Kapitel-Übersicht
auf Seite XII

Inhaltsverzeichnis

Einige Symbole XXXIII
Verzeichnis wichtiger Übersichten XXXV

Einleitung 1
- Für wen ist das Buch bestimmt?
- Was enthält es?
- Formel-Numerierung
- Abschnitts-Numerierung
- Codierung meiner Bücher
- Zweiteiliges Literaturverzeichnis

Strukturelles zum Inhalt: Übersichten

Einführung in die Statistik 11
- Definition und Aufgaben
- Daten und Entscheidungen
- Beschreibende und Beurteilende Statistik
- Zufallsstichproben
- Zufällige und systematische Fehler
- Modelle und Kreisprozesse
- Datenanalyse
- Zur Planung von Untersuchungen

Vorbemerkungen 16
01 Mathematische Abkürzungen 16
02 Rechenoperationen und Rundungen 16
03 Rechnen mit fehlerbehafteten Zahlen 23
04 Sinnvolle Quotienten: Verhältniszahlen 24
05 Einige graphische Darstellungen 27

1 Statistische Entscheidungstechnik 29

11 Statistik und wissenschaftliche Methode 29
- Wiederholbare Erfahrungen
- Streuung von Beobachtungen
- Zufallsstichproben!
- Beurteilende (d. h. schließende) Statistik
- Explorative und Konfirmatorische Datenanalyse
- Vertrauensbereich und statistischer Test

12 Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung 33
121 Die statistische Wahrscheinlichkeit 33
- Relative Häufigkeit und Laplace-Definition

122 Axiome und Additionssatz 35
- Zufallsexperiment
- Ereignis, Elementarereignisse
- Einiges aus der Mengenlehre
- De Morgan-Gesetze
- Zusammenstellung wichtiger Formelnummern
- Die 3 Axiome
- Das erweiterte dritte Axiom und die Ungleichung nach Bonferroni
- Additionssatz
  Sieben Beispiele und weitere Hinweise

123 Bedingte Wahrscheinlichkeit, Multiplikationssatz und Stochastische Unabhängigkeit 43
- Bedingte Wahrscheinlichkeit
- Multiplikationssatz
  Sieben Beispiele
- Das relative Risiko (B16)
- Einige Hinweise zu Überlebenswahrscheinlichkeiten
  1. Überlebenswahrscheinlichkeiten für ein Neugeborenes (B17)
  2. Zwei einfache Beispiele: Bedingte Überlebenswahrscheinlichkeiten (B18, B19)
  3. Aus einer Sterbetafel ablesbare Wahrscheinlichkeiten (B20, B21)
  4. Schätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan und Meier (B22)
  5. Zuverlässigkeitsanalysen in der Technik: Schätzung der Hazard Rate aus einer Abgangsordnung (B23)
- Stochastische Unabhängigkeit: Drei äquivalente Definitionen
- Stochastische Unabhängigkeit für drei und mehr Ereignisse
  Positive und negative Korrelation
  Vierzehn Beispiele zur Stochastischen Unabhängigkeit

Weitere Beispiele:
- Vierzehn Würfelbeispiele I (B38-B51)
- Zwei Beispiele zu Münzwürfen I (B52, B53)
- Wappenzahl beim dreifachen Münzwurf: Wahrscheinlichkeitsfunktion und Verteilungsfunktion einer diskreten Zufallsvariablen (B53)
- Gesetz der großen Zahlen

Beispiele:
- Klatsch (B54)
- Einwandfreie Äpfel (B55)
- Alternativen für den bemannten Flug einer Rakete (B56)
- Zuverlässigkeit von Bauelementen (B57, B58)
- Zum Tapezieren (B59)
- Buchbestellung aus Afrika (B60)
- Richtige Diagnose (B61)
- Erkrankungswahrscheinlichkeiten (B62)
- Infektionskrankheit (B63)
- Stochastische Unabhängigkeit zweier Alternativmerkmale? (B64)
- Angler und Kegler (B65)
- Wetten (B66)

Tontaubenschießen (B67)
Verdorbene Eier (B68)
Behandlungserfolge (B69)
Triebwerkschaden eines Düsenflugzeugs (B70)

124 Totale Wahrscheinlichkeit und Bayessches Theorem 77
- Totale Ereignisdisjunktion
- Totale Wahrscheinlichkeit
- Bayessches Theorem

Beispiele:
Brückenbau nach erfolgreicher Bewerbung (B71)
Karotten aus drei Gärtnereien (B72)
Lehrgangsabschluß und Anstellung (B73)
Zur Krankheit K (B74)
Terrorismus im Flugverkehr (B75)
Herkunft von Ausschußware I (B76)
Herkunft von Ausschußware II (B77)
Aus welcher Urne entnommen? (B78)
Durchleuchtung der Brust mit Röntgenstrahlen (B79)
Falsches Wegordnen von Unterlagen (B80)
Effizienz eines diagnostischen Tests (B81)

Zusammenstellung wichtiger Formelnummern und zwei Hinweise

125 Die Zufallsvariable 89

126 Die Verteilungsfunktion 89
- Wahrscheinlichkeitsfunktion
- Wahrscheinlichkeitsdichte
- Verteilungsfunktion
- Rechenregeln zur Verteilungsfunktion
- Empirische Verteilungsfunktion
- Satz von V. I. Glivenko und F. P. Cantelli
- Sechs Bemerkungen zur Zufallsvariablen
- Zwei Übersichten zum Erwartungswert und zur Varianz
- Rekordzahlen

13 Der Weg zur Normalverteilung 97

131 Grundgesamtheit und Stichprobe 97
- Urnenmodell
- Merkmal, Merkmalsträger, Merkmalsausprägung
- Wiederholbarkeit der Zufallsstichprobe
- Urnenmodell der Stichprobenentnahme mit Zurücklegen
- Urnenmodell ohne Zurücklegen
- Wahrscheinlichkeitsverteilung
- Parameter und Schätzwerte
- Nichtzufallsstichproben gestatten keine Verallgemeinerungen!
- Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen

132 Die Erzeugung zufälliger Stichproben 99
- Lotterieverfahren
- Gebrauch einer Tabelle mit Zufallszahlen
- Systematische Auswahl mit Zufallsstart

- Die Erzeugung von Pseudozufallsziffern
- Die Schlußziffernauswahl
- Stichproben-Erhebungen
- Voraussagen

133 Eine Häufigkeitsverteilung 105
Merkmalsarten
Häufigkeitsverteilung
Stabdiagramm sowie Stamm-und-Blatt-Darstellung
Klassenbildung und Histogramm

134 Glockenkurve und Normalverteilung 108
Modell einer Glockenkurve
Experimentell erzeugte Glockenkurve
Wahrscheinlichkeitsdichte der Normalverteilung
Übergang zur Standardnormalverteilung
Standardnormalverteilung:
- Wahrscheinlichkeiten (Flächenanteile)
- Verteilungsfunktion
- Schranken
- Einige Beispiele (weitere Beispiele und Ergänzungen folgen in [1367])
- Weitere Schranken für unterschiedliche Fragestellungen

Bedeutung der Familie der Normalverteilungen
Bedeutung als Modell
Hinweise:
- Gestutzte Normalverteilung
- Münze, Würfel und der Zentrale Grenzwertsatz
- Literatur zur Normalverteilung
- Inverse Normalverteilung
- Richtungsdaten: Kreis und Kugel
- Ungleichungen

135 Abweichungen von der Normalverteilung 122
Abweichungen sind typisch für empirische Verteilungen
- Transformation?
- Stichprobentechnik?
- Hinweis: Qualitäts- und Prozeßkontrolle

136 Kennwerte eingipfliger Verteilungen 123
1361 Das Schätzen von Parametern 124
Schätzfunktionen
1. Vorbemerkungen
- Der Schluß von den Zufallsvariablen anhand der Stichprobenwerte auf die Grundgesamtheit
  - Was ist ein Parameter?
  - Wie gewinnt man Informationen über unbekannte Parameter?

2. Das Schätzen eines Parameters anhand einer Zufallsstichprobe
   - Punktschätzung
   - Intervallschätzung

3. Zur Punktschätzung
3.1 Schätzwert und Schätzfunktion
• Bemerkungen
3.2 Wünschenswerte Eigenschaften von Schätzfunktionen
3.3 Der mittlere quadratische Fehler
4. Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen
1362 Das arithmetische Mittel und die Standardabweichung 130
1363 Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung 131
1364 Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung bei großen Stichprobenumfängen:
Die Einzelwerte sind in Klassen eingeteilt 133
1365 Das gewogene arithmetische Mittel, die gewogene Varianz und das gewichtete arithmetische Mittel 137
1366 Der Variationskoeffizient 139
1367 Weitere Hinweise und Beispiele zur Normalverteilung 140
1.–5. Beispiele zur Normalverteilung
6. Das Zeichnen einer angepaßten Normalverteilung
7. Typisches für eine Normalverteilung
8. Verteilung einiger Schätzfunktionen aus normalverteilten Grundgesamtheiten
9. Erwartungswert und Varianz der Standardnormalverteilung
10. Approximation für rechtsseitige Wahrscheinlichkeiten der Standardnormalverteilung
137 Das Wahrscheinlichkeitsnetz 146
138 Weitere Maßzahlen zur Charakterisierung einer eindimensionalen Häufigkeitsverteilung 149
1381 Das geometrische Mittel 150
1382 Das harmonische Mittel 152
1383 Median, Quartile und Dichtemittel 154
1384 Standardfehler des arithmetischen Mittels und des Medianwertes .. 158
1385 Die Spannweite 163
1386 Der Interdezilbereich 165
1387 Schiefe und Wölbung 167
Einfache Schiefemaße
Ein einfaches Maß für die Wölbung
Momentenkoeffizient der Schiefe
Momentenkoeffizient der Wölbung
139 Die logarithmische Normalverteilung 173
14 Der Weg zum statistischen Test 177
141 Vertrauenswahrscheinlichkeit und Irrtumswahrscheinlichkeit 178
Vertrauensbereich für den Erwartungswert μ
142 Nullhypothese und Alternativhypothese 180
Statistische Hypothesen
Unwahrscheinliche Münzwürfe
Das zufällig statistisch signifikante Ergebnis

143 Fehler 1. Art und Fehler 2. Art 184
Testentscheidung und Wirklichkeit
Deutlich falsche Nullhypothesen sind abzulehnen
Tausend Münzwürfe

144 Das Signifikanzniveau ist nach Möglichkeit
vor der Datengewinnung festzulegen 188
P-Wert und Stern-Symbolik

145 Der statistische Test 189
„Tee-Test"-Kombinatorik
Einstichproben-Gauss-Test
Nichtablehnungsbereich für H_0
Weiteres zum P-Wert
Arten statistischer Tests
Stochastik, Tests, Induktion und Deduktion

146 Einseitige und zweiseitige Tests 195
147 Die Power (Teststärke, Trennschärfe) 196
148 Verteilungsunabhängige Verfahren 201
149 Entscheidungsprinzipien 206

15 Drei wichtige Prüfverteilungen 208

151 Die Student t-Verteilung 208
152 Die χ^2-Verteilung 211
153 Die F-Verteilung 216
154 Grenzfälle der F-Verteilung 224
155 Ergänzungen zu den drei Stichprobenverteilungen 229
1. Allgemeines zur Stichprobenverteilung
2. Die Stichprobenverteilung des Mittelwertes
einer Gleich- (Rechteck-) Verteilung sowie beliebiger Verteilungen
3. Weitere Stichprobenverteilungen
4. Mögliche empirische Berechnung der Prüfgrößen χ^2_ν, t_ν und $F_{\nu_1;\nu_2}$
anhand von Simulationen
5. Definition der Prüfverteilungen χ^2_ν, t_ν und $F_{\nu_1;\nu_2}$

16 Diskrete Verteilungen 233

161 Einiges zur Kombinatorik 233
1. Permutationen
2. k-Permutationen
3. Kombinationen
Beispiele: B83 bis B99
4. Zerlegung einer Menge in Teilmengen
Beispiele: B100 bis B104
5. Das Pascalsche Dreieck
Identitäten zum Pascalschen Dreieck
6. Weitere Beispiele und Hinweise
Beispiele: B105 bis B138

- Bemerkungen zur Wahrscheinlichkeit bestimmter Nachbarschaftssituationen in zufälligen Reihenfolgen (B108-B110)
- Batterie-Wechsel (B111)
- Wahl einer Vorsitzenden (B112)
- Zum Permutationstest (mit B113)
- Zum Binomialkoeffizienten
- Würfelbeispiele, die diejenigen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung ergänzen (B114–B117)
- Münzwurfbeispiele, die diejenigen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung ergänzen (B118–B120)
- Zahlenlotto (B121–B126)
- Geburtstagsproblem (B127–B131)
- Maschinenausfälle (mit B132)
- Einsparungen durch Prüfung in Gruppen (mit B133)
- Wahrscheinlichkeiten für das Pokerspiel (B134)
- Sekretärinnen-Problem (mit B135)
- Problem der vertauschten Briefe (mit B136)
- Urnenmodell: 1 Urne mit N Kugeln. Mit bzw. ohne Zurücklegen (mit B137)
- Stichprobenauswahl ohne Zurücklegen
- Übersicht über einige spezielle Summen (mit B138)

162 Die Binomialverteilung 267
Beispiele: B139 bis B149
- Binomialtest (B150)

163 Die hypergeometrische Verteilung 280
Beispiele: B151 bis B155

164 Die Poisson-Verteilung 285
Beispiele: B156 bis B163
Wie groß muß Lambda sein, damit das Ereignis mit einer Wahrscheinlichkeit P wenigstens einmal eintritt?
Wieviel „seltene Ereignisse“ (Auftrittswahrscheinlichkeit $p \leqq 0{,}05$) sind mit $P = 0{,}95$ in Zufallsstichproben des Umfangs n zu erwarten?
Vertrauensbereiche für Lambda
Das Thorndike-Nomogramm
Approximationen

165 Vergleich der Erwartungswerte von Poisson-Verteilungen 297
Vergleich der Leistung zweier Buchhalter (B164)
Treten mehr Ereignisse auf als in der Regel zu erwarten sind?

166 Der Dispersionsindex 301
Pferdehufschlagtote (B165)

167 Der Multinomialkoeffizient 304
Basketballspiel (B166)
Kartenspiel (B167)
Wohngemeinschaft (B168)
Würfelspiel I (B169)

168 Die Multinomialverteilung (Polynomialverteilung) 305
Perlen (B170)
Würfelspiel II (B171)
Wahl eines Kandidaten (B172)

2 Notizen zur Epidemiologie 307
• Forschung und Wissenschaft

21 Biometrie 307

22 Zur Medizinischen Statistik 308
• Bemerkungen zum Krankengut einer Klinik

23 Zur Epidemiologie 309

231 Epidemiologie 310

232 Fall-Kontroll-Studie und Kohorten-Studie 311
• Hinweise zu Matched Pairs und zu Panel-Studien

233 Relatives Risiko und Chancen-Verhältnis (Odds Ratio) 312

234 Angenäherte 95%-Vertrauensbereiche für das Relative Risiko ψ und für das Chancen-Verhältnis (die Odds Ratio) ω 316

235 Der expositionsbedingte Anteil Erkrankter: Population Attributable Risk 317

236 Benötigte Stichprobenumfänge nach Lemeshow, Hosmer und Klar, um das Chancen-Verhältnis (die Odds Ratio) aus Fall-Kontroll-Studien und das Relative Risiko aus Kohorten-Studien zu schätzen, wenn bereits Mutmaßungen über die gesuchten Parameter vorliegen 318

237 Filteruntersuchungen 320
• Risiken falsch negativer Testresultate

238 Weitere Hinweise: z.B. Störgrößen 321
Literatur:
• Epidemiologie
• Kohortenstudien
• Fall-Kontroll-Studien
• Klinische Studien/Vergleichsstudien

24 Drei geschlossene Folgetestpläne 322
• Bross
• Spicer
• Cole

3 Der Vergleich unabhängiger Stichproben gemessener Werte 327
• Spezielle Stichprobenverfahren

• Der Begriff Vertrauensbereich

31 Vertrauensbereiche für Erwartungswert μ und Median $\tilde{\mu}$ 329

311 Vertrauensbereich für den Erwartungswert μ 330
- Stichprobenziehen mit bzw. ohne Zurücklegen
- Rückschluß und direkter Schluß

312 Schätzung von Stichprobenumfängen 333
- Mindestzahl von Beobachtungen zur Schätzung einer Standardabweichung und eines Mittelwertes
- Mindestzahl von Beobachtungen für den Vergleich zweier Mittelwerte
- Abschätzung der Power

313 Die mittlere absolute Abweichung (vom Mittelwert), die mittlere absolute Abweichung vom Medianwert und die Median-Deviation 335
- Literatur zu robusten Schätzungen im Rahmen der parametrischen Statistik

314 Vertrauensbereich für den Median $\tilde{\mu}$ 337

315 Angenäherte verteilungsunabhängige Vertrauensbereiche für beliebige Quantile stetiger Verteilungen 339

316 Zur Theorie der Abschnitte 32 bis 36: Verteilungen wichtiger Stichprobenfunktionen aus normalverteilten Grundgesamtheiten 339

32 Vergleich eines empirischen Mittelwertes mit dem Erwartungswert einer normalverteilten Grundgesamtheit: Einstichproben-t-Test 342

33 Vergleich einer empirischen Varianz mit ihrem Parameter 345

34 Vertrauensbereich für die Varianz, die Standardabweichung und den Variationskoeffizienten 346

35 Vergleich zweier empirisch ermittelter Varianzen aus normalverteilten Grundgesamtheiten 348
1. Bei kleinem bis mittlerem Stichprobenumfang
   Verteilungsunabhängige Verfahren, die den F-Test ersetzen
2. Bei mittlerem bis großem Stichprobenumfang
3. Bei großem bis sehr großem Stichprobenumfang

36 Vergleich zweier empirischer Mittelwerte aus normalverteilten Grundgesamtheiten 352
1. Bei unbekannten aber gleichen Varianzen
   Q-Symbolik
   Zweistichproben-t-Test
   Bemerkungen
   Bereinigter t-Test
   Gleichheit der Bioverfügbarkeit
   Vertrauensbereich für $\mu_1 - \mu_2$
2. Bei unbekannten Varianzen, die möglicherweise ungleich sind
   Hsu-Ansatz
   Weir-Ansatz

3. Drei Bemerkungen zum Mittelwertvergleich
Benötigter Stichprobenumfang für den Ein- und Zweistichproben-t-Test bei einseitiger Fragestellung
Vergleich zweier Variationskoeffizienten

37 Schnelltests, die angenähert normalverteilte Meßwerte voraussetzen 361

371 Vergleich der Streuung zweier kleiner Stichproben nach Pillai und Buenaventura 361
372 Vergleich der Erwartungswerte zweier kleiner Stichproben nach Lord ... 362
373 Vergleich der Erwartungswerte mehrerer Stichproben gleicher Umfänge nach Dixon 363

38 Ausreißerproblem und Toleranzgrenzen 364
Extremwerte
Ausreißer
Ausreißertest für normalverteilte Beobachtungen
Winsorisieren
Standardisierte Extremabweichung für normalverteilte Beobachtungen
Toleranzgrenzen
Toleranzfaktoren für normalverteilte Beobachtungen
Verteilungsunabhängige Toleranzgrenzen
Einige Hinweise
1. Anordnungswerte und Anordnungsstatistik
2. Trimmen, Winsorisieren, Zensieren und Stutzen
3. Anordnung und Auswahl von Grundgesamtheiten, deren Parameter unbekannt sind: Parametrische und nichtparametrische Rangordnungs- und Auswahlverfahren

39 Verteilungsunabhängige Verfahren für den Vergleich unabhängiger Stichproben 373
Mosteller-Test
Lage-Test nach Rosenbaum
Variabilitätstest nach Rosenbaum
Rangsummentests

391 Der Rangdispersionstest von Siegel und Tukey 375

392 Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben: Schnelltest nach Tukey 378

393 Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben nach Kolmogoroff und Smirnoff 379

394 Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben: U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney 381
Hinweis: Einstichproben-Median-Test nach Wilcoxon
Bemerkung: Prüfung der Lage-Änderung einer Zufallsvariablen

395 Der Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben:
H-Test von Kruskal und Wallis 394
Multiple paarweise Vergleiche mittlerer Ränge
H-Test mit Stichproben-Untergruppen

396 Trendtest nach Jonckheere: Vergleich mehrerer geordneter
Verteilungsfunktionen oder Mediane 401

4 Weitere Prüfverfahren 404

41 Herabsetzung des Stichprobenfehlers durch gepaarte Beobachtungen:
Paarige Stichproben 404
- Blockinterne Vergleiche
- Standardfehler einer Differenz

42 Paarweise angeordnete Beobachtungen 406
- Verbundene Stichproben
- Einige Zweistichprobentests für verbundene Stichproben

421 Der t-Test für paarweise angeordnete Meßwerte 408

4211 Prüfung des Erwartungswertes der Paardifferenzen auf Null 408
- Vertrauensbereich für den Erwartungswert μ_d der Paardifferenzen

4212 Prüfung der Gleichheit zweier Varianzen paariger Stichproben 410

422 Der Wilcoxon-Test für Paardifferenzen 411
- Vertrauensbereich für den Median $\tilde{\mu}_d$ der Paardifferenzen

423 Der Maximum-Test für Paardifferenzen 414

424 Der Vorzeichentest von Dixon und Mood 415
- Zur Power des Tests
- Weitere Anwendungen dieses Tests
- 1. Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben
- 2. Prüfung der Zugehörigkeit zu einer Grundgesamtheit
- 3. Prüfung eines Trends

Modelle und ihre Anpassung an Daten

43 Die Prüfung von Verteilungen mit dem χ^2-Anpassungstest 421

431 Vergleich von beobachteten Häufigkeiten mit Spaltungsziffern 422

432 Vergleich einer empirischen Verteilung mit einer Gleichverteilung 423

433 Vergleich einer empirischen Verteilung mit einer Normalverteilung 423
- Zahlreiche Hinweise

434 Vergleich einer empirischen Verteilung mit einer Poisson-Verteilung 427

44 Der Kolmogoroff-Smirnoff-Test für die Güte der Anpassung 427
- Lilliefors-Modifikation nach:
  Dallal und Wilkinson
  Mason und Bell

- Anpassung an eine Poisson-Verteilung
- Angabe des 95%-Vertrauensbereiches für die Verteilungsfunktion einer stetigen Zufallsvariablen

45 Die Häufigkeit von Ereignissen 433

451 Vertrauensgrenzen anhand eines Anteilswertes aus einer dichotomen Grundgesamtheit. Der Vergleich einer relativen Häufigkeit mit dem zugrundeliegenden Parameter 434

- Prozentangaben
- Vertrauensbereich für π
  exakte bzw. kleine Tabelle
  Approximationen
  Sonderfälle, mit kleiner Tabelle
- Vergleich zweier relativer Häufigkeiten
  $\hat{p}$ mit π: d.h. π_1 mit π
  $\hat{p}_2$ mit $\hat{p}_2$: d. h. π_1 mit π_2
  H_0: $\pi_1 - \pi_2 = d_0$ gegen H_A: $\pi_1 - \pi_2 \neq d_0$

452 Schnellschätzung der Vertrauensgrenzen anhand einer beobachteten relativen Häufigkeit nach Clopper und Pearson 444

453 Schätzung des Mindestumfanges einer Stichprobe bei ausgezählten Werten 445

454 Der Vertrauensbereich für den Erwartungswert λ einer Poisson-Verteilung 447

455 Vergleich zweier Häufigkeiten: die Prüfung, ob sie in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen 449

46 Die Auswertung von Vierfeldertafeln 450

- Analyse kategorialer Daten

461 Der Vergleich zweier Prozentsätze – die Analyse von Vierfeldertafeln ... 450

- Proportionalität zu den Randsummen?
- Homogenität bzw. Unabhängigkeit?
- Welche Formel: $\underset{*}{\hat{\chi}^2}$ oder $\hat{\chi}^2$?
- Variationsbereich für $\underset{*}{\hat{\chi}^2}$
- Drei χ^2-Tabellen für einen Freiheitsgrad
- Minimales n für den Vierfeldertest
- Vorsicht vor Trugschlüssen

[Vier Ergänzangen zu den Kapiteln 1 und 2] 458

- Vier Tabellen zur Poisson-Verteilung
- Power für den Einstichproben-Gauß-Test
- Standardisierungen in der Epidemiologie
- S^2 als unverzerrte Schätzfunktion

462 Mehrfache Anwendung des Vierfelder-χ^2-Tests 466

- Weitere Hinweise

463 Der von McNemar modifizierte Vorzeichentest 468

- Praktische Relevanz des Tests
- Unabhängiger oder verbundener Ansatz?
- Der Kappa-Index

464 Die additive Eigenschaft von χ^2 474
- Meta-Analyse

465 Die Kombination von Vierfeldertafeln 474

466 Der Kontingenzkoeffizient von Pearson 477

467 Der sogenannte „exakte Test" von R. A. Fisher auf Unabhängigkeit, zugleich eine Approximation für den Vergleich der Grundwahrscheinlichkeiten zweier Binomialverteilungen aufgrund kleiner bis sehr kleiner Stichprobenumfänge 478
- Approximation nach Gart
- Rekursionsformel
- Weitere Hilfsmittel

47 Prüfung der Zufallsmäßigkeit einer Folge von Alternativdaten oder von Meßwerten 482

471 Die sukzessive Differenzenstreuung 482
472 Der Iterationstest für die Prüfung, ob eine Folge von Alternativdaten oder von Meßwerten zufallsgemäß ist 483
473 Phasenhäufigkeitstest von Wallis und Moore 485

48 Prüfung einer Zeitreihe auf Trendänderung: Der Vorzeichen-Trendtest von Cox und Stuart 487
- Literaturhinweise: Zur Zeitreihenanalyse, Glättung, Entdeckung von Lageänderungen und zur „Klumpung" von Krankheiten

5 Abhängigkeitsmaße: Korrelation und Regression 490

51 Vorbemerkung und Übersicht 490
- Streuung und Form einer Punktwolke
- Der Korrelationskoeffizient als lineares Abhängigkeitsmaß
- Übersicht zur Korrelationsanalyse
- Übersicht zur Regressionsanalyse
- Stärke und Art einer linearen Abhängigkeit
- Voraussetzungen des Korrelationskoeffizienten
- Etwas Theorie: Kovarianz und Korrelationskoeffizient
  1. Einführendes zur Kovarianz
  2. Einiges zur Kovarianz-Algebra
  3. Der Korrelationskoeffizient als normierte Kovarianz
     Hinweise
     1. Negative Korrelation zwischen Ausgangswert und Zuwachs
     2. Korrelation zwischen einer Differenz und einer weiteren Variablen
  4. Unkorreliertheit und stochastische Unabhängigkeit
  5. Regression und Korrelation: zweidimensional normalverteilte Zufallsvariablen
- Die Gleichung der geraden Linie
  Zwei Punkte reichen?
- Beide Regressionsgeraden einer zweidimensionalen Normalverteilung
- Bestimmtheitsmaß und Restvarianz

- Zerlegung der Summe der Abweichungsquadrate insgesamt in zwei Anteile
- Beide Variablen fehlerbehaftet
  1. Bartlett-Verfahren
  2. Kerrich-Verfahren
- Orthogonale kleinste Quadrate

52 Typisierung korrelativer Zusammenhänge 508

53 Verteilungsunabhängige Abhängigkeitsmaße 511

531 Der Spearmansche Rang-Korrelationskoeffizient 512
532 Quadrantenkorrelation 516
533 Der Eckentest nach Olmstead und Tukey 518

54 Schätzverfahren 519

541 Schätzung des Korrelationskoeffizienten, ... 519
- der ungeeignet ist für einen Vergleich zweier Methoden,
- der dann, wenn eines der beiden Merkmale alternativ-verteilt ist, durch die punktbiseriale Korrelation ersetzt wird

542 Schätzung beider Regressionsgeraden 520

543 Schätzung einiger Standardabweichungen 525
- Restvarianz und Bestimmtheitsmaß
- zur Residualanalyse
- zum Kalibrierungsproblem

544 Schätzung des Korrelationskoeffizienten und der Regressionsgeraden aus einer Korrelationstabelle 531
- Rechenschema für Regression und Korrelation
- Schema zur varianzanalytischen Prüfung der Regression

545 Der Vertrauensbereich für den Korrelationskoeffizienten ϱ 536

55 Prüfverfahren 538

551 Prüfung des Vorhandenseins einer Korrelation sowie einige ϱ betreffende Vergleiche 538
- ϱ = Null?
- $\varrho = \varrho_0$?
- $\varrho_{1,2} = \varrho_{1,3}$?
- $\bar{\varrho}$ = Null?
- n zur Schätzung von ϱ
- 95%-Vertrauensbereich für ϱ

552 Weitere Anwendungen der $\dot{z}$-Transformation 543
- $\varrho_1 = \varrho_2$?
- $\bar{\varrho}$ = Null?
- $\varrho_1 = \varrho_2 = ... = \varrho_k = \varrho$?
- 95%-Vertrauensbereich für den gemeinsamen Parameter ϱ

553 Prüfung der Linearität einer Regression 548
- Mehr y- als x-Werte
- Korrelationstabelle
- Voraussetzungen der Regressionsanalyse

554 Prüfung des Regressionskoeffizienten gegen Null 552
555 Prüfung der Differenz zwischen einem geschätzten und einem hypothetischen Regressionskoeffizienten 552
556 Prüfung der Differenz zwischen einem geschätzten und einem hypothetischen Achsenabschnitt 553
557 Vertrauensgrenzen für den Regressionskoeffizienten, für den Achsenabschnitt und für die Restvarianz 553
558 Vergleich zweier Regressionskoeffizienten und zweier Achsenabschnitte 554
- Hinweis zum Standardfehler der Differenz
- Vertrauensbereich für die Differenz beider Regressionskoeffizienten
- Der Schnittpunkt beider Geraden
- Gemeinsamer Regressionskoeffizient
- Der Vergleich zweier Achsenabschnitte

559 Vertrauensbereiche für die Regressionsgerade 557
- für die gesamte Regressionsgerade
- für den Erwartungswert von Y an der Stelle $X = x$
- Der Voraussagebereich für eine zukünftige Beobachtung Y an der Stelle $X = x$
- Literaturhinweise zur Korrelationsanalyse und Regressionsanalyse

56 Nichtlineare Regression 561
- Die allgemeine Gleichung zweiten Grades
- Drei Bemerkungen zur nichtlinearen Regression
- Die Exponentialfunktion
- Exakte und approximierte Normalgleichungen wichtiger Funktionsgleichungen
- Literatur zur nichtlinearen Regression
- Einige Kurvenformen

57 Einige linearisierende Transformationen 568
- Modifizierte und erweiterte Natrella-Ubersicht
- Linearisierung gekrümmter Punktwolken

58 Partielle und multiple Korrelationen und Regressionen 571
- Partieller Korrelationskoeffizient
- Multipler Korrelationskoeffizient
- Einfachste multiple lineare Regression
- Literatur zur multiplen Regressionsanalyse
- Literatur zu linearen Modellen
- Literatur zur Wirkungsflächen-Erkundung
- Literatur zu Dosis-Wirkungs-Studien
- Literatur zur multiplen logistischen Regression
- Multivariate Methoden: Datenmatrix
- Weitere Literaturhinweise zu multivariaten statistischen Methoden

6 Die Auswertung von Mehrfeldertafeln (Zweiwegtafeln) 580

61 Vergleich mehrerer Stichproben von Alternativdaten und die Analyse einer $k \cdot 2$-Felder-Kontingenztafel 581

611 Der $k \cdot 2$-Felder-χ^2-Test nach Brandt und Snedecor 581
- Scoring I (Homogenitätstest)

612 Der Vergleich zweier unabhängiger empirischer Verteilungen von Häufigkeitsdaten nach Brandt-Snedecor 586

613 Zerlegung der Freiheitsgrade einer $k \cdot 2$-Feldertafel 586

614 Prüfung einer $k \cdot 2$-Feldertafel auf Trend: Der Anteil der linearen Regression an der Gesamtvariation 590

62 Die Analyse von Zweiwegtafeln des Typs $r \cdot c$ 593

621 Prüfung auf Unabhängigkeit oder Homogenität 593
- Wie klein dürfen die Erwartungshäufigkeiten sein?
- Drei Modelle für eine $r \cdot c$-Tafel
- $\hat{\chi}^2$-Variationsbereich
- Scoring II (Homogenitätstest)
- Erfassung homogener Merkmalskombinationen
- Mehrfache Anwendung von Tests auf denselben Datenkörper
- $\hat{\chi}^2$-Zerlegung kleiner Mehrfeldertafeln
- Literatur zur Kontingenztafelanalyse

622 Prüfung der Stärke des Zusammenhanges zwischen zwei kategorial aufgegliederten Merkmalen. Der Vergleich mehrerer Kontingenztafeln hinsichtlich der Stärke des Zusammenhanges anhand des korrigierten Kontingenzkoeffizienten nach Pawlik 602

623 Prüfung auf Trend: Der Anteil der linearen Regression an der Gesamtvariation. Der Vergleich der Regressionskoeffizienten einander entsprechender Mehrfeldertafeln 604

624 Prüfung quadratischer Mehrfeldertafeln auf Symmetrie 607
- Q-Test nach Cochran

625 **H-Test- und Friedman-Test-Vergleiche eines Standards bzw. einer Kontrolle mit mehreren Behandlungen sowie Bemerkungen zu faktoriellen Plänen als Übergang zum 7. Kapitel** 609

7 Varianzanalytische Methoden 613

71 Vorbemerkung und Übersicht 613

72 Prüfung der Gleichheit mehrerer Varianzen 614

721 Prüfung der Gleichheit mehrerer Varianzen gleichgroßer Stichprobengruppen nach Hartley 614

722 Prüfung der Gleichheit mehrerer Varianzen nach Cochran 615

723 Prüfung der Gleichheit mehrerer Varianzen gleicher oder unterschiedlich großer Stichprobengruppen nach Bartlett 617

73 Einfache Varianzanalyse 619

731 Varianzanalytischer Vergleich mehrerer Erwartungswerte 619
- Benötigte Stichprobenumfänge
- Spannweiten-Ansätze

732 Beurteilung linearer Kontraste nach Scheffé 627
- Williams-Ansatz
- Modifizierter LSD-Test

733 Transformationen 632

74 Zweifache und dreifache Varianzanalyse 635

741 Varianzanalyse für die dreifache (bzw. zweifache) Klassifizierung mit 2ab Beobachtungen 635
- Bemerkungen zu den Eisenhart-Modellen

742 Multiple Vergleiche von Erwartungswerten nach Scheffé, Tukey, Tukey-Kramer und nach Games-Howell 650
- Tukey-Kramer-Verfahren
- Games-Howell-Verfahren
- Benötigte Stichprobenumfänge für die Blockvarianzanalyse

743 Zweifache Varianzanalyse mit einer Beobachtung pro Zelle: Modell ohne Wechselwirkung 655
- Hinweise zur Varianzanalyse

75 Varianzanalytische Schnelltests 659

751 Varianzanalytischer Schnelltest und multiple Vergleiche von Erwartungswerten nach Link und Wallace 659

752 Multiple Vergleiche unabhängiger Stichproben nach Nemenyi 663

76 Rangvarianzanalyse für mehrere verbundene Stichproben 665

761 Friedman-Test: Doppelte Zerlegung mit einer Beobachtung pro Zelle ... 665

762 Multiple Vergleiche verbundener Stichproben nach Wilcoxon und Wilcox 674

763 Page-Test für geordnete Alternativen, die auf Friedman-Rangsummen basieren 676

77 Prinzipien der Versuchsplanung 678
- Experimente
- Vergleichbarkeit und Verallgemeinerungsfähigkeit
- Wiederholung, Randomisierung und Blockbildung
- Zur Ausschaltung von Störgrößen
- Beispiele zur Randomisierung
- Hinweis: Einfache Versuchspläne
- Literatur zur Versuchsplanung
- Literatur zu Gruppen-Perioden-Versuchsplänen

Fünf Jahreszahlen zur Geschichte der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Statistik 689

Benutztes Schrifttum und weiterführende Literatur 690
I. Literaturverzeichnis mit einigen Arbeiten aus der 1. bis 6. Auflage, teilweise aktualisiert
II. Literaturverzeichnis zur 7. bis 10. Auflage

Übungsaufgaben 754
Lösungen der Übungsaufgaben 761

Eine Auswahl englischer Fachausdrücke 766

Namenverzeichnis 768

Sachverzeichnis 786

Anhang: A1 bis A5 und anderes 883

Lesezeichen mit Lektürehinweisen 891
Was lesen?
Wie lesen?