
Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XIX
Anwendungsverzeichnis	XXIII
I Deskriptive Statistik	1
1. Grundbegriffe.....	3
1.1 Der Statistikbegriff.....	3
1.2 Merkmalsträger, Grundgesamtheiten und Stichproben	4
1.3 Klassifikation von Merkmalen.....	6
1.3.1 Klassifikation nach dem Skalenniveau	6
1.3.2 Klassifikation in diskrete und stetige Merkmale.....	10
1.3.3 Klassifikation in qualitative und quantitative Merkmale	11
2. Eindimensionale Häufigkeitsverteilungen.....	13
2.1 Häufigkeitsverteilung	13
2.1.1 Häufigkeitsverteilung bei diskreten Merkmalen.....	13
2.1.2 Empirische Verteilungsfunktion bei diskreten Merkmalen	18
2.1.3 Klassierte Häufigkeitsverteilung bei stetigen Merkmalen	21
2.1.4 Typische Häufigkeitsverteilungen.....	26
2.1.5 Quantile	28
2.2 Maßzahlen	31
2.2.1 Lageparameter	31
2.2.1.1 Modus	32
2.2.1.2 Median	34
2.2.1.3 Arithmetisches Mittel	35
2.2.1.4 Geometrisches Mittel.....	38
2.2.1.5 Exkurs: Renditen und Renditedurchschnitte	40 A
2.2.1.6 Lageregeln	44
2.2.2 Streuungsparameter.....	45
2.2.2.1 Spannweite und Quartilsabstand.....	45
2.2.2.2 Mittlere absolute Abweichung	47
2.2.2.3 Varianz und Standardabweichung.....	49

2.2.2.4	Exkurs: Volatilität	56	A
2.2.2.5	Variationskoeffizient	59	
2.2.2.6	Box-Whisker-Plot	61	
2.2.3	Momente und Schiefemaße	62	
2.2.3.1	Empirische Momente	63	
2.2.3.2	Schiefemaße	63	
2.2.4	Konzentrationsmessung	65	
2.2.4.1	Maßzahlen der absoluten Konzentration	66	
2.2.4.2	Maßzahlen der relativen Konzentration	70	A
3.	Zweidimensionale Häufigkeitsverteilungen	81	
3.1	Grundlagen	81	
3.1.1	Kontingenztabelle	81	
3.1.2	Randhäufigkeiten und -verteilungen	85	
3.1.3	Bedingte Häufigkeiten und Verteilungen	86	
3.1.4	Statistische Unabhängigkeit	89	
3.2	Korrelationsanalyse	92	
3.2.1	Kovarianz und Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizient	92	
3.2.2	Spearman-Rangkorrelationskoeffizient	98	
3.2.3	Kontingenzkoeffizient	102	
3.2.4	Lineartransformationen und Linearkombinationen	104	
3.2.5	Kritische Anmerkungen zur Korrelationsanalyse	106	
4.	Messzahlen und Indizes	109	
4.1	Messzahlen	109	
4.2	Indexzahlen	112	
4.2.1	Preisindizes	112	
4.2.1.1	Grundlegendes	112	
4.2.1.2	Preisindex nach Laspeyres	114	
4.2.1.3	Preisindex nach Paasche	116	
4.2.1.4	Weitere Preisindizes	116	
4.2.1.5	Preisindexreihen und Inflationsmessung	118	A
4.2.1.6	Preisbereinigung und reale Größen	119	A
4.2.1.7	Interregionale Kaufkraftvergleiche	121	A
4.2.1.8	Umbasierung und Verknüpfung	123	
4.2.2	Mengenindizes	125	
4.2.3	Wertindex	127	
4.2.4	Wichtige Indizes aus der Wirtschaftspraxis	128	

4.2.4.1	Verbraucherpreisindex (VPI)	128	A
4.2.4.2	Harmonisierter Verbraucherpreisindex (HVPI)	131	A
4.2.4.3	Deutscher Aktienindex (DAX)	132	A
5.	Aufgaben	135	
II	Wahrscheinlichkeitsrechnung	145	
1.	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie	147	
1.1	Grundbegriffe	147	
1.2	Ereignisse und ihre Darstellung	149	
1.3	Wahrscheinlichkeitsregeln und -definitionen	155	
1.3.1	Axiome der Wahrscheinlichkeitsrechnung	156	
1.3.2	Klassische Wahrscheinlichkeitsdefinition	159	
1.3.3	Statistische Wahrscheinlichkeitsdefinition	162	
1.3.4	Subjektive Wahrscheinlichkeitsdefinition	163	A
1.4	Zufallsauswahl und Kombinatorik	166	
1.4.1	Zufallsauswahl und Urnenmodell	167	
1.4.2	Kombinatorik	167	
1.4.2.1	n-Fakultät und Binomialkoeffizient	167	
1.4.2.2	Prinzipien der Kombinatorik	169	
1.4.2.3	Zusammenfassung und Vergleich	174	
1.5	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	176	
1.5.1	Definition und Interpretation	176	
1.5.2	Multiplikationssatz	177	
1.5.3	Unabhängigkeit von Ereignissen	180	
1.5.4	Satz der totalen Wahrscheinlichkeit	183	
1.5.5	Formel von Bayes	185	A
2.	Zufallsvariablen	191	
2.1	Begriff der Zufallsvariable	191	
2.2	Diskrete Zufallsvariablen	194	
2.2.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion	194	
2.2.2	Verteilungsfunktion	196	
2.2.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung	198	
2.3	Stetige Zufallsvariablen	200	
2.3.1	Verteilungsfunktion	200	
2.3.2	Dichtefunktion	201	
2.3.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung	204	

2.4 Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	205	
2.4.1 Erwartungswert	205	
2.4.1.1 Definition	205	
2.4.1.2 Eigenschaften	207	
2.4.2 Varianz und Standardabweichung.....	211	
2.4.2.1 Definition	211	
2.4.2.2 Eigenschaften	212	
2.4.2.3 Standardisierung von Zufallsvariablen	214	
2.4.3 Höhere Momente	216	
2.4.4 Quantile.....	217	
2.5 Ungleichung von Tschebyscheff	219	
2.6 Anwendungsbeispiele.....	221	
2.6.1 Renditen als Zufallsvariablen.....	221	A
2.6.2 Zufallsvariablen beim Roulette	222	A
2.7 Mehrdimensionale Zufallsvariablen.....	225	
2.7.1 Begriff.....	225	
2.7.2 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	226	
2.7.2.1 Gemeinsame Wahrscheinlichkeitsfunktion	226	
2.7.2.2 Gemeinsame Verteilungsfunktion	228	
2.7.2.3 Randverteilungen	228	
2.7.2.4 Bedingte Verteilungen	229	
2.7.3 Stochastische Unabhängigkeit	231	
2.7.4 Kennzahlen zweidimensionaler Wahrscheinlichkeitsverteilungen....	232	
2.7.4.1 Erwartungswert und Varianz	232	
2.7.4.2 Kovarianz und Korrelationskoeffizient.....	234	
2.7.5 Linearkombinationen von Zufallsvariablen.....	237	
2.7.6 Formelzusammenstellung für stetige Zufallsvariablen.....	239	
2.7.7 Anwendungsbeispiel: Portfoliotheorie	240	A
3. Theoretische Verteilungen	245	
3.1 Diskrete Verteilungen.....	245	
3.1.1 Binomialverteilung.....	245	
3.1.1.1 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	245	
3.1.1.2 Eigenschaften	249	
3.1.1.3 Praxisanwendung: Operationscharakteristiken.....	250	A
3.1.2 Hypergeometrische Verteilung.....	252	
3.1.2.1 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	252	

3.1.2.2	Eigenschaften	255
3.1.2.3	Approximation durch die Binomialverteilung.....	256
3.1.3	Poissonverteilung	257
3.1.3.1	Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	257
3.1.3.2	Eigenschaften	259
3.1.3.3	Approximation	259 A
3.2	Stetige Verteilungen	261
3.2.1	Gleichverteilung	261
3.2.1.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	261
3.2.1.2	Diskretes Gegenstück.....	262
3.2.2	Exponentialverteilung	264
3.2.2.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	264
3.2.2.2	Diskretes Gegenstück.....	266
3.2.3	Normalverteilung.....	268
3.2.3.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	268
3.2.3.2	Standardnormalverteilung	271
3.2.3.3	Reproduktionseigenschaft.....	275
3.2.4	Logarithmische Normalverteilung	276
3.3	Test-Verteilungen	278
3.3.1	Chi-Quadrat-Verteilung	278
3.3.2	t-Verteilung.....	280
3.3.3	F-Verteilung.....	281
3.4	Bedeutung der Normalverteilung	283
3.4.1	Zentraler Grenzwertsatz.....	283
3.4.2	Approximation diskreter Verteilungen	285
3.4.2.1	Binomialverteilung	285
3.4.2.2	Hypergeometrische Verteilung	286
3.4.2.3	Poissonverteilung	287
3.4.2.4	Überblick zur Approximation eindimensionaler Verteilungen.....	289
3.4.2.5	Empirische Verteilungen.....	290
4.	Aufgaben.....	293
III Induktive Statistik.....		307
1.	Punktschätzung.....	309
1.1	Stichproben	309
1.2	Schätzer und ihre Stichprobenverteilungen	310

1.2.1	Grundlagen der Punktschätzung.....	310
1.2.2	Verteilung des Stichprobenmittels.....	313
1.2.2.1	Ziehen mit Zurücklegen	313
1.2.2.2	Ziehen ohne Zurücklegen	316
1.2.3	Verteilung des Stichprobenanteils werts	318
1.2.3.1	Ziehen mit Zurücklegen	318
1.2.3.2	Ziehen ohne Zurücklegen	319
1.2.4	Verteilung der Stichprobenvarianz.....	321
1.2.5	Verteilung weiterer Stichprobengrößen	322
1.2.5.1	Differenz zweier Stichprobenmittel.....	322
1.2.5.2	Differenz zweier Stichprobenanteils werte	323
1.2.5.3	Quotient zweier Stichprobenvarianzen.....	324
1.3	Güte von Schätzern	326
1.3.1	Erwartungstreue	326
1.3.2	Asymptotische Erwartungstreue	327
1.3.3	Effizienz.....	328
1.3.4	Konsistenz.....	328
1.3.5	Mittlerer quadratischer Fehler.....	329
1.4	Konstruktion von Schätzern	330
1.4.1	Methode der kleinsten Quadrate.....	331
1.4.2	Maximum-Likelihood-Methode.....	331
2.	Intervallschätzung.....	335
2.1	Grundlagen	335
2.2	Konfidenzintervalle für das arithmetische Mittel	336
2.2.1	Normalverteilte Grundgesamtheit mit bekannter Varianz	338
2.2.2	Normalverteilte Grundgesamtheit mit unbekannter Varianz.....	340
2.2.3	Beliebig verteilte Grundgesamtheit	341
2.3	Konfidenzintervall für den Anteilswert	342
2.4	Konfidenzintervall für die Varianz	344
2.5	Überblick über die behandelten Konfidenzintervalle.....	345
2.6	Planung des Stichprobenumfangs.....	346 A
2.6.1	Konfidenzintervall für das arithmetische Mittel	346
2.6.2	Konfidenzintervall für den Anteilswert	347
2.6.3	Konfidenzintervall für die Varianz	347
3.	Testen von Hypothesen	349
3.1	Allgemeines Testschema.....	349

3.2 Testklassifizierung	353
3.3 Parametertests.....	354
3.3.1 Einstichprobentests	354
3.3.1.1 Einstichprobentest für den Anteilswert.....	354
3.3.1.2 Einstichprobentest für das arithmetische Mittel.....	361
3.3.1.3 Statistische Qualitätskontrolle	365
3.3.1.4 Einstichprobentest für die Varianz.....	366
3.3.2 Zweistichprobentests.....	368
3.3.2.1 Vergleich zweier arithmetischer Mittel	369
3.3.2.2 Vergleich zweier Anteilswerte	372
3.3.2.3 Vergleich zweier Varianzen	373
3.3.3 Parametertests bei verbundenen Stichproben.....	375
3.3.3.1 Differenzentest	376
3.3.3.2 Korrelationstest.....	378
3.3.4 Gütefunktionen von Parametertests	381
3.4 Verteilungstests.....	386
3.4.1 Chi-Quadrat-Anpassungstest	386
3.4.1.1 Anpassungstest bei diskret verteilter Grundgesamtheit	386
3.4.1.2 Anpassungstest bei stetig verteilter Grundgesamtheit.....	391
3.4.2 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest	392
3.4.3 Chi-Quadrat-Homogenitätstest.....	397
3.5 Einfache Varianzanalyse	399
3.6 Überblick über die behandelten Testverfahren	403
4. Aufgaben.....	405
IV Einführung in die Ökonometrie.....	413
1. Grundlagen	415
1.1 Was ist Regressionsanalyse?.....	415
1.1.1 Ziele der Regressionsanalyse	415
1.1.2 Grundgedanken und Abgrenzungen.....	417
1.2 Das Prinzip der kleinsten Quadrate	418
1.2.1 OLS bei Modellen mit einer erklärenden Variablen.....	418
1.2.2 OLS und Linearität.....	424
1.2.3 OLS bei Modellen mit mehreren erklärenden Variablen	426
1.2.4 Güte einer geschätzten Regressionsgleichung	428
1.2.4.1 Das Bestimmtheitsmaß.....	428

1.2.4.2	Einfacher Korrelationskoeffizient	431
1.2.4.3	Angepasstes Bestimmtheitsmaß.....	432
2.	Das lineare Regressionsmodell und seine Annahmen	435
2.1	Das lineare Regressionsmodell.....	435
2.1.1	Die Regressionsfunktion der Grundgesamtheit	435
2.1.2	Die Regressionsfunktion der Stichprobe.....	440
2.2	Klassische Annahmen.....	443
2.2.1	Annahmenkatalog.....	443
2.2.2	Bedeutung deterministischer und stochastischer Regressoren.....	451
2.2.3	Duplikation der Annahmen des CLRM durch OLS.....	452
2.3	Statistische Eigenschaften der OLS-Schätzer	452
2.3.1	Verteilung der OLS-Schätzer.....	452
2.3.2	Gauß-Markov-Theorem	456
3.	Testen von Hypothesen und Konfidenzintervalle.....	459
3.1	Testen einzelner Regressionsparameter – t-Test.....	459
3.1.1	Hypothesen, t-Statistik und Entscheidungsregel.....	459 A
3.1.2	Der p-Wert	463
3.1.3	Beschränkungen des t-Tests.....	464
3.1.4	Konfidenzintervalle für Regressionsparameter.....	465 A
3.2	Simultanes Testen mehrerer Parameter – F-Test.....	467
3.2.1	Hypothesen, F-Statistik und Entscheidungsregel.....	467
3.2.2	F-Test für die Gesamtsignifikanz.....	468
3.2.3	Weitere Anwendungen des F-Tests und der Chow-Test.....	470
3.3	Test der Normalverteilungsannahme	473
4.	Verletzungen der Annahmen des klassischen Regressionsmodells.....	475
4.1	Modellspezifikation I: Variablenwahl.....	475
4.1.1	Vernachlässigte Variablen.....	475
4.1.2	Überflüssige Variablen.....	478
4.1.3	Modellspezifikationskriterien und Spezifikationstests	480
4.1.4	Verzögerte erklärende Variablen.....	483
4.2	Modellspezifikation II: Funktionale Form.....	486
4.2.1	Bedeutung des konstanten Terms.....	486
4.2.2	Alternative funktionale Formen.....	488
4.2.2.1	Lineare Form	488
4.2.2.2	Doppel-Log-Form.....	489
4.2.2.3	Semi-Log-Form.....	490

4.2.2.4	Polynom-Form.....	492
4.2.2.5	Inverse Form	493
4.2.2.6	Zusammenfassender Überblick.....	494
4.2.3	Dummy-Variablen	495
4.2.3.1	Achsenabschnitts-Dummies	495
4.2.3.2	Steigungs-Dummies.....	499
4.2.4	Folgen der Wahl einer falschen funktionalen Form	501
4.3	Multikollinearität.....	503
4.3.1	Formen von Multikollinearität.....	503
4.3.2	Konsequenzen von Multikollinearität.....	505
4.3.3	Aufdecken von Multikollinearität.....	506 A
4.3.4	Vorgehensweise bei festgestellter Multikollinearität	510
4.4	Heteroskedastizität	516
4.4.1	Ursachen von Heteroskedastizität.....	516
4.4.2	Konsequenzen von Heteroskedastizität.....	518
4.4.3	Aufdecken von Heteroskedastizität	520 A
4.4.3.1	Grafische Methode	520
4.4.3.2	Breusch-Pagan LM-Test.....	523
4.4.3.3	White-Test	525
4.4.4	Vorgehensweise bei festgestellter Heteroskedastizität.....	528
4.4.4.1	Gewichtetes Prinzip der kleinsten Quadrate (WLS).....	528
4.4.4.2	White Standardfehler.....	531
4.4.4.3	Variablenredefinition.....	533
4.5	Autokorrelation	534
4.5.1	Formen von Autokorrelation	534
4.5.2	Konsequenzen von Autokorrelation.....	540
4.5.3	Aufdecken von Autokorrelation	542 A
4.5.3.1	Grafische Methode	542
4.5.3.2	Durbin-Watson d-Test.....	543
4.5.3.3	Breusch-Godfrey LM-Test	546
4.5.4	Vorgehensweise bei festgestellter Autokorrelation	548
4.5.4.1	Verallgemeinertes Prinzip der kleinsten Quadrate (GLS)	549
4.5.4.2	Newey-West Standardfehler.....	552
4.6	Korrelation zwischen erklärenden Variablen und stochastischem Störterm ..	554
4.6.1	Konsequenzen.....	554
4.6.2	Ursachen.....	555

4.6.2.1	Vernachlässigte Variablen.....	555
4.6.2.2	Messfehler	555
4.6.2.3	Verzögerte endogene Variable	556
4.6.2.4	Simultanität.....	557
4.6.3	Instrumentenvariablenschätzung.....	558
4.6.3.1	Instrumentenvariablen	558
4.6.3.2	Zweistufige Methode der kleinsten Quadrate (TSLS)	560 A
4.6.3.3	Hausman-Test und Verletzung von Annahme 2b.....	564
4.6.3.4	Sargan-Test und Güte von Instrumenten	567
4.7	Besonderheiten bei der Arbeit mit Zeitreihen	570
4.7.1	Dynamische Modelle	570
4.7.1.1	Grundlagen	570
4.7.1.2	Problem der Autokorrelation in ARDL-Modellen.....	571
4.7.2	Nichtstationäre Zeitreihen und Kointegration.....	572
4.7.2.1	Stationarität vs. Nicht-Stationarität.....	572
4.7.2.2	Random Walks und Unit Roots	573
4.7.2.3	Differenzstationarität vs. Trendstationarität.....	576
4.7.2.4	Scheinregression und ihre Bekämpfung	578
4.7.2.5	Prüfung auf Stationarität	582 A
4.7.2.6	Kointegration und Fehlerkorrekturmodell	591 A
4.7.2.7	Zusammenfassung	596
5.	Zusammenfassende Anwendungen aus dem Finanzbereich	597
5.1	Capital Asset Pricing Model.....	597 A
5.2	Investmentfondsperformance	600 A
6.	Prognose mit geschätzten Regressionsmodellen	605
6.1	Grundlagen der Prognose	605
6.2	Bedingte Prognosen.....	608
6.2.1	Prognosefehler bei bedingten Prognosen.....	608
6.2.2	Beurteilung der Güte von Prognosen	611 A
6.2.3	Prognose bei Vorliegen von Autokorrelation	615
6.2.4	Trendprognosen.....	618
6.3	Unbedingte Prognosen	620
6.4	Zusammenfassung	622
7.	Aufgaben.....	623

V Lösungen	637
1. Kapitel I – Deskriptive Statistik	639
2. Kapitel II – Wahrscheinlichkeitsrechnung	645
3. Kapitel III – Induktive Statistik	655
4. Kapitel IV – Ökonometrie	665
VI Anhang	679
1. Statistische Tafeln.....	681
1.1 Binomialkoeffizienten	681
1.2 Binomialverteilung - Verteilungsfunktion	682
1.3 Poissonverteilung - Verteilungsfunktion.....	689
1.4 Standardnormalverteilung - Verteilungsfunktion	692
1.5 Standardnormalverteilung - Wichtige Quantile	693
1.6 Chi-Quadrat-Verteilung - Quantile	694
1.7 t-Verteilung - Quantile	696
1.8 F-Verteilung - Quantile	697
2. Ökonometrische Tafeln	703
2.1 Kritische Werte der Durbin-Watson-Statistik.....	703
2.2 Kritische Dickey-Fuller t-Werte.....	705
Literaturverzeichnis	707
Stichwortverzeichnis	715