

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort *XIII*

### Teil 1 Datentypen

- 1 Datentypen 3**
- 1.1 Kommt es wirklich darauf an? 3
- 1.2 Daten auf einer Intervallskala 3
- 1.3 Daten auf einer Ordinalskala 4
- 1.4 Daten auf einer Nominalskala 5
- 1.5 Aufbau dieses Buchs 6
- 1.6 Kapitelzusammenfassung 6

### Teil 2 Daten auf Intervallskalen

- 2 Beschreibende Statistik 9**
- 2.1 Zusammenfassung von Datensätzen 9
- 2.2 Zentrale Lagemaße – der Mittelwert, der Median und der Modalwert 10
- 2.3 Beschreibung der Spannweite – die Standardabweichung und die relative Standardabweichung 16
- 2.4 Quartile – eine andere Möglichkeit, Daten zu beschreiben 20
- 2.5 Verwendung von Software für die beschreibende Statistik 23
- 2.6 Kapitelzusammenfassung 25
  
- 3 Die Normalverteilung 27**
- 3.1 Was ist eine Normalverteilung? 27
- 3.2 Wie erkennt man normalverteilte Daten? 28
- 3.3 Anteile von Einzelwerten innerhalb von einer oder zwei Standardabweichungen vom Mittelwert 31
- 3.4 Kapitelzusammenfassung 34

- 4 Stichproben aus einer Grundgesamtheit und der Standardfehler des Mittelwerts 35**
  - 4.1 Stichproben und Grundgesamtheiten 35
  - 4.2 Von der Stichprobe zur Grundgesamtheit 36
  - 4.3 Verschiedene Stichprobenfehler 37
  - 4.4 Welche Faktoren bestimmen die Höhe des zufälligen Stichprobenfehlers? 39
  - 4.5 Abschätzung des wahrscheinlichen Stichprobenfehlers und der Standardfehler 42
  - 4.6 Aufrechnung von Stichprobengröße und Standardabweichung 46
  - 4.7 Kapitelzusammenfassung 47
  
- 5 Das 95 %-Konfidenzintervall für den Mittelwert 49**
  - 5.1 Was ist ein Konfidenzintervall? 49
  - 5.2 Wie breit sollte das Intervall sein? 50
  - 5.3 Was meinen wir mit „95 %-Konfidenz? 51
  - 5.4 Berechnung der Intervallbreite 52
  - 5.5 Eine Reihe von Stichproben und 95 %-Konfidenzintervallen 53
  - 5.6 Wie stark hängt die Breite des Konfidenzintervalls von Änderungen der Standardabweichung, des Stichprobenumfangs und des gewünschten Konfidenzniveaus ab? 54
  - 5.7 Zwei Aussagen 57
  - 5.8 Einseitige 95 %-Konfidenzintervalle 57
  - 5.9 Das 95 %-Konfidenzintervall für den Unterschied zweier Behandlungen 60
  - 5.10 Über die Notwendigkeit, dass die Daten einer Normalverteilung folgen und Datentransformation 62
  - 5.11 Kapitelzusammenfassung 65
  
- 6 Der doppelte t-Test (1). Einführung in Hypothesentests 67**
  - 6.1 Der doppelte t-Test – ein Beispiel für einen Hypothesentest 67
  - 6.2 Signifikanz 74
  - 6.3 Das Risiko eines falsch-positiven Ergebnisses 75
  - 6.4 Von welchen Faktoren hängt es ab, ob wir ein signifikantes oder ein nicht signifikantes Ergebnis erhalten? 76
  - 6.5 Voraussetzungen für einen doppelten t-Test 79
  - 6.6 Kapitelzusammenfassung 80
  
- 7 Der doppelte t-Test (2): Der berühmte p-Wert 81**
  - 7.1 Wie kann man die Signifikanz eines Ergebnisses beziffern? 81
  - 7.2 p-Werte 81
  - 7.3 Gibt es zwei Arten, Signifikanz zu definieren? 83

- 7.4 Bestimmung des  $p$ -Wertes 83
- 7.5  $p$ -Werte oder 95 %-Konfidenzintervalle? 84
- 7.6 Kapitelzusammenfassung 85
  
- 8 Der doppelte  $t$ -Test (3). Falsch-negative Befunde, Güte und notwendige Stichprobenumfänge 87**
  - 8.1 Was könnte sonst noch schief gehen? 87
  - 8.2 Die Güte 89
  - 8.3 Berechnung des notwendigen Stichprobenumfangs 92
  - 8.4 Kapitelzusammenfassung 99
  
- 9 Der doppelte  $t$ -Test (4). Statistische Signifikanz, praktische Bedeutung und Äquivalenz 101**
  - 9.1 Praktische Bedeutung – ist die Differenz so groß, dass sie eine Rolle spielt? 101
  - 9.2 Äquivalenztests 105
  - 9.3 Tests auf Nicht-Unterlegenheit 109
  - 9.4  $p$ -Werte sind weniger aussagekräftig und können förmlich in die Irre führen 111
  - 9.5 Setzen von Äquivalenzgrenzen vor dem eigentlichen Versuch 113
  - 9.6 Kapitelzusammenfassung 114
  
- 10 Der doppelte  $t$ -Test (5). Einseitige Tests 115**
  - 10.1 Suche nach einer Veränderung in einer bestimmten Richtung 115
  - 10.2 Schutz vor falsch-positiven Befunden 118
  - 10.3 Versuchung 119
  - 10.4 Einsatz eines Softwarepakets bei einem einseitigen Test 123
  - 10.5 Sollte man häufiger einseitige Tests einsetzen? 123
  - 10.6 Kapitelzusammenfassung 124
  
- 11 Was sagt uns ein statistisch signifikantes Ergebnis wirklich? 125**
  - 11.1 Wie interpretiert man statistische Signifikanz? 125
  - 11.2 Am Anfang steht äußerste Skepsis 129
  - 11.3 Kapitelzusammenfassung 130
  
- 12 Der gepaarte  $t$ -Test – Vergleich von zwei zusammenhängenden Datensätzen 131**
  - 12.1 Gepaarte Datensätze 131
  - 12.2 Untersuchung der Daten mithilfe eines doppelten  $t$ -Tests 132
  - 12.3 Alternative Anwendung eines gepaarten  $t$ -Tests 133

- 12.4 Durchführung eines gepaarten  $t$ -Tests 134
- 12.5 Wodurch ist bestimmt, ob ein gepaarter  $t$ -Test signifikant ist? 136
- 12.6 Größere Teststärke beim gepaarten  $t$ -Test 137
- 12.7 Der gepaarte  $t$ -Test ist nur auf natürliche Paare von Daten anwendbar 137
- 12.8 Auswahl des passenden Versuchsaufbaus 138
- 12.9 Voraussetzungen für das Anwenden eines gepaarten  $t$ -Tests 139
- 12.10 Stichprobenumfänge, praktische Bedeutung und einseitige Tests 140
- 12.11 Zusammenfassung der Unterschiede zwischen dem gepaarten und dem doppelten  $t$ -Test 141
  
- 13 Varianzanalyse – über  $t$ -Tests hinaus 143**
  - 13.1 Erweiterung zu komplexen Versuchsdesigns 143
  - 13.2 Einfache Varianzanalyse 144
  - 13.3 Zweifache Varianzanalyse 153
  - 13.4 Multifaktorenversuche 162
  - 13.5 Einfache Form – starke Aussage 162
  - 13.6 Kapitelzusammenfassung 165
  
- 14 Korrelation und Regression – Zusammenhänge zwischen Messwerten 167**
  - 14.1 Korrelationsanalyse 167
  - 14.2 Regressionsanalyse 176
  - 14.3 Mehrfache Regression 183
  - 14.4 Kapitelzusammenfassung 190
  
- Teil 3 Daten auf Nominalskalen**
  
- 15 Beschreibung von kategorisierten Daten 195**
  - 15.1 Beschreibende Statistik 195
  - 15.2 Tests, ob der wahre Anteil möglicherweise einen vorbestimmten Wert hat 200
  - 15.3 Kapitelzusammenfassung 205
  
- 16 Vergleich beobachteter Anteile – der Chi-Quadrat-Kontingenztest 207**
  - 16.1 Anwendung des Chi-Quadrat-Kontingenztests für den Vergleich von beobachteten Anteilen 207
  - 16.2 Ein 95 %-Konfidenzintervall für die Änderung der Ausstoßquote – ist die Änderung von praktischer Bedeutung? 211
  - 16.3 Größere Kontingenztafeln – Nutzung der Diabetes-Sprechstunde 212
  - 16.4 Planung der Versuchsgröße 215
  - 16.5 Kapitelzusammenfassung 217

## Teil 4 Daten auf Ordinalskalen

- 17 Ordinalskalierte, nicht normalverteilte Daten. Transformationen und parameterfreie Tests 221**
- 17.1 Transformation auf eine Normalverteilung 222
- 17.2 Der Mann-Whitney-Test – ein nicht parametrisches Verfahren 226
- 17.3 Umgang mit Daten auf Ordinalskalen 230
- 17.4 Andere nicht parametrische Verfahren 233
- 17.5 Kapitelzusammenfassung 240
- 17.6 Anhang zu Kapitel 17 241

## Teil 5 Reale Herausforderungen

- 18 Mehrfachtests 245**
- 18.1 Was ist ein Mehrfachtest und warum ist er problematisch? 245
- 18.2 Wo treten Mehrfachtests auf? 246
- 18.3 Verfahren zur Vermeidung von Falsch-positiven 248
- 18.4 Die Rolle der wissenschaftlichen Zeitschriften 253
- 18.5 Kapitelzusammenfassung 254
  
- 19 Fragebögen 255**
- 19.1 Gibt es Besonderheiten bei Fragebögen? 255
- 19.2 Arten von Fragen 255
- 19.3 Entwurf eines Fragebogens 259
- 19.4 Stichprobenumfang und Rücklaufquoten 261
- 19.5 Untersuchung der Ergebnisse 263
- 19.6 Verquickte epidemiologische Daten 265
- 19.7 Mehrfachtests bei Fragebogendaten 270
- 19.8 Kapitelzusammenfassung 271

## Teil 6 Fazit

- 20 Schlussfolgerungen 275**
- 20.1 Machen Sie sich das Ziel des Versuchs klar 275
- 20.2 Bauen Sie den Versuch einfach und damit klar und aussagekräftig auf 276
- 20.3 Planen Sie die statistischen Analysen schon als Teil des Versuchsdesigns und nicht erst auf den letzten Drücker 277
- 20.4 Untersuchen Sie die Daten visuell, bevor Sie in die statistischen Tests einsteigen 279
- 20.5 Hüten Sie sich vor Mehrfachtests 280
- 20.6 Interpretieren Sie sowohl Signifikanz als auch Nicht-Signifikanz mit gebührender Sorgfalt 280

- Stichwortverzeichnis 283**