

# Statistik für Wirtschaftswissenschaftler

von

Professor Dr. Josef Bleymüller, Dr. Gunther Gehlert  
und Professor Dr. Herbert Gulicher

14., überarbeitete Auflage

Verlag Franz Vahlen München

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Einführung

1.1 TBegriff und Aufgabender Statistik . . . . .	1
1.2 Trager der Wirtschaftsstatistik und ihre Verof- fentlichungen . . . . .	1
1.3 Vorgehensweise bei statistischen Untersuchen- gen . . . . .	2
1.4 Statistische Einheiten und statistische Gesamthei- ten . . . . .	2
1.5 Merkmale, Merkmalsausprägungen und Skalen . . . . .	3
1.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	4
Aufgaben zu Kapitel 1 . . . . .	5

## 2. Empirische Verteilungen

2.1 Häufigkeitsverteilung . . . . .	7
2.2 Summenhäufigkeitsfunktion . . . . .	8
2.3 Häufigkeitsverteilung klassifizierter Daten . . . . .	9
2.4 Summenhäufigkeitsfunktion klassifizierter Daten . . . . .	10
2.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	11
Aufgaben zu Kapitel 2 . . . . .	11

## 3. Mittelwerte

3.1 Einführung . . . . .	13
3.2 Arithmetisch.es Mittel . . . . .	13
3.3 Median . . . . .	15
3.4 Modus . . . . .	16
3.5 Geometrisches Mittel . . . . .	16
3.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	17
Aufgaben zu Kapitel 3 . . . . .	17

## 4. Streuungsmaße

4.1 Einführung . . . . .	19
4.2 Varianz und Standardabweichung . . . . .	19
4.3 Variationskoeffizient . . . . .	22
4.4 Mittlere absolute Abweichung . . . . .	22
4.5 Spannweite . . . . .	23
4.6 Quartilsabstand, Box-and-Whisker Plot sowie Perzentile . . . . .	23
4.7 Abschließende Bemerkungen . . . . .	24
4.8 Ausgewählte Literatur . . . . .	24
Aufgaben zu Kapitel 4 . . . . .	24

## 5. Wahrscheinlichkeitsrechnung I

5.1 Einführung . . . . .	25
5.2 Wichtige Grundbegriffe . . . . .	25
5.3 Wahrscheinlichkeitsdefinitionen . . . . .	27
5.4 Einige Folgerungen aus den Wahrscheinlichkeits- Axiomen . . . . .	28
5.5 Additionssatz . . . . .	29
5.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	30
Aufgaben zu Kapitel 5 . . . . .	31

## 6. Wahrscheinlichkeitsrechnung II

6.1 Bedingte Wahrscheinlichkeit . . . . .	33
6.2 Unabhängigkeit von Ereignissen . . . . .	33
6.3 Multiplikationssatz . . . . .	34
6.4 Theorem der totalen Wahrscheinlichkeit . . . . .	36
6.5 Theorem von Bayes . . . . .	36
6.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	37
Aufgaben zu Kapitel 6 . . . . .	37

## 7. Zufallsvariable I (Eindimensionale Zufallsvariable)

7.1 Begriff der Zufallsvariablen . . . . .	39
7.2 Wahrscheinlichkeitsfunktion und Verteilungs- funktion diskreter Zufallsvariabler . . . . .	39
7.3 Wahrscheinlichkeitsdichte und Verteilungsfunk- tion stetiger Zufallsvariabler . . . . .	40
7.4 Erwartungswert und Varianz von Zufallsvariab- len . . . . .	42
7.5 Rechnen mit Erwartungswerten und Varian- zen . . . . .	43
7.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	43
Aufgaben zu Kapitel 7 . . . . .	44

## 8. Zufallsvariable II (Zweidimensionale Zufallsvariable)

8.1 Gemeinsame Wahrscheinlichkeits- und Vertei- lungsfunktion von mehreren Zufallsvariablen . . . . .	45
8.2 Randverteilungen . . . . .	46
8.3 Bedingte Verteilungen . . . . .	47
8.4 Erwartungswerte, Varianzen, Kovarianz und Korrelationskoeffizient . . . . .	47
8.5 Linearkombinationen von Zufallsvariablen . . . . .	49
8.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	50
Aufgaben zu Kapitel 8 . . . . .	50

## 9. Theoretische Verteilungen I (Diskrete Verteilungen)

9.1 Einführung . . . . .	51
9.2 Kombinatorik . . . . .	51
9.3 Binomialverteilung . . . . .	52
9.4 Hypergeometrische Verteilung . . . . .	54
9.5 Poissonverteilung . . . . .	55
9.6 Multinomialverteilung . . . . .	56
9.7 Ausgewählte Literatur . . . . .	56
Aufgaben zu Kapitel 9 . . . . .	56

## 10. Theoretische Verteilungen II (Stetige Verteilungen)

10.1 Gleichverteilung . . . . .	59
10.2 Exponentialverteilung . . . . .	59
10.3 Normalverteilung . . . . .	60

10.4 Chi-Quadrat-Verteilung . . . . .	62	15. Schätzverfahren II	
10.5 Studentverteilung . . . . .	63	15.1 Konfidenzintervall für die Differenz zweier arithmetischer Mittel . . . . .	93
10.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	63	15.2 Konfidenzintervall für die Differenz zweier Anteilswerte. . . . .	94
Aufgaben zu Kapitel 10. . . . .	63	15.3 Überblick über einige wichtige Konfidenzintervalle. . . . .	94
 		15.4 Wünschenswerte Eigenschaften von Schätzfunktionen. . . . .	95
11. Theoretische Verteilungen III (Approximationen, Reproduktionseigenschaft)		15.5 Verfahren zur Konstruktion von Schätzfunktionen. . . . .	97
11.1 Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung . . . . .	65	15.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	99
11.2 Approximation der Hypergeometrischen Verteilung durch die Normalverteilung . . . . .	66	Aufgaben zu Kapitel 15. . . . .	99
11.3 Approximation der Poissonverteilung durch die Normalverteilung . . . . .	67	 	
11.4 Überblick über einige wichtige eindimensionale Verteilungen und ihre Beziehungen. . . . .	67	16. Testverfahren I (Parameter-tests)	
11.5 Approximation empirischer Verteilungen durch die Normalverteilung . . . . .	68	16.1 Einführung . . . . .	101
11.6 Reproduktionseigenschaft von Verteilungen . . . . .	69	16.2 Konzeption von Parameter-tests. . . . .	101
11.7 Ausgewählte Literatur. . . . .	70	16.3 Einstichprobentests für den Anteilswert . . . . .	102
Aufgaben zu Kapitel 11. . . . .	70	16.4 Operationscharakteristik und Macht eines Tests. . . . .	105
 		16.5 Ausgewählte Literatur. . . . .	106
12. Stichproben und Stichprobenverteilungen I		Aufgaben zu Kapitel 16. . . . .	106
12.1 Einführung . . . . .	71	 	
12.2 Praktische Verwirklichung einer Zufallsauswahl . . . . .	71	17. Testverfahren II (Parameter-tests)	
12.3 Urnenmodelle. . . . .	72	17.1 Einstichprobentests für das arithmetische Mittel. . . . .	107
12.4 Stichprobenverteilung des Anteilswertes. . . . .	73	17.2 Einstichprobentests für die Varianz . . . . .	109
12.5 Ausgewählte Literatur. . . . .	76	17.3 Zweistichprobentests für die Differenz zweier arithmetischer Mittel. . . . .	109
Aufgaben zu Kapitel 12. . . . .	76	17.4 Zweistichprobentests für die Differenz zweier Anteilswerte. . . . .	112
 		17.5 Zweistichprobentests für den Quotienten zweier Varianzen. . . . .	113
13. Stichproben und Stichprobenverteilungen II		17.6 Zweistichprobentests für die Differenz arithmetischer Mittel bei verbundenen Stichproben. . . . .	115
13.1 Stichprobenverteilung des arithmetischen Mittels. . . . .	77	17.7 Ausgewählte Literatur. . . . .	117
13.2 Stichprobenverteilung der Varianz. . . . .	79	Aufgaben zu Kapitel 17. . . . .	117
13.3 Stichprobenverteilung der Differenz zweier arithmetischer Mittel. . . . .	80	 	
13.4 Stichprobenverteilung der Differenz zweier Anteilswerte. . . . .	81	18. Testverfahren III (Varianzanalyse)	
13.5 Stichprobenverteilung des Quotienten zweier Varianzen. . . . .	82	18.1 Problemstellung und Modellannahmen der einfachen Varianzanalyse. . . . .	119
13.6 Überblick über einige wichtige Stichprobenverteilungen. . . . .	82	18.2 Ergebnismatrix der einfachen Varianzanalyse . . . . .	120
13.7 Ausgewählte Literatur. . . . .	82	18.3 Zerlegung der Abweichungsquadratsumme . . . . .	121
Aufgaben zu Kapitel 13. . . . .	84	18.4 Prüfgröße und Testverteilung der einfachen Varianzanalyse. . . . .	122
 		18.5 Varianztabelle der einfachen Varianzanalyse . . . . .	124
14. Schätzverfahren I		18.6 Ausblick auf weitere Modelle der Varianzanalyse. . . . .	124
14.1 Einführung. . . . .	85	18.7 Ausgewählte Literatur. . . . .	124
14.2 Konfidenzintervall für das arithmetische Mittel . . . . .	85	Aufgaben zu Kapitel 18. . . . .	124
14.3 Konfidenzintervall für den Anteilswert . . . . .	88	 	
14.4 Konfidenzintervall für die Varianz . . . . .	88	19. Testverfahren IV (Verteilungstests)	
14.5 Bestimmung des notwendigen Stichprobenumfangs. . . . .	89	19.1 Chi-Quadrat-Anpassungstest . . . . .	127
14.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	90	19.2 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest . . . . .	130
Aufgaben zu Kapitel 14. . . . .	90	19.3 Chi-Quadrat-Homogenitätstest . . . . .	132

19.4 Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest . . . . .	133	23.3 Verteilungen der Stichprobenregressionskoeffi- zienten bei linearer Mehrfachregression . . . . .	167
19.5 Oberblick über einige wichtige Testverfahren . . . . .	135	23.4 Konfidenzintervalle und Tests für die Regres- sionskoeffizienten bei linearer Mehrfachregres- sion. . . . .	168
19.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	137	23.5 Ausgewählte Literatur. . . . .	169
Aufgaben zu Kapitel 19. . . . .	137	Aufgaben zu Kapitel 23. . . . .	169
<b>20. Regressionsanalyse I (Lineare Einfachregression - Methode der kleinsten Quadrate)</b>		<b>24. Regressionsanalyse V (Lineare und nichtlineare Mehrfachregression)</b>	
20.1 Einführung . . . . .	139	24.1 Multiples und partielles Bestimmtheitsmaß bei linearen Regressionen . . . . .	171
20.2 Kriterien für die Bestimmung von Regressions- funktionen. . . . .	139	24.2 Variablenauswahlverfahren. . . . .	174
20.3 Bestimmung einer linearen Einfachregressions- funktion nach der Methode der kleinsten Qua- drate. . . . .	141	24.3 Prognosen mit Hilfe linearer Mehrfachregres- sionen. . . . .	175
20.4 Eigenschaften von linearen Kleinste-Quadrate- Einfachregressionen. . . . .	142	24.4 Nichtlineare Regressionsfunktionen. . . . .	176
20.5 Zerlegung der Abweichungsquadratsumme und lineares einfaches Bestimmtheitsmaß. . . . .	143	24.5 Verwendung von Dummyvariablen in der Re- gressionsanalyse. . . . .	178
20.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	146	24.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	179
Aufgaben zu Kapitel 20. . . . .	146	Aufgaben zu Kapitel 24. . . . .	179
<b>21. Regressionsanalyse II (Lineare Einfachregression - Schätz- und Testverfahren)</b>		<b>25. Indizes</b>	
21.1 Stichprobenmodell der linearen Einfachregres- sion . . . . .	147	25.1 Einführung . . . . .	181
21.2 Verteilungen der Stichprobenregressionskoeffi- zienten bei linearer Einfachregression. . . . .	150	25.2 Einige Indexformeln. . . . .	181
21.3 Konfidenzintervalle für die Regressionskoeffi- zienten bei linearer Einfachregression. . . . .	151	25.3 Aufbau eines Gesamtindex aus Hauptgruppen- (Abteilungs)indizes und Gruppenindizes. . . . .	183
21.4 Tests für die Regressionskoeffizienten bei linea- rer Einfachregression. . . . .	152	25.4 Umbasierung, Verkniüpfung und Preisbereini- gung von Indizes. . . . .	184
21.5 Ausgewählte Literatur. . . . .	153	25.5 Einige wichtige Indizes aus dem Bereich der Wirtschaft . . . . .	186
Aufgaben zu Kapitel 21. . . . .	153	25.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	188
<b>22. Regressionsanalyse III (Lineare Einfachregression - Prognosen, Residualanalyse)</b>		Aufgaben zu Kapitel 25. . . . .	189
22.1 Prognosen mit Hilfe linearer Einfachregressio- nen. . . . .	155	<b>26. Konzentrationsmessung von Prof. Dr. Gerhart Bruckmann</b>	
22.2 Prognose des Erwartungswertes $E(Y_0)$ bei linearer Einfachregression. . . . .	155	26.1 Einführung . . . . .	191
22.3 Prognose des individuellen Wertes $y_0$ bei linea- rer Einfachregression. . . . .	156	26.2 Maßzahlen der absoluten Konzentration. . . . .	191
22.4 Analyse der Residuen bei linearer Einfachregres- sion . . . . .	158	26.3 Maßzahlen der relativen Konzentration (Disparität, Ungleichheit). . . . .	192
22.5 Oberblick über einige wichtige Konfidenzinter- valle und Testverfahren bei linearer Einfachre- gression. . . . .	160	26.4 Maßzahlen für den Konzentrationsprozeß (Veränderung der Konzentration). . . . .	195
22.6 Ausgewählte Literatur. . . . .	161	26.5 Ausgewählte Literatur. . . . .	195
Aufgaben zu Kapitel 22. . . . .	161	Aufgaben zu Kapitel 26. . . . .	196
<b>23. Regressionsanalyse IV (Lineare Mehrfachregression - Schätz- und Testverfahren)</b>		<b>Losungen zu den Aufgaben. . . . .</b>	<b>197</b>
23.1 Modell der linearen Mehrfachregression. . . . .	163	<b>Anhang</b>	
23.2 Schätzung der Regressionskoeffizienten bei linearer Mehrfachregression. . . . .	164	Anwendung des Statistik-Programmsystems SPSS für WINDOWS auf ausgewählte Aufgaben . . . . .	221
		Literaturverzeichnis . . . . .	235
		Sachverzeichnis. . . . .	237