

# Statistik für Wirtschaftswissenschaftler

von

Prof. Dr. Josef Bleymüller, Prof. Dr. Rafael Weißbach, Dr. Günther Gehlert, Prof. Dr. Herbert Gülicher

17., überarbeitete Auflage

Verlag Franz Vahlen München 2015

Verlag Franz Vahlen im Internet:

[www.vahlen.de](http://www.vahlen.de)

ISBN 978 3 8006 4960 0

Zu [Leseprobe](#) und [Sachverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei [beck-shop.de](http://beck-shop.de) DIE FACHBUCHHANDLUNG

# beck-shop.de

Bleymüller / Weißbach  
Statistik für Wirtschaftswissenschaftler

**beck-shop.de**

# beck-shop.de

## 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

# beck-shop.de

**Prof. Dr. Josef Bleymüller** war Direktor des Instituts für Ökonometrie und Wirtschaftsstatistik der Universität Münster.  
**Prof. Dr. Rafael Weißbach** ist Inhaber des Lehrstuhls für Statistik und Ökonometrie an der Universität Rostock.

ISBN 978 3 8006 4960 0

© 2015 Verlag Franz Vahlen GmbH, Wilhelmstraße 9, 80801 München

Satz: EDV-Beratung Frank Herweg, Leutershausen

Druck und Bindung: Kösel GmbH & Co. KG

Am Buchweg 1, 87452 Altusried-Krugzell

Umschlaggestaltung: Ralph Zimmermann – Bureau Parapluie

Bildnachweis: © SergeyNivens – depositphotos.com (modifiziert)

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier

(hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff)

## Vorwort zur 17. Auflage

Die nunmehr 17., überarbeitete Auflage zeichnet sich durch eine neue Autorengemeinschaft und ein, in vielerlei Hinsicht, neues Gewand aus. Unter anderem machen kurze, den Kapiteln vorangestellte Synopsen den Zusammenhang der Themen klar. Auch werden im Anhang nun Einführungen zu den drei weit verbreiteten Statistik-Programmsystemen IBM SPSS, SAS und Stata gegeben, um die Übertragung der Methoden auf Daten und Stichproben in Wissenschaft und Wirtschaft zu demonstrieren.

Ziel der Verfasser bleibt, in einem dem Studierenden der Wirtschaftswissenschaften zumutbaren Umfang und Schwierigkeitsgrad diejenigen statistischen Methoden zu behandeln, die als Grundlage für das wirtschaftswissenschaftliche Studium benötigt werden; angesichts des breiten Ermessensspielraumes kann die Stoffauswahl dabei keine Allgemeingültigkeit beanspruchen.

Bei der Darstellung wird besonderer Wert auf gute Verständlichkeit gelegt. Auf die theoretischen Grundlagen wird insoweit eingegangen, wie es für eine korrekte Anwendung der behandelten statistischen Methoden notwendig erscheint. An mathematischen Vorkenntnissen wird beim Leser nicht viel mehr vorausgesetzt als elementare Grundkenntnisse in Infinitesimal- und Matrizenrechnung sowie das Rechnen mit dem Summen- und Produktzeichen.

Zur Ergänzung erscheint ebenfalls im Verlag Vahlen das Taschenbuch

### „Statistische Formeln und Tabellen“,

in dem die wichtigsten Formeln und Tabellen zusammengestellt sind. Der handliche Band eignet sich besonders als Nachschlagewerk bei der Anwendung der behandelten statistischen Methoden und macht damit auch bei Klausuren die Herausgabe gesonderter Hilfsblätter mit Formeln und Tabellen weitgehend überflüssig.

Für die wertvolle Mitarbeit an dieser Auflage sind wir den Herren Dipl.-Math. oec. Andreas Dartsch, Dipl.-Wirt.-Math. Achim Dörre, M.Sc. Wirt.-Math. Gordon Frank und M.A. Benjamin Strohner sowie Frau Lena Ullrich zu Dank verpflichtet. Außerdem wollen wir Herrn Professor Dr. Walter Krämer besonders danken. Zur Entstehung des Buches haben außerdem Frau Professorin Dr. Ursula Kück, Frau Dr. Liane Buchmann sowie Herr Dr. Edelmiro Ricabal beigetragen. Herrn Dennis Brunotte vom Vahlen-Verlag sind wir für das Lektorat dankbar.

Münster und Rostock, im Dezember 2014

*Josef Bleymüller      Rafael Weißbach*

**beck-shop.de**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>	<b>5.</b>	<b>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.</b>	<b>Empirische Verteilungen</b>	<b>9</b>	<b>6.</b>	<b>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
				Aufgaben zu Kapitel 6 . . . . .	45
<b>3.</b>	<b>Mittelwerte</b>	<b>17</b>	<b>7.</b>	<b>Zufallsvariable I</b>	
3.1	Einführung . . . . .	18		<b>(Eindimensionale Zufallsvariable)</b>	<b>47</b>
3.2	Arithmetisches Mittel . . . . .	18	7.1	Begriff der Zufallsvariablen . . . . .	48
3.3	Median . . . . .	20	7.2	Wahrscheinlichkeitsfunktion und Verteilungs- funktion diskreter Zufallsvariablen . . . . .	48
3.4	Modus . . . . .	21	7.3	Wahrscheinlichkeitsdichte und Verteilungs- funktion stetiger Zufallsvariablen . . . . .	50
3.5	Geometrisches Mittel . . . . .	22	7.4	Erwartungswert und Varianz von Zufalls- variablen . . . . .	52
3.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	22	7.5	Rechnen mit Erwartungswerten und Varianzen	53
	Aufgaben zu Kapitel 3 . . . . .	22	7.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	54
				Aufgaben zu Kapitel 7 . . . . .	54
<b>4.</b>	<b>Streuungsmaße</b>	<b>23</b>	<b>8.</b>	<b>Zufallsvariable II</b>	
4.1	Einführung . . . . .	24		<b>(Zweidimensionale Zufallsvariable)</b>	<b>55</b>
4.2	Varianz und Standardabweichung . . . . .	24	8.1	Gemeinsame Wahrscheinlichkeits- und Vertei- lungsfunktion von mehreren Zufallsvariablen	56
4.3	Variationskoeffizient . . . . .	27	8.2	Randverteilung . . . . .	57
4.4	Mittlere absolute Abweichung . . . . .	27	8.3	Bedingte Verteilungen . . . . .	58
4.5	Spannweite . . . . .	28	8.4	Erwartungswerte, Varianzen, Kovarianzen und Korrelationskoeffizient . . . . .	58
4.6	Quartilsabstand, Box-and-Whisker Plot sowie Perzentile . . . . .	29			
4.7	Abschließende Bemerkungen . . . . .	30			
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>			
9.1	Einführung . . . . .	64	13.1	Stichprobenverteilung des arithmetischen	
9.2	Kombinatorik . . . . .	64		Mittels . . . . .	98
9.3	Binomialverteilung . . . . .	66	13.2	Stichprobenverteilung der Varianz . . . . .	101
9.4	Hypergeometrische Verteilung . . . . .	68	13.3	Stichprobenverteilung der Differenz zweier	
9.5	Poissonverteilung . . . . .	68		arithmetischer Mittel . . . . .	101
9.6	Multinomialverteilung . . . . .	70	13.4	Stichprobenverteilung der Differenz zweier	
9.7	Ausgewählte Literatur . . . . .	70		Anteilswerte . . . . .	102
	Aufgaben zu Kapitel 9 . . . . .	70	13.5	Stichprobenverteilung des Quotienten zweier	
				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			
10.5	Studentverteilung . . . . .	77	14.1	Einführung . . . . .	108
10.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	77	14.2	Konfidenzintervall für das arithmetische	
	Aufgaben zu Kapitel 10 . . . . .	78		Mittel . . . . .	108
<b>11.</b>	<b>Theoretische Verteilungen III</b>		14.3	Konfidenzintervall für den Anteilswert . . . .	111
	<b>(Approximationen, Reproduktionseigen-</b>	<b>79</b>	14.4	Konfidenzintervall für die Varianz . . . . .	112
	<b>schaft)</b>		14.5	Bestimmung des notwendigen Stichproben-	
11.1	Approximation der Binomialverteilung durch			umfangs . . . . .	113
	die Normalverteilung . . . . .	80	14.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	114
11.2	Approximation der Hypergeometrischen			Aufgaben zu Kapitel 14 . . . . .	114
	Verteilung durch die Normalverteilung . . . .	81	<b>15.</b>	<b>Schätzverfahren II</b>	<b>115</b>
11.3	Approximation der Poissonverteilung durch				
	die Normalverteilung . . . . .	82	15.1	Konfidenzintervall für die Differenz zweier	
11.4	Überblick über einige wichtige eindimensio-			arithmetischer Mittel . . . . .	116
	nale Verteilungen und ihre Beziehungen . . .	83	15.2	Konfidenzintervall für die Differenz zweier	
11.5	Approximation empirischer Verteilungen			Anteilswerte . . . . .	117
	durch die Normalverteilung . . . . .	83	15.3	Überblick über einige wichtige Konfidenz-	
11.6	Reproduktionseigenschaft von Verteilungen .	86		intervalle . . . . .	118
11.7	Ausgewählte Literatur . . . . .	86	15.4	Wünschenswerte Eigenschaften von Schätz-	
	Aufgaben zu Kapitel 11 . . . . .	87		funktionen . . . . .	118
<b>12.</b>	<b>Stichproben und Stichprobenverteilung I</b>	<b>89</b>	15.5	Verfahren zur Konstruktion von Schätzfunk-	
				tionen . . . . .	121
12.1	Einführung . . . . .	90	15.6	Ausgewählte Literatur . . . . .	123
12.2	Praktische Verwirklichung einer Zufallsaus-			Aufgaben zu Kapitel 15 . . . . .	123
	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
		21.3 Konfidenzintervalle für die Regressionskoeffi-	
<b>18. Testverfahren III (Varianzanalyse)</b>	<b>147</b>	zienten bei linearer Einfachregression . . . . .	187
18.1 Problemstellung und Modellannahmen der		21.4 Tests für die Regressionskoeffizienten bei	
einfachen Varianzanalyse . . . . .	148	linearer Einfachregression . . . . .	188
18.2 Ergebnismatrix der einfachen Varianzanalyse	149	21.5 Ausgewählte Literatur . . . . .	189
18.3 Zerlegung der Abweichungsquadratsumme . . . . .	150	Aufgaben zu Kapitel 21 . . . . .	189
18.4 Prüfgröße und Testverteilung der einfachen			
Varianzanalyse . . . . .	152	<b>22. Regressionsanalyse III</b>	
18.5 Varianztabelle der einfachen Varianzanalyse	153	<b>(Lineare Einfachregression –</b>	
18.6 Ausblick auf weitere Modelle der Varianz-		<b>Prognosen, Residualanalyse)</b>	<b>191</b>
analyse . . . . .	154	22.1 Prognosen mithilfe linearer Einfachregression	192
18.7 Ausgewählte Literatur . . . . .	154	22.2 Prognose des Erwartungswertes $E(Y_0)$ bei	
Aufgaben zu Kapitel 18 . . . . .	155	linearer Einfachregression . . . . .	192
		22.3 Prognose des individuellen Wertes $y_0$ bei	
<b>19. Testverfahren IV (Verteilungstests)</b>	<b>157</b>	linearer Einfachregression . . . . .	194
19.1 Chi-Quadrat-Anpassungstest . . . . .	158	22.4 Analyse der Residuen bei linearer Einfach-	
19.2 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest . . . . .	161	regression . . . . .	195
19.3 Chi-Quadrat-Homogenitätstest . . . . .	163	22.5 Überblick über einige wichtige Konfidenz-	
19.4 Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest . . . . .	164	intervalle und Testverfahren bei linearer	
19.5 Überblick über einige wichtige Testverfahren	166	Einfachregression . . . . .	198
19.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	166	22.6 Ausgewählte Literatur . . . . .	199
Aufgaben zu Kapitel 19 . . . . .	169	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(Abteilung)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		