messwiederholung . . . . .               | 397 |
| 6.2.2 | Vorgehen bei der einfaktoriellen ANOVA . . . . .                                     | 402 |
| 6.2.3 | Effektstärken bei der einfaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung . . . . . | 409 |
| 6.2.4 | Teststärke und Stichprobenplanung bei der einfaktoriellen Varianzanalyse . . . . .   | 412 |
| 6.2.5 | Voraussetzungen . . . . .  | 415 |
| 6.2.6 | Beispiel mit SPSS und R . . . . .  | 415 |
| 6.3   | Kruskal-Wallis-Test . . . . .  | 426 |
| 6.3.1 | Grundprinzip bei der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis . . . . .            | 427 |
| 6.3.2 | Voraussetzungen . . . . .  | 435 |
| 6.3.3 | Beispiel mit SPSS und R . . . . .  | 435 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.4   | Zweifaktorielle Varianzanalyse ohne Messwiederholung . . . . .  | 438 |
| 6.4.1 | Grundprinzip und Vorgehen bei der zweifaktoriellen<br>Varianzanalyse ohne Messwiederholung. . . . .                     | 443 |
| 6.4.2 | Effektstärken bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse . . . . .   | 459 |
| 6.4.3 | Interpretation von Wechselwirkungen. . . . .  | 460 |
| 6.4.4 | Teststärke und Stichprobenplanung bei der zweifaktoriellen<br>Varianzanalyse . . . . .                                  | 465 |
| 6.4.5 | Voraussetzungen . . . . .   | 468 |
| 6.4.6 | Beispiel mit SPSS und R. . . . .  | 468 |
| 6.5   | Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung . . . . .  | 482 |
| 6.5.1 | Grundprinzip. . . . .   | 486 |
| 6.5.2 | Vorgehen bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit<br>Messwiederholung . . . . .                                       | 492 |
| 6.5.3 | Effektstärken bei der einfaktoriellen Varianzanalyse mit<br>Messwiederholung . . . . .                                  | 500 |
| 6.5.4 | Teststärke und Stichprobenplanung bei der einfaktoriellen<br>Varianzanalyse mit Messwiederholung. . . . .               | 503 |
| 6.5.5 | Voraussetzungen . . . . .   | 505 |
| 6.5.6 | Beispiel mit SPSS und R. . . . .  | 508 |
| 6.6   | Friedman-Test . . . . .   | 518 |
| 6.6.1 | Grundprinzip und Vorgehen beim Friedman-Test . . . . .  | 518 |
| 6.6.2 | Effektstärken beim Friedman-Test . . . . .  | 522 |
| 6.6.3 | Teststärke und Stichprobenplanung beim Friedman-Test . . . . .  | 523 |
| 6.6.4 | Voraussetzungen . . . . .   | 525 |
| 6.6.5 | SPSS- und R-Beispiel . . . . .  | 525 |
| 6.7   | Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung<br>(gemischtes Design) . . . . .                                    | 529 |
| 6.7.1 | Grundprinzip und Vorgehen bei der zweifaktoriellen<br>Varianzanalyse mit Messwiederholung (gemischtes Design) . . . . . | 536 |
| 6.7.2 | Effektstärken bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse . . . . .   | 555 |
| 6.7.3 | Teststärke und Stichprobenplanung bei der zweifaktoriellen<br>Varianzanalyse (gemischtes Design). . . . .               | 559 |
| 6.7.4 | Voraussetzungen . . . . .   | 561 |
| 6.7.5 | Beispiel mit SPSS und R. . . . .  | 562 |
| 6.8   | A-priori-Kontraste, Post-hoc-Tests und Trendtests . . . . .   | 573 |
| 6.8.1 | A-priori-Kontraste. . . . .   | 574 |
| 6.8.2 | Post-hoc-Tests . . . . .  | 598 |
| 6.8.3 | Trendtests . . . . .  | 613 |

|                             |  |            |
|-----------------------------|--|------------|
| <b>Kapitel 7</b>            | <b>Korrelation und Regression</b>  | <b>631</b> |
| 7.1                         | Korrelationen  | 633        |
| 7.1.1                       | Produkt-Moment-Korrelation   | 633        |
| 7.1.2                       | Korrelationsunterschiede für unabhängige Stichproben                                 | 645        |
| 7.1.3                       | Korrelationsunterschiede für abhängige Stichproben                                   | 649        |
| 7.1.4                       | Spearman-Rangkorrelation und Kendalls Tau  | 651        |
| 7.1.5                       | Produkt-Moment-Korrelation, Spearman-Rangkorrelation und Kendalls Tau mit SPSS und R | 657        |
| 7.1.6                       | Punktbiseriale Korrelation, biseriale Korrelation und biseriale Rangkorrelation      | 661        |
| 7.1.7                       | Phi-Koeffizient, Tetrachorische und Polychorische Korrelation                        | 669        |
| 7.1.8                       | Übersicht über Korrelationskoeffizienten   | 677        |
| 7.2                         | Multiple lineare Regression  | 677        |
| 7.2.1                       | Einführung   | 677        |
| 7.2.2                       | Konstanten und Regressionsgewichte   | 688        |
| 7.2.3                       | Multipler Korrelationskoeffizient  | 699        |
| 7.2.4                       | Signifikanz und Konfidenzintervalle von Regressionsgewichten                         | 706        |
| 7.2.5                       | Effektstärke und Teststärke für $R^2$  | 711        |
| 7.2.6                       | Voraussetzungen für die lineare Regression   | 720        |
| 7.2.7                       | Methoden im Rahmen der Regressionsanalyse  | 739        |
| 7.2.8                       | Verknüpfung mehrerer Regressionsanalysen   | 747        |
| 7.2.9                       | Suppressionseffekte  | 753        |
| 7.2.10                      | Multiple Regression zur Theorieentwicklung   | 760        |
| 7.3                         | Mediation und Moderation in SPSS und R   | 773        |
| 7.3.1                       | Mediation  | 773        |
| 7.3.2                       | Moderation   | 781        |
| <b>Anhang</b>               |  | <b>793</b> |
| <b>Stichwortverzeichnis</b> |  | <b>803</b> |