

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XXIII
Anwendungsverzeichnis	XXVII
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	A 40
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	A 56

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	A 70
3.	Zweidimensionale Häufigkeitsverteilungen	79
3.1	Grundlagen	79
3.1.1	Kontingenztafel	79
3.1.2	Randhäufigkeiten und -verteilungen	83
3.1.3	Bedingte Häufigkeiten und Verteilungen	84
3.1.4	Statistische Unabhängigkeit	87
3.2	Korrelationsanalyse	90
3.2.1	Kovarianz und Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizient	90
3.2.2	Kreuzkorrelation	A 96
3.2.3	Spearman-Rangkorrelationskoeffizient	98
3.2.4	Kontingenzkoeffizient	102
3.2.5	Lineartransformationen und Linearkombinationen	104
3.2.6	Kritische Anmerkungen zur Korrelationsanalyse	105
4.	Messzahlen und Indizes	109
4.1	Messzahlen	109
4.2	Indexzahlen	111
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	115
4.2.1.4	Weitere Preisindizes	116
4.2.1.5	Preisindexreihen und Inflationsmessung	A 118
4.2.1.6	Preisbereinigung und reale Größen	A 119
4.2.1.7	Interregionale Kaufkraftvergleiche	A 121
4.2.1.8	Umbasierung und Verknüpfung	123
4.2.2	Mengenindizes	125
4.2.3	Wertindex	126
4.2.4	Wichtige Indizes aus der Wirtschaftspraxis	127

4.2.4.1	Verbraucherpreisindex (VPI)	A 127
4.2.4.2	Harmonisierter Verbraucherpreisindex (HVPI).....	A 130
4.2.4.3	Deutscher Aktienindex (DAX)	A 131
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.....	155
1.3.2	Klassische Wahrscheinlichkeitsdefinition	159
1.3.3	Statistische Wahrscheinlichkeitsdefinition	161
1.3.4	Subjektive Wahrscheinlichkeitsdefinition	A 163
1.4	Zufallsauswahl und Kombinatorik	166
1.4.1	Zufallsauswahl und Urnenmodell.....	166
1.4.2	Kombinatorik	166
1.4.2.1	n-Fakultät und Binomialkoeffizient	167
1.4.2.2	Prinzipien der Kombinatorik.....	168
1.4.2.3	Zusammenfassung und Vergleich.....	173
1.5	Bedingte Wahrscheinlichkeiten.....	175
1.5.1	Definition und Interpretation	175
1.5.2	Multiplikationssatz	176
1.5.3	Unabhängigkeit von Ereignissen	179
1.5.4	Satz der totalen Wahrscheinlichkeit.....	181
1.5.5	Formel von Bayes	A 184
2.	Zufallsvariablen	189
2.1	Begriff der Zufallsvariable	189
2.2	Diskrete Zufallsvariablen	192
2.2.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion	192
2.2.2	Verteilungsfunktion.....	194
2.2.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung.....	196
2.3	Stetige Zufallsvariablen	198
2.3.1	Verteilungsfunktion.....	198
2.3.2	Dichtefunktion	199
2.3.3	Zusammenfassende Gegenüberstellung.....	202

2.4 Kennzahlen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen	203
2.4.1 Erwartungswert	203
2.4.1.1 Definition	203
2.4.1.2 Eigenschaften	205
2.4.2 Varianz und Standardabweichung.....	209
2.4.2.1 Definition	209
2.4.2.2 Eigenschaften	210
2.4.2.3 Standardisierung von Zufallsvariablen	212
2.4.3 Höhere Momente	214
2.4.4 Quantile	215
2.5 Ungleichung von Tschebyscheff.....	217
2.6 Anwendungsbeispiele.....	219
2.6.1 Renditen als Zufallsvariablen	219
2.6.2 Zufallsvariablen beim Roulette	A 220
2.7 Mehrdimensionale Zufallsvariablen	223
2.7.1 Begriff	223
2.7.2 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	224
2.7.2.1 Gemeinsame Wahrscheinlichkeitsfunktion	224
2.7.2.2 Gemeinsame Verteilungsfunktion.....	226
2.7.2.3 Randverteilungen	226
2.7.2.4 Bedingte Verteilungen.....	227
2.7.3 Stochastische Unabhängigkeit.....	229
2.7.4 Kennzahlen zweidimensionaler Wahrscheinlichkeitsverteilungen....	230
2.7.4.1 Erwartungswert und Varianz.....	230
2.7.4.2 Kovarianz und Korrelationskoeffizient.....	232
2.7.5 Linearkombinationen von Zufallsvariablen.....	235
2.7.6 Formelzusammenstellung für stetige Zufallsvariablen	237
2.7.7 Anwendungsbeispiel: Portfoliotheorie	A 238
3. Theoretische Verteilungen	243
3.1 Diskrete Verteilungen	243
3.1.1 Binomialverteilung.....	243
3.1.1.1 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	243
3.1.1.2 Eigenschaften	247
3.1.1.3 Praxisanwendung: Operationscharakteristiken.....	A 248
3.1.2 Hypergeometrische Verteilung	250
3.1.2.1 Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	250

3.1.2.2	Eigenschaften	253
3.1.2.3	Approximation durch die Binomialverteilung	254
3.1.3	Poissonverteilung	255
3.1.3.1	Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	255
3.1.3.2	Eigenschaften	257
3.1.3.3	Approximation	A 257
3.2	Stetige Verteilungen	259
3.2.1	Gleichverteilung	259
3.2.1.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	259
3.2.1.2	Diskretes Gegenstück	260
3.2.2	Exponentialverteilung	262
3.2.2.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	262
3.2.2.2	Diskretes Gegenstück	264
3.2.3	Normalverteilung	266
3.2.3.1	Dichte- und Verteilungsfunktion	266
3.2.3.2	Standardnormalverteilung	269
3.2.3.3	Reproduktionseigenschaft	273
3.2.4	Logarithmische Normalverteilung	274
3.3	Test-Verteilungen	276
3.3.1	Chi-Quadrat-Verteilung	276
3.3.2	t-Verteilung	278
3.3.3	F-Verteilung	279
3.4	Bedeutung der Normalverteilung	281
3.4.1	Zentraler Grenzwertsatz	281
3.4.2	Approximation diskreter Verteilungen	282
3.4.2.1	Binomialverteilung	282
3.4.2.2	Hypergeometrische Verteilung	284
3.4.2.3	Poissonverteilung	285
3.4.2.4	Überblick zur Approximation eindimensionaler Verteilungen	286
3.4.2.5	Empirische Verteilungen	287
4.	Aufgaben	289
III Induktive Statistik.....		305
1.	Punktschätzung	307
1.1	Stichproben	307
1.2	Schätzer und ihre Stichprobenverteilungen	308

1.2.1	Grundlagen der Punktschätzung	308
1.2.2	Verteilung des Stichprobenmittels	311
1.2.2.1	Ziehen mit Zurücklegen	311
1.2.2.2	Ziehen ohne Zurücklegen	314
1.2.3	Verteilung des Stichprobenanteils werts	316
1.2.3.1	Ziehen mit Zurücklegen	316
1.2.3.2	Ziehen ohne Zurücklegen	317
1.2.4	Verteilung der Stichprobenvarianz	319
1.2.5	Verteilung weiterer Stichprobengrößen	320
1.2.5.1	Differenz zweier Stichprobenmittel	320
1.2.5.2	Differenz zweier Stichprobenanteils werte	321
1.2.5.3	Quotient zweier Stichprobenvarianzen	322
1.3	Güte von Schätzern	324
1.3.1	Erwartungstreue	324
1.3.2	Asymptotische Erwartungstreue	325
1.3.3	Effizienz	326
1.3.4	Konsistenz	327
1.3.5	Mittlerer quadratischer Fehler	328
1.4	Konstruktion von Schätzern	329
1.4.1	Methode der kleinsten Quadrate	329
1.4.2	Maximum-Likelihood-Methode	330
1.4.3	Momentenmethode	333
2.	Intervallschätzung	335
2.1	Grundlagen	335
2.2	Konfidenzintervalle für den Mittelwert	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	A 345
2.6.1	Konfidenzintervall für den Mittelwert	346
2.6.2	Konfidenzintervall für den Anteilswert	347
2.6.3	Konfidenzintervall für die Varianz	348
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 den Mittelwert	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 Mittelwerte	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 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	Bestimmtheitsmaß.....	429
1.2.4.2	Einfacher Korrelationskoeffizient.....	432
1.2.4.3	Angepasstes Bestimmtheitsmaß	432
2.	Lineares Regressionsmodell und seine Annahmen	435
2.1	Lineares Regressionsmodell.....	435
2.1.1	Regressionsfunktion der Grundgesamtheit	435
2.1.2	Regressionsfunktion der Stichprobe	439
2.2	Klassische Annahmen	442
2.2.1	Annahmenkatalog.....	442
2.2.2	Bedeutung deterministischer und stochastischer Regressoren	450
2.2.3	Duplikation der Annahmen 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.....	A 459
3.1.2	Testentscheidung mit dem p-Wert	463
3.1.3	Limitationen des t-Tests.....	464
3.1.4	Konfidenzintervalle für Regressionsparameter	A 465
3.2	Simultanes Testen mehrerer Parameter – F-Test.....	467
3.2.1	Hypothesen, F-Statistik und Entscheidungsregel.....	467
3.2.2	F-Test für Gesamtsignifikanz.....	468
3.2.3	Weitere Anwendungen des F-Tests und der Chow-Test	470
3.3	Test der Normalverteilungsannahme	A 473
4.	Verletzungen der Annahmen des klassischen Regressionsmodells.....	477
4.1	Modellspezifikation I: Variablenwahl	477
4.1.1	Vernachlässigte Variablen	477
4.1.2	Überflüssige Variablen.....	480
4.1.3	Modellspezifikationskriterien und Spezifikationstests	482
4.1.4	Verzögerte erklärende Variablen	486
4.2	Modellspezifikation II: Funktionale Form	489
4.2.1	Bedeutung des konstanten Terms	489
4.2.2	Alternative funktionale Formen	491
4.2.2.1	Lineare Form	491
4.2.2.2	Doppel-Log-Form	492

4.2.2.3	Semi-Log-Form	493
4.2.2.4	Polynom-Form	495
4.2.2.5	Inverse Form	496
4.2.2.6	Zusammenfassender Überblick.....	498
4.2.3	Dummy-Variablen	498
4.2.3.1	Achsenabschnitts-Dummies	A 498
4.2.3.2	Steigungs-Dummies	504
4.2.3.3	Dummy-F-Test für Strukturbrüche und Regressionsgleichheit	507
4.2.4	Folgen der Wahl einer falschen funktionalen Form.....	508
4.3	Multikollinearität.....	509
4.3.1	Formen und Ursachen von Multikollinearität	509
4.3.2	Konsequenzen von Multikollinearität.....	511
4.3.3	Aufdecken von Multikollinearität.....	A 512
4.3.4	Vorgehensweise bei festgestellter Multikollinearität.....	516
4.4	Heteroskedastizität	521
4.4.1	Formen und Ursachen von Heteroskedastizität.....	521
4.4.2	Konsequenzen von Heteroskedastizität	523
4.4.3	Aufdecken von Heteroskedastizität	A 525
4.4.3.1	Grafische Methode.....	525
4.4.3.2	Breusch-Pagan-Test	528
4.4.3.3	White-Test	530
4.4.4	Vorgehensweise bei festgestellter Heteroskedastizität	532
4.4.4.1	Gewichtetes Prinzip der kleinsten Quadrate (WLS).....	533
4.4.4.2	White-Standardfehler	536
4.4.4.3	Variablenredefinition	538
4.5	Autokorrelation	539
4.5.1	Formen und Ursachen von Autokorrelation	539
4.5.2	Konsequenzen von Autokorrelation.....	546
4.5.3	Aufdecken von Autokorrelation	A 548
4.5.3.1	Grafische Methode.....	548
4.5.3.2	Durbin-Watson-Test.....	550
4.5.3.3	Breusch-Godfrey-Test.....	552
4.5.4	Vorgehensweise bei festgestellter Autokorrelation.....	554
4.5.4.1	Verallgemeinertes Prinzip der kleinsten Quadrate (GLS)	554
4.5.4.2	Newey-West-Standardfehler	558
4.5.4.3	Dynamische Modellformulierung	559

4.6	Korrelation zwischen erklärenden Variablen und stochastischem Störterm..	561
4.6.1	Konsequenzen	561
4.6.2	Ursachen.....	562
4.6.2.1	Vernachlässigte Variablen	562
4.6.2.2	Messfehler	562
4.6.2.3	Verzögerte erklärte Variablen	563
4.6.2.4	Simultaneität.....	564
4.6.3	Instrumentenvariablenschätzung	565
4.6.3.1	Instrumentenvariablen.....	565
4.6.3.2	Zweistufige Methode der kleinsten Quadrate (TSLS).....	A 567
4.6.3.3	Hausman-Test und Verletzung von Annahme 2b	571
4.6.3.4	Sargan-Test und Güte von Instrumenten	574
4.7	Besonderheiten bei der Arbeit mit Zeitreihen	577
4.7.1	Dynamische Modelle	577
4.7.1.1	Autoregressive distributive Lag-Modelle	577
4.7.1.2	Spezialfall: Autoregressive Modelle	A 578
4.7.1.3	Problem der Autokorrelation in ARDL-Modellen	583
4.7.2	Nicht stationäre Zeitreihen und Kointegration	584
4.7.2.1	Stationarität vs. Nicht-Stationarität	584
4.7.2.2	Random Walks und Unit Roots	585
4.7.2.3	Differenzstationarität vs. Trendstationarität.....	588
4.7.2.4	Scheinregression und ihre Bekämpfung	590
4.7.2.5	Prüfung auf Stationarität.....	A 594
4.7.2.6	Kointegration und Fehlerkorrekturmodell	A 601
4.7.2.7	Zusammenfassung	608
4.8	Modelle für die Volatilität.....	609
4.8.1	Volatilitätseigenschaften von Finanzmarktdaten.....	609
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.....	A 619
4.8.3.4	Überprüfen von ARCH-Modellen	622
4.8.3.5	GARCH-Modell und GARCH-in-Mean-Modell	A 624
4.8.3.6	Asymmetrisches GARCH-Modell.....	A 629
4.8.3.7	Abschließende Bemerkungen und Ausblick.....	632

5. Zusammenfassende Anwendungen aus dem Finanzbereich	633
5.1 Capital Asset Pricing Model.....	A 633
5.2 Investmentfondsperformance	A 637
6. Prognose mit geschätzten Regressionsmodellen	641
6.1 Grundlagen der Prognose	641
6.2 Bedingte Prognosen.....	644
6.2.1 Prognosefehler	644
6.2.2 Anforderungen an Prognosen.....	647
6.2.3 Beurteilung der Genauigkeit von Prognosen	A 648
6.2.4 Prognose bei Vorliegen von Autokorrelation	652
6.2.5 Trendprognosen.....	655
6.3 Unbedingte Prognosen	657
6.4 Zusammenfassung.....	659
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	719
1. Statistische Tafeln.....	721
1.1 Binomialkoeffizienten	721
1.2 Binomialverteilung - Verteilungsfunktion.....	722
1.3 Poissonverteilung - Verteilungsfunktion.....	729
1.4 Standardnormalverteilung - Verteilungsfunktion	732
1.5 Standardnormalverteilung - Wichtige Quantile	733
1.6 Chi-Quadrat-Verteilung - Quantile.....	734
1.7 t-Verteilung - Quantile	736
1.8 F-Verteilung - Quantile	737
2. Ökonometrische Tafeln	743
2.1 Kritische Werte der Durbin-Watson-Statistik.....	743
2.2 Kritische Dickey-Fuller-t-Werte	745
Literaturverzeichnis	747
Stichwortverzeichnis	759