

Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler

(2007) 4. Aufl. - 304 S. mit 55 Abb., 43 Tab., 130 Beispielen und über 100 Tests & Verfahren EUR 34,- ISBN 978-3-9809668-3-2

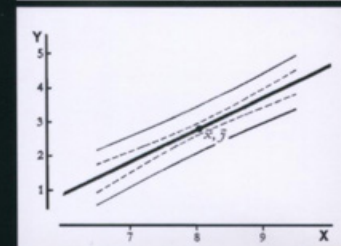
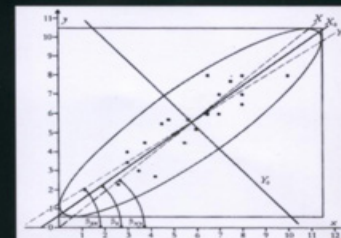
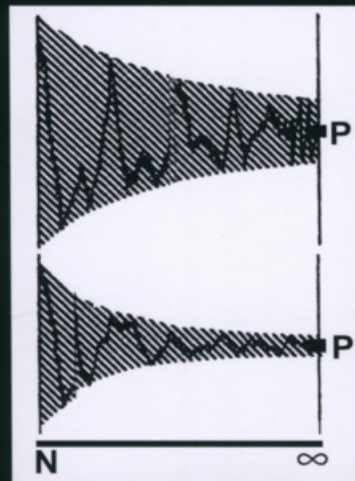
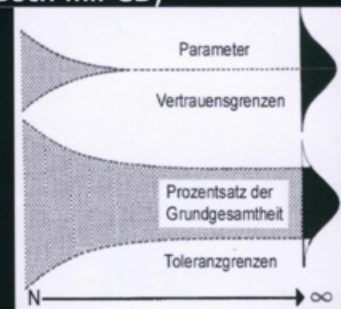
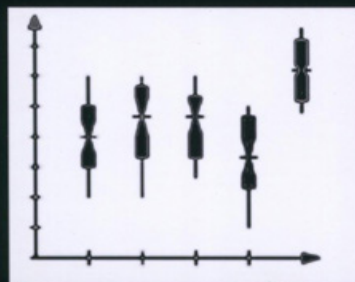
Autoren: José L. Lozán & Hartmut Kausch

José L. Lozán · Hartmut Kausch

Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler

4. überarbeitete und ergänzte Auflage (Buch mit CD)

Wissenschaftliche Auswertungen



Das Buch für Einsteiger in die Statistik

DIn diesem Buch werden die am häufigsten verwendeten biostatistischen Methoden und Verfahren in der Naturwissenschaft behandelt. Über 100 Tests wurden ohne mathematische Ableitungen anschaulich zusammengefasst und mit Hilfe von rund 130 Beispielen ihre Anwendung und der Rechengvorgang erläutert. Die behandelten parametrischen und nicht-parametrischen Tests sind mit Hilfe der Beispiele leicht nachzuvollziehen, so dass auch Nicht-Mathematikern der Einstieg in die Statistik wesentlich erleichtert wird. Gegenüber der 3. Auflage wurde dieses praxisbezogene Buch verbessert und nur leicht erweitert, um die Übersichtlichkeit des Buches beizubehalten. Das Buch eignet sich insbesondere für Studierende zur Ergänzung der meist theoretisch gestalteten Vorlesungen sowie für Diplomanden und Doktoranden, die bereits statistische Kenntnisse besitzen, zur Auswertung ihrer Versuche. Aber auch diejenigen, die nur gelegentlich statistische Arbeiten durchführen, können es als Nachschlagewerk nutzen.

Als Ergänzung zum Buch wurde ***das Programm STATEasy*** in deutscher Sprache entwickelt. STATEasy ist genau wie das Buch strukturiert; für die einzelnen Kapitel des Buches sind im Programm Module enthalten. Es ist ein leicht zu bedienendes Programm. Es ermöglicht schnelle statistische Berechnungen, ohne umfangreiche Anleitungen lesen zu müssen. Anwender, die nur ab und zu statistische Auswertungen durchführen, finden in STATEasy das ideale Programm, da STATEasy alle Rechenschritte und Ergebnisse in Textform erklärt. STATEasy erlaubt die Anwendung von einzelnen Daten oder gruppierten Daten in Klassen sowie Daten als Xquer , s und n. Bei den parametrischen Tests prüft STATEasy zuerst, ob die Voraussetzungen zur Anwendung des jeweiligen Tests erfüllt sind.

Inhaltsverzeichnis

1 EINFÜHRUNG

2 ERLÄUTERUNG EINIGER FACHBEGRIFFE

Statistik und Stochastik

Grundgesamtheit

Stichprobe

Nominale Daten

Ordinale Daten

Metrische Daten – Urliste

Häufigkeitsverteilung

Klassengröße

Klassenmitte (m_i)

»cm-below«

Offene Klassen

Zur Klassenbildung

Zufallsvariable

Toleranzbereich

Vertrauensbereich (= Konfidenzintervall)

Nullhypothese und Alternativhypothese

Konservative Tests

Einseitige und zweiseitige Tests

Teststärke = Trennschärfe

Statistische Tests

Korrelation und Scheinkorrelation

Ausreißerproblem

Freiheitsgrade

Funktionaler Zusammenhang

Stochastischer Zusammenhang

Rundungsregel, Signifikante Ziffern, Rundungsfehler

Quantile, Fraktile, Quartile

Die in der Statistik am häufigsten verwendeten Tabellen:

Chi-Quadrat-Verteilung

Student-Verteilung

F-Verteilung

Studentisierte Spannweite

3 CHARAKTERISIERUNG VON STICHPROBEN

- 3.1 Mittelwerte
 - 3.1.1 Der arithmetische Mittelwert (\bar{x})
 - 3.1.2 Der Zentralwert (Median)
 - 3.1.3 Das Dichtemittel (Modalwert)
 - 3.1.4 Der geometrische Mittelwert
- 3.2 Variabilität
 - 3.2.1 Variationsbreite = Spannweite (R)
 - 3.2.2 Standardabweichung (s)
 - 3.2.3 Klassengröße und Standardabweichung
 - 3.2.4 Variabilitätskoeffizient $V(\%)$
 - 3.2.5 Standardfehler des Mittelwertes (s_x)
 - 3.2.6 Interdezilbereich (I_{80})
 - 3.2.7 Standardfehler des Medians (s_x)
 - 3.2.8 Quartilsabstand (Q)
 - 3.2.9 Box-and-Whisker-Plot
 - 3.2.10 Messfehler von Bestimmungsmethoden
- 3.3 Vertrauensbereiche (Konfidenzintervalle)
 - 3.3.1 Vertrauensbereich für einen Beobachtungswert
 - 3.3.2 Vertrauensbereich für den wahren Mittelwert μ
- 3.4 Schiefe (S) und Exzess (E)
 - 3.4.1 Schiefe
 - 3.4.2 Exzess (Wölbung oder Kurtosis)
- 3.5 Randomisierung
- 3.6 Mindestanzahl der Messungen zur Schätzung des Mittelwertes
- 3.7 Mindestanzahl der Messungen zur Schätzung der Standardabweichung
- 3.8 Charakterisierung der Diversität
 - 3.8.1 Diversitätsindices
 - 3.8.1.1 Margalef-Index »Species richness« (D)
 - 3.8.1.2 Diversitätsindex nach Shannon-Wiener (H_s)
 - 3.8.1.3 Evenness (E =Äquität)
 - 3.8.1.4 Diversitätsindex nach Heip (E_h)
 - 3.8.1.5 Diversitätsindex nach Simpson (E_s)
 - 3.8.1.6 Diversitätsindex nach Brillouin

- 3.8.2 Graphische Darstellung über die Dominanzstruktur
 - 3.8.2.1 Dominanzkurve für die Artenhäufigkeit
 - 3.8.2.2 Dominanzkurve für die Biomasse
 - 3.8.2.3 Dominanzkurve für geometrische Häufigkeitsklassen

4 *DARSTELLUNG VON STICHPROBEN*

- 4.1 Graphische Darstellung
 - 4.1.1 Kreisdiagramm
 - 4.1.2 Stabdiagramm
 - 4.1.3 Balkendiagramm
 - 4.1.4 Liniendiagramm
- 4.2 Kurvenglättung

5. *THEORETISCHE VERTEILUNGEN: Normalverteilung*

- 5.1 Dichtefunktion und Verteilungsfunktion
Standardisierung: z-Transformation
- 5.2 Logarithmische Normalverteilung
- 5.3 Der zentrale Grenzwertsatz
- 5.4 Prüfung auf Nicht-Normalverteilung
 - 5.4.1 Graphisch mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsnetzes
 - 5.4.2 Chiquadrat-Test als Anpassungstest
 - 5.4.3 G-Test als Anpassungstest
 - 5.4.4 Test nach Kolmogoroff-Smirnoff (K-S-Test) (mod. nach Kuiper)
 - 5.4.5 Schnelltest nach David und Mitarbeitern
 - 5.4.6 Prüfung über die Schiefe (S) und den Exzess (E)
 - 5.4.7 Shapiro & Wilk-Test
- 5.5 Ausreißer-Test nach Nalimov
- 5.6 Transformation zur Normalverteilung
 - 5.6.1 Logarithmische Transformation
 - 5.6.2 Wurzel-Transformation
 - 5.6.3 Kehrwert- oder Reziproken-Transformation
 - 5.6.4 Potenz-Transformation
- 5.7 Andere theoretische Verteilungen
 - 5.7.1 Binomialverteilung
 - 5.7.2 Poisson-Verteilung

6 VERGLEICH ZWEIER STICHPROBEN (Flussdiagramm)

Der statistische Test

Risiko I (Fehler 1. Art) Risiko II (Fehler 2. Art)

6.1 Vergleich zweier nicht-verbundener Stichproben

6.1.1 Parametrische Verfahren

6.1.1.1 Vergleich von Mittelwerten

t-Test für große Stichproben mit gleichen Varianzen

(Konfidenzgrenzen und Standardfehler für die Differenz der Mittelwerte)

falls einzelne Werte vorliegen

falls Werte in Klassengruppen vorliegen

falls σ , s , n vorliegen

Welch-Test für große Stichproben mit ungleichen Varianzen

Lord-Test für kleine Stichproben mit gleichen Varianzen

Weir-Test für kleine Stichproben mit ungleichen Varianzen

6.1.1.2 Prüfung auf Gleichheit der Varianzen

F-Test

6.1.2 Parameterfreie Verfahren (Rangtests)

6.1.2.1 Vergleich von Mittelwerten

U-Test für Stichproben mit gleicher Verteilungsform

falls $n < M$ IST

falls $n = m$ ist

falls n, m größer 20 sind

falls eine große Anzahl von Bindungen auftritt (Korrektur)

Median-Test für den Vergleich zweier Stichproben

6.1.2.2 Prüfung auf Gleichheit der Verteilung

Kolmogoroff-Smirnoff-Homogenitätstest

6.1.2.3 Prüfung auf Gleichheit der Varianzen

Pfanzagl-Test

6.2 Vergleich zweier verbundener Stichproben

6.2.1 Parametrisches Verfahren

6.2.1.1 Vergleich zweier abhängiger Stichproben

t-Test für den Vergleich von Paardifferenzen

6.2.1.2 Prüfung auf Gleichheit der Varianzen zweier abhängiger Stichproben

t-Test für den Vergleich der Varianzen zweier verbundener Stichproben

6.2.2 Parameterfreie Verfahren. (Rangtests)

Wilcoxon-Test für den Vergleich von Paardifferenzen

Vorzeichen-Test für den Vergleich von Paardifferenzen

7 VARIANZANALYSE (Vergleich mehrerer Stichproben)

(Flussdiagramm)

7.1 Einfache Varianzanalyse

7.1.1 Vergleich mehrerer nicht-verbundener Stichproben

7.1.1.1 Parametrische Verfahren

Signifikanzprüfung

F-Test für mehrere normalverteilte Stichproben

falls einzelne Werte vorliegen

falls Werte in Klassengruppen vorliegen

falls 0 , s , n vorliegen

falls mehrere Variationsursachen bestehen

Prüfung auf Gleichheit mehrerer Varianzen

Bartlett-Test

Cochran-Test

Prüfung mehrerer Verteilungen auf Homogenität

Informationsstatistik-Test

Multipler Vergleich von Mittelwerten

Tukey-Test

Student-Newman-Keuls-Test

7.1.1.2 Parameterfreie Verfahren (Rangtests)

Signifikanzprüfung

H-Test für mehrere Stichproben mit gleicher Verteilungsform

falls drei Stichproben vorliegen

falls mehr als drei Stichproben vorliegen

falls eine große Anzahl von Bindungen auftritt

Erweiterter Median-Test für Stichproben ungleicher Verteilungsform

Prüfung auf Gleichheit mehrerer Varianzen

Pfanzagl-Test

Multipler Vergleich von Mittelwerten

Nemenyi-Test

falls die Stichproben gleich besetzt sind

falls die Stichproben ungleich besetzt sind

7.1.2 Vergleich mehrerer verbundener Stichproben

7.1.2.1 Parametrische Verfahren

Signifikanzprüfung

F-Test für mehrere verbundene Stichproben

7.1.2.2 Parameterfreie Verfahren (Rangvarianzanalyse)

Signifikanzprüfung

Friedman-Test

falls vier oder weniger Stichproben vorliegen

falls mehr als vier Stichproben vorliegen

falls eine große Anzahl von Bindungen auftritt

Multipler Vergleich von Mittelwerten

Wilcoxon-Wilcox-Test

7.2 Zweifache Varianzanalyse

7.2.1 Einfache Besetzung

Signifikanzprüfung

Multipler Vergleich von Mittelwerten

Tukey-Test

7.2.2 Mehrfache Besetzung

Signifikanzprüfung

Multipler Vergleich von Mittelwerten

Tukey-Test

7.3 Dreifache Varianzanalyse

7.3.1 Einfache Besetzung (Model I)

Signifikanzprüfung

Multipler Vergleich von Mittelwerten

Tukey-Test

7.3.2 Das lateinische Quadrat

7.3.3 Varianzanalyse: Versuche mit mehreren Faktoren auf verschiedenen Stufen

Hauptwirkungen und Wechselwirkungen

Yates-Tafel

Signifikanzprüfung

8 PRÜFUNG VON ABHÄNGIGKEITEN

8.1 Prüfung auf Abhängigkeit stetiger Zufallsvariabler

Regression und Korrelation

8.1.1 Einfache Regression (parametrisch)

8.1.1.1 Die »ordinary« oder »predictive« Regressionsgerade (Modell I)

Schätzung der Regressionsparameter

Prüfung auf Korrelation

- F-Test

- Korrelationskoeffizient r

- Bestimmtheitsmaß B
- Prüfung der Hypothese $G = 0$
- Prüfung der Hypothese $\beta = 0$

Überprüfung der Voraussetzungen

- Prüfung auf Linearität
- Prüfung auf Autokorrelation der Residuen (Durbin-Watson-Test)

Standardabweichungen, Vertrauens- und Toleranzbereiche

8.1.1.2 Die mittlere »Geometrical-Mean«-Regressionsgerade (Modell II)

Schätzung der Regressionsparameter

Standardabweichung, Vertrauens- und Toleranzbereiche (Ellipsen)

Ellipse: Länge der Halbachsen

Orthogonale Regressionskoeffizienten b_0 , $1/b_0$

8.1.1.3 Vergleich des Regressionskoeffizienten mit einem theoretischen Wert

8.1.1.4 Linearisierbare Regressionsfunktionen

Linearisierende Transformationen

8.1.2 Einfache Regression (parameterfrei)

Spearman-Rangkorrelation

Kendall-Rangkorrelation

8.2 Prüfung auf Abhängigkeiten nicht-stetiger Zufallsvariabler

8.2.1 Chiquadrat-Test zur Prüfung auf Abhängigkeit zweier Stichproben

(Korrektur nach Yates)

8.2.2 G-Test zur Prüfung auf Abhängigkeit zweier Stichproben

8.2.3 Chiquadrat-Test zur Homogenitätsprüfung zweier oder mehrerer Stichproben

Formel von Brandt & Snedecor für zwei Stichproben

8.2.4 G-Test zur Homogenitätsprüfung zweier oder mehrerer Stichproben

8.2.5 Chiquadrat-Test als Anpassungstest

9 MULTIVARIATE VERFAHREN

9.1 Multiple lineare Regression

9.1.1 Schätzung der Regressionsparameter

9.1.2 Prüfung auf Korrelation

F-Test

Bestimmtheitsmaß B

9.1.3 Überprüfung der Voraussetzungen

Prüfung auf Nicht-Normalverteilung der Residuen

Konstanz der Variabilität über die n untersuchten Perioden

Prüfung auf Autokorrelation der Residuen (Durbin-Watson-Koeffizient)

- 9.1.4 Prüfung auf Redundanz
- 9.2 Der partielle Korrelationskoeffizient
- 9.3 Kovarianzanalyse (Vergleich mehrerer Regressionsgeraden)
 - 9.3.1 Prüfung auf Parallelität
 - 9.3.2 Prüfung des Abstands der Regressionsgeraden von null
 - 9.3.2 Prüfung des Abstands der Regressionsgeraden von null
falls zwei Regressionsgeraden vorliegen
falls mehr als zwei Regressionsgeraden vorliegen
- 9.4 Eigenwertbasierende Methoden der multivariaten Statistik
 - 9.4.1 Hauptkomponentenanalyse (PCA)
 - 9.4.2 Faktorenanalyse
 - 9.4.2.1 Faktorenanalyse nach der Hauptkomponentenmethode
 - 9.4.2.2 Faktorenanalyse nach der Hauptachsenmethode
 - 9.4.3 Kanonische Korrelationsanalyse und Redundanzanalyse
 - 9.4.4 Diskriminanzanalyse
- 9.5 Gradientenanalyse
- 9.6 Ähnlichkeits-Distanz-Methoden
 - 9.6.1 Clusteranalyse
 - 9.6.2 Mehrdimensionale Skalierung (MDS)

10 PROBITANALYSE

- 10.1 Probit-Transformation
- 10.2 Probit-Regression nach der graphischen Methode
- 10.3 Probit-Regression nach der Maximum-Likelihood-Methode
 - Schätzung von Gewichtskoeffizienten W
 - Schätzung der Rechenprobits
 - Schätzung der korrigierten Probit-Regression
 - Prüfung auf Anpassung der korrigierten Probit-Regression
 - Schätzung des L₅₀-Wertes
 - Schätzung der Standardabweichung des L₅₀-Wertes
 - Schätzung der Standardabweichung der Regressionssteigung b
- 10.4 Vergleich von L₅₀-Werten

11 LOGITANALYSE

- 11.1 Logit-Transformation
 - Berechnung der empirischen Logit-Regression

11.2 Logit-Regression nach der Maximum-Likelihood-Methode

Ermittlung der provisorischen Logits L_0

Korrektur der empirischen Logit-Regression mit Gewichtskoeffizienten W

Schätzung des L_{50} -Wertes dessen Standardabweichung sL_{50}

Prüfung auf Güte der Anpassung der korrigierten Logit-Regression