

Inhaltsverzeichnis

Vorwort *XI*

- 1** **Zum Gebrauch dieses Buches** *1*
 - 1.1 Einführung *1*
 - 1.2 Der Text in den Kapiteln *1*
 - 1.3 Was Sie bei auftretenden Problemen tun sollten *2*
 - 1.4 Wichtig zu wissen *3*
 - 1.5 Zahlenbeispiele im Text *3*
 - 1.6 Die Kästen *3*
 - 1.7 Wissen testen *4*
 - 1.8 Noch einmal in Kürze *4*
 - 1.9 Warum überhaupt das Ganze? *4*
 - 1.10 Mehr zum Thema *6*

- 2** **Einführung** *7*
 - 2.1 Was ist Statistik? *7*
 - 2.2 Schreibweisen *8*
 - 2.3 Schreibweisen für die Mittelwertberechnung *10*

- 3** **Streuung zusammengefasst** *11*
 - 3.1 Einführung *11*
 - 3.2 Verschiedene Größen für Streuung *12*
 - 3.2.1 Wertebereich *12*
 - 3.2.2 Gesamtabweichung *12*
 - 3.2.3 Mittlere Abweichung *13*
 - 3.2.4 Varianz *14*
 - 3.3 Warum $n - 1$? *15*
 - 3.4 Warum quadrierte Abweichungen? *16*
 - 3.5 Die Standardabweichung *17*
 - 3.6 Das nächste Kapitel *19*
 - 3.7 Wissen testen *19*

4	Summen von verschiedenen Quadraten	21
4.1	Einführung	21
4.2	Mit Rechenmaschinen geht die Berechnung der Summen von Quadraten schneller	22
4.2.1	Addierte Quadrate	22
4.2.2	Der Korrekturfaktor	22
4.3	Vorsicht vor Verwirrung mit dem Ausdruck „Summe der Quadrate“	23
4.4	Wissen testen	24
5	Die Normalverteilung	25
5.1	Einführung	25
5.2	Häufigkeitsverteilungen	25
5.3	Die Normalverteilung	26
5.4	Wie viel Prozent entsprechen einer Standardabweichungseinheit?	28
5.5	Sind die Prozentwerte immer die gleichen?	28
5.6	Andere vergleichbare Skalen aus dem Alltag	30
5.7	Die Standardabweichung als Schätzung der Häufigkeit des Auftretens einer Zahl in einer Stichprobe	30
5.8	Von Prozenten zu Wahrscheinlichkeiten	31
6	Die Relevanz der Normalverteilung bei biologischen Daten	35
6.1	Wiederholung	35
6.2	Ist unsere beobachtete Verteilung normal?	36
6.3	Was kann man tun, wenn die Verteilung zweifellos nicht normal ist?	38
6.3.1	Transformation	38
6.3.2	Gruppieren von Stichproben	40
6.3.3	Einfach nichts tun!	40
6.4	Wie viele Stichproben brauchen wir?	40
6.4.1	Faktoren, die die Anzahl der nötigen Stichproben beeinflussen	41
6.4.2	Die Berechnung der nötigen Stichprobenanzahl	41
7	Weitere Berechnungen zur Normalverteilung	43
7.1	Einführung	43
7.2	Ist „A“ größer als „B“?	44
7.3	Die Messlatte für die Entscheidung	44
7.4	Herleitung des Standardfehlers einer Differenz zweier Mittelwerte	46
7.4.1	Schritt 1: Von der Varianz der Einzelwerte zur Varianz der Mittelwerte	47
7.4.2	Schritt 2: Von der Varianz der Einzelwerte zur Varianz der Differenzen	49
7.4.3	Schritt 3: Kombination von Schritt 1 und Schritt 2; der Standardfehler der Differenz der Mittelwerte (SFDM)	51

- 7.4.4 Zusammenfassung der Berechnung des SFDM aus der Varianz der Einzelwerte 52
- 7.5 Die Bedeutung des Standardfehlers der Differenz zweier Mittelwerte 53
- 7.6 Zusammenfassung 53
- 7.7 Wissen testen 57

- 8 Der t -Test 59**
 - 8.1 Einführung 59
 - 8.2 Das Prinzip des t -Tests 60
 - 8.3 Der t -Test in statistischen Begriffen 61
 - 8.4 Warum t ? 61
 - 8.5 Tabellen für die t -Verteilung 62
 - 8.6 Der Standard- t -Test 65
 - 8.7 Der t -Test für Mittelwerte bei ungleichen Varianzen 70
 - 8.8 Der gepaarte t -Test 76
 - 8.9 Wissen testen 82

- 9 Einseitig oder zweiseitig? 83**
 - 9.1 Einführung 83
 - 9.2 Warum ist die Varianzanalyse mit dem F -Test zweiseitig? 83
 - 9.3 Der zweiseitige F -Test 84
 - 9.4 Wievielseitig ist nun der t -Test? 85
 - 9.5 Fazit zur Frage einseitig oder zweiseitig 86

- 10 Varianzanalyse – Was ist das? Wie geht das? 87**
 - 10.1 Einführung 87
 - 10.2 Summen der Abweichungsquadrate in der Varianzanalyse 88
 - 10.3 Ein fiktives Zahlenbeispiel zur Analyse mit Anova 88
 - 10.4 Die Tabelle für die Summe der Abweichungsquadrate 90
 - 10.5 Die Aufteilung der Streuung in Tabelle C mit Anova 90
 - 10.6 Die Beziehung zwischen t und F 99
 - 10.7 Einschränkungen bei der Varianzanalyse 101
 - 10.8 Vergleich zwischen Gruppenmittelwerten in der Varianzanalyse 104
 - 10.9 Der kleinste signifikante Unterschied (LSD) 106
 - 10.10 Eine Warnung zum Gebrauch des kleinsten signifikanten Unterschieds 108

- 11 Versuchsplanung zur Varianzanalyse 113**
 - 11.1 Einführung 113
 - 11.2 Volle Randomisierung 114
 - 11.3 Randomisierte Blöcke 118
 - 11.4 Unvollständige Blöcke 124
 - 11.5 Lateinische Quadrate 126

- 11.6 Split-Plot-Pläne 135
- 11.7 Wissen testen 136

- 12 Einführung in die faktorielle Versuchsplanung 139**
- 12.1 Was ist ein faktorieller Versuch? 139
- 12.2 Interaktion 141
- 12.3 Wie verändert ein faktorieller Versuch die Form der Varianzanalyse? 145
- 12.4 Summen der Abweichungsquadrate für Interaktionen 147

- 13 Zweifaktorielle Versuche 149**
- 13.1 Einführung 149
- 13.2 Ein Beispiel für einen 2-Faktor-Versuch 149
- 13.3 Analyse des 2-Faktor-Versuchs 150
- 13.4 Zwei wichtige Punkte zur Erinnerung, bevor es ans nächste Kapitel geht 157
- 13.5 Analyse von faktoriellen Versuchen mit uneinheitlicher Anzahl Wiederholungen 157
- 13.6 Wissen testen 161

- 14 Faktorielle Versuche mit mehr als zwei Faktoren (kann bei Bedarf übersprungen werden) 163**
- 14.1 Einführung 163
- 14.2 Verschiedene „Ordnungen“ von Interaktion 164
- 14.3 Beispiel für einen 4-Faktor-Versuch 165
- 14.4 Wissen testen 184

- 15 Faktorielle Versuche mit Split-Plots 187**
- 15.1 Einführung 187
- 15.2 Herleitung des Split-Plot-Plans aus dem randomisierten Versuchsplan 188
- 15.3 Freiheitsgrade in der Split-Plot-Analyse 191
- 15.4 Ein Zahlenbeispiel für einen Split-Plot-Versuch mitsamt Analyse 194
- 15.5 Vergleich von Split-Plot- und randomisierten Block-Plan 199
- 15.6 Anwendungen von Split-Plot-Plänen 202
- 15.7 Wissen testen 204

- 16 Der t-Test in der Varianzanalyse 205**
- 16.1 Einführung 205
- 16.2 Kurze Wiederholung aus relevanten früheren Abschnitten 206
- 16.3 Test auf kleinsten signifikanten Unterschied 207
- 16.4 Mehrfachreihentests 208
- 16.5 Das Testen von Differenzen zwischen Mittelwerten 213

- 16.6 Darstellung der Testergebnisse auf Unterschiede zwischen Mittelwerten 215
- 16.7 Die Analyse der Versuchsergebnisse mit Varianzanalyse in den Kapiteln 11 bis 15 216
- 16.8 Wissen testen 226

- 17 Lineare Regression und Korrelation 229**
 - 17.1 Einführung 229
 - 17.2 Ursache und Wirkung 230
 - 17.3 Weitere Fallstricke, die nur auf Sie warten 230
 - 17.4 Regression 235
 - 17.5 Unabhängige und abhängige Variablen 236
 - 17.6 Der Regressionskoeffizient b 236
 - 17.7 Berechnung des Regressionskoeffizienten b 238
 - 17.8 Die Regressionsgleichung 244
 - 17.9 Ein durchgerechnetes Beispiel mit realen Daten 245
 - 17.10 Korrelation 253
 - 17.11 Verallgemeinerungen der Regressionsanalyse 256
 - 17.11.1 Nichtlineare Regression 258
 - 17.11.2 Mehrfache lineare Regression 260
 - 17.11.3 Mehrfache nichtlineare Regression 261
 - 17.11.4 Kovarianzanalyse 262
 - 17.12 Wissen testen 265

- 18 Chi-Quadrat-Tests 267**
 - 18.1 Einführung 267
 - 18.2 Wann χ^2 und wann nicht 268
 - 18.3 Das Problem niedriger Häufigkeiten 269
 - 18.4 Yates' Kontinuitätskorrektur 269
 - 18.5 Der χ^2 -Anpassungstest 270
 - 18.6 Der χ^2 -Unabhängigkeitstest 279
 - 18.7 Wissen testen 284

- 19 Nichtparametrische Methoden – was ist das? 287**
 - 19.1 Klarstellung 287
 - 19.2 Einführung 288
 - 19.3 Vor- und Nachteile der beiden Varianten 289
 - 19.4 Einige Beispiele für die Datenorganisation in nichtparametrischen Tests 291
 - 19.5 Die wesentlichen verfügbaren nichtparametrischen Methoden 294

- Anhang A Wie viele Wiederholungen?** 297
- A.1 In diesem Kapitel 297
- A.2 Die Konzepte dahinter 297
- A.3 „Simple“ Berechnung der Anzahl der notwendigen Wiederholungen 301
- A.4 Genauere Berechnung der Anzahl der notwendigen Wiederholungen 302
- A.5 Wie man das Gegenteil beweist 304

Anhang B Statistische Tabellen 305

Richtig gelöst 315

Mehr zum Thema 333

Stichwortverzeichnis 335