

Karl Bosch

# Elementare Einführung in die angewandte Statistik

4., durchgesehene Auflage

Mit 41 Abbildungen



Friedr. Vieweg & Sohn  
Braunschweig / Wiesbaden

Technische Hochschule Darmstadt  
FACHBEREICH INFORMATIK  
**BIBLIOTHEK**  
Inventar-Nr.: ..... 7462 .....  
Sachgebiete: ..... M.5/BOS .....  
Standort: .....

# Inhalt

<b>A.</b>	<b>Eindimensionale Darstellungen</b>	1
<b>1.</b>	<b>Elementare Stichprobentheorie (Beschreibende Statistik)</b>	1
1.1.	Häufigkeitsverteilungen einer Stichprobe	1
1.2.	Mittelwerte (Lageparameter) einer Stichprobe	12
1.2.1.	Der (empirische) Mittelwert	12
1.2.2.	Der (empirische) Median	17
1.2.3.	Die Modalwerte	20
1.3.	Streuungsmaße einer Stichprobe	20
1.3.1.	Die Spannweite	20
1.3.2.	Die mittlere absolute Abweichung	21
1.3.3.	Die (empirische) Varianz und Standardabweichung	25
<b>2.</b>	<b>Zufallsstichproben</b>	34
<b>3.</b>	<b>Parameterschätzung</b>	36
3.1.	Beispiele von Näherungswerten für unbekannte Parameter	36
3.1.1.	Näherungswerte für eine unbekannte Wahrscheinlichkeit $p = P(A)$	36
3.1.2.	Näherungswerte für den relativen Ausschuß in einer endlichen Grundgesamtheit (Qualitätskontrolle)	38
3.1.3.	Näherungswerte für den Erwartungswert $\mu$ und die Varianz $\sigma^2$ einer Zufallsvariablen	40
3.2.	Die allgemeine Theorie der Parameterschätzung	43
3.2.1.	Erwartungstreue Schätzfunktionen	43
3.2.2.	Konsistente Schätzfunktionen	44
3.2.3.	Wirksamste (effiziente) Schätzfunktionen	45
3.3.	Maximum-Likelihood-Schätzungen	45
3.4.	Konfidenzintervalle (Vertrauensintervalle)	51
3.4.1.	Der Begriff des Konfidenzintervalls	51
3.4.2.	Konfidenzintervalle für eine unbekannte Wahrscheinlichkeit $p$	53
3.4.3.	Konfidenzintervalle für den Erwartungswert $\mu$ einer normalverteilten Zufallsvariablen	57
3.4.4.	Konfidenzintervalle für die Varianz $\sigma^2$ einer normalverteilten Zufallsvariablen	62
3.4.5.	Konfidenzintervalle für den Erwartungswert $\mu$ einer beliebigen Zufallsvariablen bei großem Stichprobenumfang $n$	64
<b>4.</b>	<b>Parametertests</b>	65
4.1.	Ein Beispiel zur Begriffsbildung (Hypothese $p = p_0$ )	65
4.2.	Ein einfacher Alternativtest ( $H_0: p = p_0$ gegen $H_1: p = p_1$ mit $p_1 \neq p_0$ )	69
4.3.	Der Aufbau eines Parametertests bei Nullhypothesen	73
4.3.1.	Nullhypothesen und Alternativen	73
4.3.2.	Testfunktionen	74
4.3.3.	Ablehnungsbereiche und Testentscheidungen	74
4.3.4.	Wahl der Nullhypothese	83
4.4.	Spezielle Tests	83
4.4.1.	Test des Erwartungswertes $\mu$ einer Normalverteilung	83
4.4.2.	Test der Varianz $\sigma^2$ einer Normalverteilung	85
4.4.3.	Test einer beliebigen Wahrscheinlichkeit $p = P(A)$	87

4.5.	Vergleich der Parameter zweier (stochastisch) unabhängiger Normalverteilungen .....	87
4.5.1.	Vergleich zweier Erwartungswerte bei bekannten Varianzen .....	88
4.5.2.	Vergleich zweier Erwartungswerte bei unbekanntem Varianzen .....	88
4.5.3.	Vergleich zweier Varianzen .....	89
<b>5.</b>	<b>Varianzanalyse</b> .....	<b>90</b>
5.1.	Einfache Varianzanalyse .....	91
5.2.	Doppelte Varianzanalyse .....	98
<b>6.</b>	<b>Der Chi-Quadrat-Anpassungstest</b> .....	<b>102</b>
6.1.	Der Chi-Quadrat-Anpassungstest für die Wahrscheinlichkeiten $p_1, p_2, \dots, p_r$ einer Polynomverteilung .....	103
6.2.	Der Chi-Quadrat-Anpassungstest für vollständig vorgegebene Wahrscheinlichkeiten einer diskreten Zufallsvariablen .....	106
6.3.	Der Chi-Quadrat-Anpassungstest für eine Verteilungsfunktion $F_0$ einer beliebigen Zufallsvariablen .....	107
6.4.	Der Chi-Quadrat-Anpassungstest für eine von unbekanntem Parametern abhängige Verteilungsfunktion $F_0$ .....	108
<b>7.</b>	<b>Verteilungsfunktion und empirische Verteilungsfunktion.</b> <b>Der Kolmogoroff-Smirnov-Test</b> .....	<b>112</b>
7.1.	Verteilungsfunktion und empirische Verteilungsfunktion .....	112
7.2.	Das Wahrscheinlichkeitsnetz .....	114
7.3.	Der Kolmogoroff-Smirnov-Test .....	117
<b>B.</b>	<b>Zweidimensionale Darstellungen</b> .....	<b>121</b>
<b>8.</b>	<b>Zweidimensionale Stichproben</b> .....	<b>121</b>
<b>9.</b>	<b>Kontingenztafeln (Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest)</b> .....	<b>124</b>
<b>10.</b>	<b>Kovarianz und Korrelation</b> .....	<b>128</b>
10.1.	Kovarianz und Korrelationskoeffizient zweier Zufallsvariablen .....	128
10.2.	(Empirische) Kovarianz und der (empirische) Korrelationskoeffizient einer zweidimensionalen Stichprobe .....	133
10.3.	Schätzfunktionen für die Kovarianz und den Korrelationskoeffizienten zweier Zufallsvariablen .....	138
10.4.	Konfidenzintervalle und Tests des Korrelationskoeffizienten bei normalverteilten Zufallsvariablen .....	140
10.4.1.	Konfidenzintervalle für den Korrelationskoeffizienten .....	141
10.4.2.	Test eines Korrelationskoeffizienten .....	142
10.4.3.	Test auf Gleichheit zweier Korrelationskoeffizienten .....	144
<b>11.</b>	<b>Regressionsanalyse</b> .....	<b>145</b>
11.1.	Die Regression erster Art .....	146
11.1.1.	Die (empirischen) Regressionskurven 1. Art einer zweidimensionalen Stichprobe .....	146
11.1.2.	Die Regressionskurven 1. Art zweier Zufallsvariablen .....	152

11.2.1	Die (empirische) Regressionsgerade	161
11.2.1.	Die (empirischen) Regressionsgeraden	161
11.2.2.	Die Regressionsgeraden zweier Zufallsvariabler	165
11.2.3.	Allgemeine (empirische) Regressionskurven 2. Art	168
11.3.	Test von Regressionskurven	171
11.3.1.	Test auf lineare Regression	171
11.3.2.	Test auf Regressionskurven, die von $l$ Parametern abhängen	174
11.4.	Konfidenzintervalle und Tests für die Parameter $\beta_0$ und $\alpha_0$ der Regressionsgeraden beim linearen Regressionsmodell	175
11.4.1.	Konfidenzintervalle und Test für den Regressionskoeffizienten $\beta_0$	175
11.4.2.	Konfidenzintervalle und Test des Achsenabschnitts $\alpha_0$	178
11.5.	Konfidenzintervalle für die Erwartungswerte beim linearen Regressionsmodell	179
11.6.	Test auf Gleichheit zweier Regressionsgeraden bei linearen Regressionsmodellen	181
11.6.1.	Vergleich zweier Achsenabschnitte	182
11.6.2.	Vergleich zweier Regressionskoeffizienten	182
11.7.	(Empirische) Regressionsebenen	182
<b>12.</b>	<b>Verteilungsfreie Verfahren</b>	<b>184</b>
12.1.	Der Vorzeichentest	184
12.2.	Test und Konfidenzintervall für den Median	186
12.3.	Wilcoxonscher Rangsummentest für unverbundene Stichproben	188
<b>13.</b>	<b>Ausblick</b>	<b>190</b>
	Weiterführende Literatur	191
	Kurzbiographie des Autors	192
	Anhang	193
	Namens- und Sachregister	209