
Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XXI
Anwendungsverzeichnis	XXV
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	Kontingenztafel	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	Kreuzkorrelation	98	A
3.2.3	Spearman-Rangkorrelationskoeffizient	100	
3.2.4	Kontingenzkoeffizient	104	
3.2.5	Lineartransformationen und Linearkombinationen	106	
3.2.6	Kritische Anmerkungen zur Korrelationsanalyse	108	
4.	Messzahlen und Indizes	111	
4.1	Messzahlen	111	
4.2	Indexzahlen	113	
4.2.1	Preisindizes	114	
4.2.1.1	Grundlegendes	114	
4.2.1.2	Preisindex nach Laspeyres	116	
4.2.1.3	Preisindex nach Paasche	117	
4.2.1.4	Weitere Preisindizes	118	
4.2.1.5	Preisindexreihen und Inflationsmessung	120	A
4.2.1.6	Preisbereinigung und reale Größen	121	A
4.2.1.7	Interregionale Kaufkraftvergleiche	123	A
4.2.1.8	Umbasierung und Verknüpfung	125	
4.2.2	Mengenindizes	127	
4.2.3	Wertindex	129	
4.2.4	Wichtige Indizes aus der Wirtschaftspraxis	130	

4.2.4.1	Verbraucherpreisindex (VPI)	130	A
4.2.4.2	Harmonisierter Verbraucherpreisindex (HVPI)	132	A
4.2.4.3	Deutscher Aktienindex (DAX)	134	A
5.	Aufgaben	137	
II	Wahrscheinlichkeitsrechnung	147	
1.	Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie	149	
1.1	Grundbegriffe	149	
1.2	Ereignisse und ihre Darstellung	151	
1.3	Wahrscheinlichkeitsregeln und -definitionen	157	
1.3.1	Axiome der Wahrscheinlichkeitsrechnung	158	
1.3.2	Klassische Wahrscheinlichkeitsdefinition	161	
1.3.3	Statistische Wahrscheinlichkeitsdefinition	164	
1.3.4	Subjektive Wahrscheinlichkeitsdefinition	165	A
1.4	Zufallsauswahl und Kombinatorik	168	
1.4.1	Zufallsauswahl und Urnenmodell	169	
1.4.2	Kombinatorik	169	
1.4.2.1	n-Fakultät und Binomialkoeffizient	169	
1.4.2.2	Prinzipien der Kombinatorik	171	
1.4.2.3	Zusammenfassung und Vergleich	176	
1.5	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	178	
1.5.1	Definition und Interpretation	178	
1.5.2	Multiplikationssatz	179	
1.5.3	Unabhängigkeit von Ereignissen	182	
1.5.4	Satz der totalen Wahrscheinlichkeit	185	
1.5.5	Formel von Bayes	187	A
2.	Zufallsvariablen	193	
2.1	Begriff der Zufallsvariable	193	
2.2	Diskrete Zufallsvariablen	196	
2.2.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion	196	
2.2.2	Verteilungsfunktion	198	
2.2.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung	200	
2.3	Stetige Zufallsvariablen	202	
2.3.1	Verteilungsfunktion	202	
2.3.2	Dichtefunktion	203	
2.3.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung	206	

2.4 Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	207
2.4.1 Erwartungswert	207
2.4.1.1 Definition	207
2.4.1.2 Eigenschaften	209
2.4.2 Varianz und Standardabweichung.....	213
2.4.2.1 Definition	213
2.4.2.2 Eigenschaften	214
2.4.2.3 Standardisierung von Zufallsvariablen	216
2.4.3 Höhere Momente	218
2.4.4 Quantile.....	219
2.5 Ungleichung von Tschebyscheff	221
2.6 Anwendungsbeispiele.....	223
2.6.1 Renditen als Zufallsvariablen.....	223
2.6.2 Zufallsvariablen beim Roulette	224 A
2.7 Mehrdimensionale Zufallsvariablen.....	227
2.7.1 Begriff.....	227
2.7.2 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	228
2.7.2.1 Gemeinsame Wahrscheinlichkeitsfunktion	228
2.7.2.2 Gemeinsame Verteilungsfunktion	230
2.7.2.3 Randverteilungen	230
2.7.2.4 Bedingte Verteilungen	231
2.7.3 Stochastische Unabhängigkeit	233
2.7.4 Kennzahlen zweidimensionaler Wahrscheinlichkeitsverteilungen....	234
2.7.4.1 Erwartungswert und Varianz	234
2.7.4.2 Kovarianz und Korrelationskoeffizient.....	236
2.7.5 Linearkombinationen von Zufallsvariablen.....	239
2.7.6 Formelzusammenstellung für stetige Zufallsvariablen.....	241
2.7.7 Anwendungsbeispiel: Portfoliotheorie	242 A
3. Theoretische Verteilungen	247
3.1 Diskrete Verteilungen	247
3.1.1 Binomialverteilung.....	247
3.1.1.1 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	247
3.1.1.2 Eigenschaften	251
3.1.1.3 Praxisanwendung: Operationscharakteristiken	252 A
3.1.2 Hypergeometrische Verteilung.....	254
3.1.2.1 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	254

3.1.2.2	Eigenschaften	257
3.1.2.3	Approximation durch die Binomialverteilung.....	258
3.1.3	Poissonverteilung	259
3.1.3.1	Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	259
3.1.3.2	Eigenschaften	261
3.1.3.3	Approximation	261 A
3.2	Stetige Verteilungen	263
3.2.1	Gleichverteilung	263
3.2.1.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	263
3.2.1.2	Diskretes Gegenstück.....	264
3.2.2	Exponentialverteilung	266
3.2.2.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	266
3.2.2.2	Diskretes Gegenstück.....	268
3.2.3	Normalverteilung.....	270
3.2.3.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	270
3.2.3.2	Standardnormalverteilung	273
3.2.3.3	Reproduktionseigenschaft.....	277
3.2.4	Logarithmische Normalverteilung	278
3.3	Test-Verteilungen	280
3.3.1	Chi-Quadrat-Verteilung	280
3.3.2	t-Verteilung.....	282
3.3.3	F-Verteilung.....	283
3.4	Bedeutung der Normalverteilung	285
3.4.1	Zentraler Grenzwertsatz.....	285
3.4.2	Approximation diskreter Verteilungen	287
3.4.2.1	Binomialverteilung	287
3.4.2.2	Hypergeometrische Verteilung	288
3.4.2.3	Poissonverteilung	289
3.4.2.4	Überblick zur Approximation eindimensionaler Verteilungen.....	291
3.4.2.5	Empirische Verteilungen	292
4.	Aufgaben.....	295
III Induktive Statistik.....		309
1.	Punktschätzung	311
1.1	Stichproben	311
1.2	Schätzer und ihre Stichprobenverteilungen	312

1.2.1	Grundlagen der Punktschätzung	312
1.2.2	Verteilung des Stichprobenmittels	315
1.2.2.1	Ziehen mit Zurücklegen	315
1.2.2.2	Ziehen ohne Zurücklegen	318
1.2.3	Verteilung des Stichprobenanteils werts	320
1.2.3.1	Ziehen mit Zurücklegen	320
1.2.3.2	Ziehen ohne Zurücklegen	321
1.2.4	Verteilung der Stichprobenvarianz	323
1.2.5	Verteilung weiterer Stichprobengrößen	324
1.2.5.1	Differenz zweier Stichprobenmittel	324
1.2.5.2	Differenz zweier Stichprobenanteils werte	325
1.2.5.3	Quotient zweier Stichprobenvarianzen	326
1.3	Güte von Schätzern	328
1.3.1	Erwartungstreue	328
1.3.2	Asymptotische Erwartungstreue	329
1.3.3	Effizienz	330
1.3.4	Konsistenz	331
1.3.5	Mittlerer quadratischer Fehler	332
1.4	Konstruktion von Schätzern	333
1.4.1	Methode der kleinsten Quadrate	333
1.4.2	Maximum-Likelihood-Methode	334
1.4.3	Momentenmethode	337
2.	Intervallschätzung	339
2.1	Grundlagen	339
2.2	Konfidenzintervalle für den Mittelwert	340
2.2.1	Normalverteilte Grundgesamtheit mit bekannter Varianz	342
2.2.2	Normalverteilte Grundgesamtheit mit unbekannter Varianz	344
2.2.3	Beliebig verteilte Grundgesamtheit	345
2.3	Konfidenzintervall für den Anteilswert	346
2.4	Konfidenzintervall für die Varianz	348
2.5	Überblick über die behandelten Konfidenzintervalle	349
2.6	Planung des Stichprobenumfangs	350
2.6.1	Konfidenzintervall für den Mittelwert	350
2.6.2	Konfidenzintervall für den Anteilswert	351
2.6.3	Konfidenzintervall für die Varianz	351
3.	Testen von Hypothesen	353

3.1 Allgemeines Testschema	353
3.2 Testklassifizierung	357
3.3 Parametertests.....	358
3.3.1 Einstichprobentests	358
3.3.1.1 Einstichprobentest für den Anteilswert.....	358
3.3.1.2 Einstichprobentest für den Mittelwert.....	365
3.3.1.3 Statistische Qualitätskontrolle	369
3.3.1.4 Einstichprobentest für die Varianz.....	370
3.3.2 Zweistichprobentests.....	372
3.3.2.1 Vergleich zweier Mittelwerte	373
3.3.2.2 Vergleich zweier Anteilswerte	376
3.3.2.3 Vergleich zweier Varianzen	377
3.3.3 Parametertests bei verbundenen Stichproben.....	379
3.3.3.1 Differenzentest	380
3.3.3.2 Korrelationstest.....	382
3.3.4 Gütefunktionen von Parametertests	385
3.4 Verteilungstests.....	390
3.4.1 Chi-Quadrat-Anpassungstest	390
3.4.1.1 Anpassungstest bei diskret verteilter Grundgesamtheit	390
3.4.1.2 Anpassungstest bei stetig verteilter Grundgesamtheit.....	395
3.4.2 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest	396
3.4.3 Chi-Quadrat-Homogenitätstest.....	401
3.5 Einfache Varianzanalyse	403
3.6 Überblick über die behandelten Testverfahren	407
4. Aufgaben	409
IV Einführung in die Ökonometrie.....	417
1. Grundlagen	419
1.1 Was ist Regressionsanalyse?.....	419
1.1.1 Ziele der Regressionsanalyse	419
1.1.2 Grundgedanken und Abgrenzungen.....	421
1.2 Das Prinzip der kleinsten Quadrate	422
1.2.1 OLS bei Modellen mit einer erklärenden Variablen.....	422
1.2.2 OLS und Linearität.....	428
1.2.3 OLS bei Modellen mit mehreren erklärenden Variablen	430
1.2.4 Güte einer geschätzten Regressionsgleichung	432

1.2.4.1	Das Bestimmtheitsmaß	432	
1.2.4.2	Einfacher Korrelationskoeffizient	435	
1.2.4.3	Angepasstes Bestimmtheitsmaß.....	436	
2.	Das lineare Regressionsmodell und seine Annahmen	439	
2.1	Das lineare Regressionsmodell.....	439	
2.1.1	Die Regressionsfunktion der Grundgesamtheit	439	
2.1.2	Die Regressionsfunktion der Stichprobe	444	
2.2	Klassische Annahmen.....	447	
2.2.1	Annahmenkatalog	447	
2.2.2	Bedeutung deterministischer und stochastischer Regressoren.....	455	
2.2.3	Duplikation der Annahmen des CLRM durch OLS	456	
2.3	Statistische Eigenschaften der OLS-Schätzer	456	
2.3.1	Verteilung der OLS-Schätzer.....	456	
2.3.2	Gauß-Markov-Theorem	460	
3.	Testen von Hypothesen und Konfidenzintervalle	463	
3.1	Testen einzelner Regressionsparameter – t-Test.....	463	
3.1.1	Hypothesen, t-Statistik und Entscheidungsregel.....	463	A
3.1.2	Der p-Wert	467	
3.1.3	Beschränkungen des t-Tests	468	
3.1.4	Konfidenzintervalle für Regressionsparameter.....	469	A
3.2	Simultanes Testen mehrerer Parameter – F-Test.....	471	
3.2.1	Hypothesen, F-Statistik und Entscheidungsregel.....	471	
3.2.2	F-Test für die Gesamtsignifikanz.....	472	
3.2.3	Weitere Anwendungen des F-Tests und der Chow-Test.....	474	
3.3	Test der Normalverteilungsannahme	477	A
4.	Verletzungen der Annahmen des klassischen Regressionsmodells	481	
4.1	Modellspezifikation I: Variablenwahl.....	481	
4.1.1	Vernachlässigte Variablen.....	481	
4.1.2	Überflüssige Variablen.....	484	
4.1.3	Modellspezifikationskriterien und Spezifikationstests	486	
4.1.4	Verzögerte erklärende Variablen.....	489	
4.2	Modellspezifikation II: Funktionale Form.....	492	
4.2.1	Bedeutung des konstanten Terms.....	492	
4.2.2	Alternative funktionale Formen.....	494	
4.2.2.1	Lineare Form	494	
4.2.2.2	Doppel-Log-Form.....	495	

4.2.2.3	Semi-Log-Form	496	
4.2.2.4	Polynom-Form.....	498	
4.2.2.5	Inverse Form	499	
4.2.2.6	Zusammenfassender Überblick.....	500	
4.2.3	Dummy-Variablen	501	
4.2.3.1	Achsenabschnitts-Dummies	501	A
4.2.3.2	Steigungs-Dummies.....	507	
4.2.4	Folgen der Wahl einer falschen funktionalen Form	509	
4.3	Multikollinearität.....	511	
4.3.1	Formen und Ursachen von Multikollinearität.....	511	
4.3.2	Konsequenzen von Multikollinearität.....	513	
4.3.3	Aufdecken von Multikollinearität.....	514	A
4.3.4	Vorgehensweise bei festgestellter Multikollinearität	518	
4.4	Heteroskedastizität	524	
4.4.1	Formen und Ursachen von Heteroskedastizität	524	
4.4.2	Konsequenzen von Heteroskedastizität.....	526	
4.4.3	Aufdecken von Heteroskedastizität	528	A
4.4.3.1	Grafische Methode	528	
4.4.3.2	Breusch-Pagan LM-Test.....	531	
4.4.3.3	White-Test	533	
4.4.4	Vorgehensweise bei festgestellter Heteroskedastizität.....	536	
4.4.4.1	Gewichtetes Prinzip der kleinsten Quadrate (WLS).....	536	
4.4.4.2	White Standardfehler.....	539	
4.4.4.3	Variablenredefinition.....	541	
4.5	Autokorrelation	542	
4.5.1	Formen und Ursachen von Autokorrelation	542	
4.5.2	Konsequenzen von Autokorrelation.....	549	
4.5.3	Aufdecken von Autokorrelation	551	A
4.5.3.1	Grafische Methode	551	
4.5.3.2	Durbin-Watson d-Test.....	553	
4.5.3.3	Breusch-Godfrey LM-Test	555	
4.5.4	Vorgehensweise bei festgestellter Autokorrelation	557	
4.5.4.1	Verallgemeinertes Prinzip der kleinsten Quadrate (GLS)	557	
4.5.4.2	Newey-West Standardfehler.....	561	
4.5.4.3	Dynamische Modellformulierung	562	
4.6	Korrelation zwischen erklärenden Variablen und stochastischem Störterm ..	564	

4.6.1	Konsequenzen	564	
4.6.2	Ursachen	565	
4.6.2.1	Vernachlässigte Variablen.....	565	
4.6.2.2	Messfehler	565	
4.6.2.3	Verzögerte endogene Variable	566	
4.6.2.4	Simultanität.....	567	
4.6.3	Instrumentenvariablen-schätzung.....	568	
4.6.3.1	Instrumentenvariablen	568	
4.6.3.2	Zweistufige Methode der kleinsten Quadrate (TSLS)	570	A
4.6.3.3	Hausman-Test und Verletzung von Annahme 2b.....	574	
4.6.3.4	Sargan-Test und Güte von Instrumenten	577	
4.7	Besonderheiten bei der Arbeit mit Zeitreihen	580	
4.7.1	Dynamische Modelle	580	
4.7.1.1	Autoregressive distributive Lag-Modelle	580	
4.7.1.2	Spezialfall: Autoregressive Modelle	581	A
4.7.1.3	Problem der Autokorrelation in ARDL-Modellen.....	585	
4.7.2	Nichtstationäre Zeitreihen und Kointegration.....	586	
4.7.2.1	Stationarität vs. Nicht-Stationarität	586	
4.7.2.2	Random Walks und Unit Roots	587	
4.7.2.3	Differenzstationarität vs. Trendstationarität.....	590	
4.7.2.4	Scheinregression und ihre Bekämpfung	592	
4.7.2.5	Prüfung auf Stationarität	596	A
4.7.2.6	Kointegration und Fehlerkorrekturmodell	604	A
4.7.2.7	Zusammenfassung	609	
4.8	Modelle für die Volatilität	610	
4.8.1	Volatilitätseigenschaften von Finanzmarktdaten.....	610	
4.8.2	Historische Volatilität und gleitende Durchschnitte.....	613	
4.8.3	ARCH- und GARCH-Modelle	616	
4.8.3.1	Grundlagen des ARCH-Modells.....	616	
4.8.3.2	Nichtnegativität, unbedingte Varianz und Stationarität.....	618	
4.8.3.3	Schätzen von und Prognose mit ARCH-Modellen	619	A
4.8.3.4	Überprüfen von ARCH-Modellen	622	
4.8.3.5	Das GARCH-Modell und das GARCH-in-Mean-Modell.....	624	A
4.7.3.4	Das asymmetrische ARCH- und GARCH-Modell.....	629	A
4.7.3.5	Zusammenfassung und Ausblick.....	632	
5.	Zusammenfassende Anwendungen aus dem Finanzbereich	635	

5.1 Capital Asset Pricing Model	635	A
5.2 Investmentfondsperformance	638	A
6. Prognose mit geschätzten Regressionsmodellen	643	
6.1 Grundlagen der Prognose.....	643	
6.2 Bedingte Prognosen.....	646	
6.2.1 Prognosefehler bei bedingten Prognosen	646	
6.2.2 Beurteilung der Güte von Prognosen.....	649	A
6.2.3 Prognose bei Vorliegen von Autokorrelation.....	653	
6.2.4 Trendprognosen	656	
6.3 Unbedingte Prognosen	658	
6.4 Zusammenfassung.....	660	
7. Aufgaben.....	661	
V Lösungen.....	677	
Kapitel I – Deskriptive Statistik	679	
Kapitel II – Wahrscheinlichkeitsrechnung	685	
Kapitel III – Induktive Statistik	695	
Kapitel IV – Ökonometrie	705	
VI Anhang.....	721	
1. Statistische Tafeln.....	723	
1.1 Binomialkoeffizienten	723	
1.2 Binomialverteilung - Verteilungsfunktion	724	
1.3 Poissonverteilung - Verteilungsfunktion.....	731	
1.4 Standardnormalverteilung - Verteilungsfunktion	734	
1.5 Standardnormalverteilung - Wichtige Quantile	735	
1.6 Chi-Quadrat-Verteilung - Quantile	736	
1.7 t-Verteilung - Quantile	738	
1.8 F-Verteilung - Quantile	739	
2. Ökonometrische Tafeln	745	
2.1 Kritische Werte der Durbin-Watson-Statistik.....	745	
2.2 Kritische Dickey-Fuller t-Werte.....	747	
Literaturverzeichnis	749	
Stichwortverzeichnis	757	