

# **Statistik für Wirtschaftswissenschaftler**

von

**Prof. Dr. Josef Bleymüller**

und

**Prof. Dr. Rafael Weißbach**

sowie

Dr. Günther Gehlert

und

Prof. Dr. Herbert Gülicher

bei früheren Auflagen

17., überarbeitete Auflage

Verlag Franz Vahlen München

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b>	<b>1</b>	<b>5. Wahrscheinlichkeitsrechnung I</b>	<b>31</b>
1.1 Begriff und Aufgaben der Statistik . . . . .	2	5.1 Einführung . . . . .	32
1.2 Träger der Wirtschaftsstatistik und ihre Veröffentlichungen . . . . .	2	5.2 Wichtige Grundbegriffe . . . . .	32
1.3 Vorgehensweise bei statistischen Unter- suchungen . . . . .	3	5.3 Wahrscheinlichkeitsdefinitionen . . . . .	34
1.4 Statistische Einheiten und statistische Gesamt- heiten . . . . .	4	5.4 Einige Folgerungen aus den Wahrscheinlichkeits-Axiomen . . . . .	36
1.5 Merkmale, Merkmalsausprägungen und Skalen	5	5.5 Additionssatz . . . . .	36
1.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	6	5.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	38
Aufgaben zu Kapitel 1 . . . . .	7	Aufgaben zu Kapitel 5 . . . . .	38
<b>2. Empirische Verteilungen</b>	<b>9</b>	<b>6. Wahrscheinlichkeitsrechnung II</b>	<b>39</b>
2.1 Häufigkeitsverteilung . . . . .	10	6.1 Bedingte Wahrscheinlichkeit . . . . .	40
2.2 Summenhäufigkeitsfunktion . . . . .	11	6.2 Unabhängigkeit von Ereignissen . . . . .	41
2.3 Häufigkeitsverteilung klassifizierter Daten . .	12	6.3 Multiplikationssatz . . . . .	42
2.4 Summenhäufigkeitsfunktion klassifizierter Daten . . . . .	14	6.4 Theorem der totalen Wahrscheinlichkeit . . .	43
2.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	15	6.5 Theorem von Bayes . . . . .	44
Aufgaben zu Kapitel 2 . . . . .	15	6.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	45
<b>3. Mittelwerte</b>	<b>17</b>	Aufgaben zu Kapitel 6 . . . . .	45
3.1 Einführung . . . . .	18	<b>7. Zufallsvariable I</b>	
3.2 Arithmetisches Mittel . . . . .	18	<b>(Eindimensionale Zufallsvariable)</b>	<b>47</b>
3.3 Median . . . . .	20	7.1 Begriff der Zufallsvariablen . . . . .	48
3.4 Modus . . . . .	21	7.2 Wahrscheinlichkeitsfunktion und Verteilungs- funktion diskreter Zufallsvariablen . . . . .	48
3.5 Geometrisches Mittel . . . . .	22	7.3 Wahrscheinlichkeitsdichte und Verteilungs- funktion stetiger Zufallsvariablen . . . . .	50
3.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	22	7.4 Erwartungswert und Varianz von Zufalls- variablen . . . . .	52
Aufgaben zu Kapitel 3 . . . . .	22	7.5 Rechnen mit Erwartungswerten und Varianzen	53
<b>4. Streuungsmaße</b>	<b>23</b>	7.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	54
4.1 Einführung . . . . .	24	Aufgaben zu Kapitel 7 . . . . .	54
4.2 Varianz und Standardabweichung . . . . .	24	<b>8. Zufallsvariable II</b>	
4.3 Variationskoeffizient . . . . .	27	<b>(Zweidimensionale Zufallsvariable)</b>	<b>55</b>
4.4 Mittlere absolute Abweichung . . . . .	27	8.1 Gemeinsame Wahrscheinlichkeits- und Vertei- lungsfunktion von mehreren Zufallsvariablen	56
4.5 Spannweite . . . . .	28	8.2 Randverteilung . . . . .	57
4.6 Quartilsabstand, Box-and-Whisker Plot sowie Perzentile . . . . .	29	8.3 Bedingte Verteilungen . . . . .	58
4.7 Abschließende Bemerkungen . . . . .	30	8.4 Erwartungswerte, Varianzen, Kovarianzen und Korrelationskoeffizient . . . . .	58
4.8 Ausgewählte Literatur . . . . .	30		
Aufgaben zu Kapitel 4 . . . . .	30		

8.5	Linearkombinationen von Zufallsvariablen . . .	60	12.3	Urnenmodelle . . . . .	91
8.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	61	12.4	Stichprobenverteilung des Anteilswertes . . .	92
	Aufgaben zu Kapitel 8 . . . . .	61	12.5	Ausgewählte Literatur . . . . .	96
				Aufgaben zu Kapitel 12 . . . . .	96
<b>9.</b>	<b>Theoretische Verteilungen I</b>		<b>13.</b>	<b>Stichproben und Stichprobenverteilung II</b>	<b>97</b>
	<b>(Diskrete Verteilung)</b>	<b>63</b>	13.1	Stichprobenverteilung des arithmetischen	
9.1	Einführung . . . . .	64		Mittels . . . . .	98
9.2	Kombinatorik . . . . .	64	13.2	Stichprobenverteilung der Varianz . . . . .	101
9.3	Binomialverteilung . . . . .	66	13.3	Stichprobenverteilung der Differenz zweier	
9.4	Hypergeometrische Verteilung . . . . .	68		arithmetischer Mittel . . . . .	101
9.5	Poissonverteilung . . . . .	68	13.4	Stichprobenverteilung der Differenz zweier	
9.6	Multinomialverteilung . . . . .	70		Anteilswerte . . . . .	102
9.7	Ausgewählte Literatur . . . . .	70	13.5	Stichprobenverteilung des Quotienten zweier	
	Aufgaben zu Kapitel 9 . . . . .	70		Varianzen . . . . .	104
<b>10.</b>	<b>Theoretische Verteilungen II</b>		13.6	Überblick über einige wichtige Stichproben-	
	<b>(Stetige Verteilung)</b>	<b>71</b>		verteilungen . . . . .	104
10.1	Gleichverteilung . . . . .	72	13.7	Ausgewählte Literatur . . . . .	104
10.2	Exponentialverteilung . . . . .	73		Aufgaben zu Kapitel 13 . . . . .	106
10.3	Normalverteilung . . . . .	73	<b>14.</b>	<b>Schätzverfahren I</b>	<b>107</b>
10.4	Chi-Quadrat-Verteilung . . . . .	76	14.1	Einführung . . . . .	108
10.5	Studentverteilung . . . . .	77	14.2	Konfidenzintervall für das arithmetische	
10.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	77		Mittel . . . . .	108
	Aufgaben zu Kapitel 10 . . . . .	78	14.3	Konfidenzintervall für den Anteilswert . . . .	111
<b>11.</b>	<b>Theoretische Verteilungen III</b>		14.4	Konfidenzintervall für die Varianz . . . . .	112
	<b>(Approximationen, Reproduktionseigen-</b>	<b>79</b>	14.5	Bestimmung des notwendigen Stichproben-	
	<b>schaft)</b>			umfangs . . . . .	113
11.1	Approximation der Binomialverteilung durch		14.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	114
	die Normalverteilung . . . . .	80		Aufgaben zu Kapitel 14 . . . . .	114
11.2	Approximation der Hypergeometrischen		<b>15.</b>	<b>Schätzverfahren II</b>	<b>115</b>
	Verteilung durch die Normalverteilung . . . .	81	15.1	Konfidenzintervall für die Differenz zweier	
11.3	Approximation der Poissonverteilung durch			arithmetischer Mittel . . . . .	116
	die Normalverteilung . . . . .	82	15.2	Konfidenzintervall für die Differenz zweier	
11.4	Überblick über einige wichtige eindimensio-			Anteilswerte . . . . .	117
	nale Verteilungen und ihre Beziehungen . . .	83	15.3	Überblick über einige wichtige Konfidenz-	
11.5	Approximation empirischer Verteilungen			intervalle . . . . .	118
	durch die Normalverteilung . . . . .	83	15.4	Wünschenswerte Eigenschaften von Schätz-	
11.6	Reproduktionseigenschaft von Verteilungen .	86		funktionen . . . . .	118
11.7	Ausgewählte Literatur . . . . .	86	15.5	Verfahren zur Konstruktion von Schätzfun-	
	Aufgaben zu Kapitel 11 . . . . .	87		ktionen . . . . .	121
<b>12.</b>	<b>Stichproben und Stichprobenverteilung I</b>	<b>89</b>	15.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	123
12.1	Einführung . . . . .	90		Aufgaben zu Kapitel 15 . . . . .	123
12.2	Praktische Verwirklichung einer Zufallsaus-				
	wahl . . . . .	91			

<b>16. Testverfahren I (Parameter tests)</b>	<b>125</b>	<b>20. Regressionsanalyse I</b>	
16.1 Einführung . . . . .	126	<b>(Lineare Einfachregression –</b>	
16.2 Konzeption von Parameter tests . . . . .	126	<b>Methode der kleinsten Quadrate)</b>	<b>171</b>
16.3 Einstichprobentests für den Anteilswert . . . . .	127	20.1 Einführung . . . . .	172
16.4 Operationscharakteristik und Macht eines Tests	131	20.2 Kriterien für die Bestimmung von Regres-	
16.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	132	sionsfunktionen . . . . .	172
Aufgaben zu Kapitel 16 . . . . .	132	20.3 Bestimmung einer linearen Einfachregres-	
		sionsfunktion nach der Methode der kleinsten	
		Quadrate . . . . .	174
<b>17. Testverfahren II (Parameter tests)</b>	<b>133</b>	20.4 Eigenschaften von linearen Kleinste-	
17.1 Einstichprobentests für das arithmetische		Quadrate-Einfachregressionen . . . . .	176
Mittel . . . . .	134	20.5 Zerlegung der Abweichungsquadratsumme	
17.2 Einstichprobentests für die Varianz . . . . .	136	und lineares einfaches Bestimmtheitsmaß . .	177
17.3 Zweistichprobentests für die Differenz zweier		20.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	180
arithmetischer Mittel . . . . .	137	Aufgaben zu Kapitel 20 . . . . .	180
17.4 Zweistichprobentests für die Differenz zweier			
Anteilswerte . . . . .	140	<b>21. Regressionsanalyse II</b>	
17.5 Zweistichprobentests für den Quotienten		<b>(Lineare Einfachregression –</b>	
zweier Varianzen . . . . .	140	<b>Schätz- und Testverfahren)</b>	<b>181</b>
17.6 Zweistichprobentests für die Differenz arith-		21.1 Stichprobenmodell der linearen Einfach-	
metischer Mittel bei verbundenen Stichproben	143	regression . . . . .	182
17.7 Ausgewählte Literatur . . . . .	145	21.2 Verteilung der Stichproben-	
Aufgaben zu Kapitel 17 . . . . .	145	regressionskoeffizienten bei linearer Ein-	
		fachregression . . . . .	185
<b>18. Testverfahren III (Varianzanalyse)</b>	<b>147</b>	21.3 Konfidenzintervalle für die Regressionskoeffi-	
18.1 Problemstellung und Modellannahmen der		zienten bei linearer Einfachregression . . . . .	187
einfachen Varianzanalyse . . . . .	148	21.4 Tests für die Regressionskoeffizienten bei	
18.2 Ergebnismatrix der einfachen Varianzanalyse	149	linearer Einfachregression . . . . .	188
18.3 Zerlegung der Abweichungsquadratsumme .	150	21.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	189
18.4 Prüfgröße und Testverteilung der einfachen		Aufgaben zu Kapitel 21 . . . . .	189
Varianzanalyse . . . . .	152		
18.5 Varianztabelle der einfachen Varianzanalyse	153	<b>22. Regressionsanalyse III</b>	
18.6 Ausblick auf weitere Modelle der Varianz-		<b>(Lineare Einfachregression –</b>	
analyse . . . . .	154	<b>Prognosen, Residualanalyse)</b>	<b>191</b>
18.7 Ausgewählte Literatur . . . . .	154	22.1 Prognosen mithilfe linearer Einfachregression	192
Aufgaben zu Kapitel 18 . . . . .	155	22.2 Prognose des Erwartungswertes $E(Y_0)$ bei	
		linearer Einfachregression . . . . .	192
<b>19. Testverfahren IV (Verteilungstests)</b>	<b>157</b>	22.3 Prognose des individuellen Wertes $y_0$ bei	
19.1 Chi-Quadrat-Anpassungstest . . . . .	158	linearer Einfachregression . . . . .	194
19.2 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest . . . . .	161	22.4 Analyse der Residuen bei linearer Einfach-	
19.3 Chi-Quadrat-Homogenitätstest . . . . .	163	regression . . . . .	195
19.4 Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest . . . . .	164	22.5 Überblick über einige wichtige Konfidenz-	
19.5 Überblick über einige wichtige Testverfahren	166	intervalle und Testverfahren bei linearer	
19.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	166	Einfachregression . . . . .	198
Aufgaben zu Kapitel 19 . . . . .	169	22.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	199
		Aufgaben zu Kapitel 22 . . . . .	199

<b>23. Regressionsanalyse IV (Lineare Mehrfachregression – Schätz- und Testverfahren)</b>	<b>201</b>	<b>26. Konzentrationsmessung</b>	<b>235</b>
23.1 Modell der linearen Mehrfachregression . . .	202	26.1 Einführung . . . . .	236
23.2 Schätzung der Regressionskoeffizienten bei linearer Mehrfachregression . . . . .	203	26.2 Maßzahlen der absoluten Konzentration . . .	237
23.3 Verteilung der Stichprobenregressionskoeffi- zienten bei linearer Mehrfachregression . . . .	207	26.3 Maßzahlen der relativen Konzentration (Disparität, Ungleichheit) . . . . .	238
23.4 Konfidenzintervalle und Tests für die Regressionskoeffizienten bei linearer Mehrfachregression . . . . .	208	26.4 Maßzahlen für den Konzentrationsprozess (Veränderung der Konzentration) . . . . .	241
23.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	209	26.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	241
Aufgaben zu Kapitel 23 . . . . .	209	Aufgaben zu Kapitel 26 . . . . .	241
<b>24. Regressionsanalyse V (Lineare und nichtlineare Mehrfachregression)</b>	<b>211</b>	<b>Lösungen zu den Aufgaben</b>	<b>244</b>
24.1 Multiples und partielles Bestimmtheitsmaß bei linearen Regressionen . . . . .	212	<b>Anhang A. Anwendung des Statistik- Programmsystems SAS auf ausgewählte Aufgaben</b>	<b>271</b>
24.2 Variablenauswahlverfahren . . . . .	215	A.1 Einführung . . . . .	272
24.3 Prognosen mithilfe linearer Mehrfachregres- sionen . . . . .	217	A.2 Allgemeine Benutzungshinweise . . . . .	273
24.4 Nichtlineare Regressionsfunktionen . . . . .	218	A.3 Anwendungsbeispiele . . . . .	276
24.5 Verwendung von Dummyvariablen in der Regressionsanalyse . . . . .	220	<b>Anhang B. Anwendung des Statistik- Programmsystems IBM SPSS Statistics auf ausgewählte Aufgaben</b>	<b>283</b>
24.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	221	B.1 Einführung . . . . .	284
Aufgaben zu Kapitel 24 . . . . .	221	B.2 Allgemeine Benutzungshinweise . . . . .	286
<b>25. Indizes</b>	<b>223</b>	B.3 Anwendungsbeispiele . . . . .	288
25.1 Einführung . . . . .	224	<b>Anhang C. Anwendung des Statistik- Programmsystems Stata auf ausgewählte Aufgaben</b>	<b>301</b>
25.2 Einige Indexformeln . . . . .	225	C.1 Einführung . . . . .	302
25.3 Aufbau eines Gesamtindex aus Hauptgrup- pen(Abteilungs)indizes und Gruppenindizes .	227	C.2 Allgemeine Benutzungshinweise . . . . .	302
25.4 Umbasierung, Verknüpfung und Preisbereini- gung von Indizes . . . . .	228	C.3 Anwendungsbeispiele . . . . .	304
25.5 Einige wichtige Indizes aus dem Bereich der Wirtschaft . . . . .	230	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>309</b>
25.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	234	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>311</b>
Aufgaben zu Kapitel 25 . . . . .	234		