
Peter P. Eckstein

Repetitorium Statistik

Deskriptive Statistik – Stochastik –
Induktive Statistik

8., aktualisierte und erweiterte Auflage

Peter P. Eckstein
HTW Berlin, Deutschland

ISBN 978-3-658-05747-3
DOI 10.1007/978-3-658-05748-0

ISBN 978-3-658-05748-0 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden 1995, 1998, 1999, 2001, 2003, 2006, 2013, 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-gabler.de

Vorwort zur 8. Auflage

Die positive Resonanz, welche das „Repetitorium Statistik“ in den bisherigen Auflagen erfuhr, bestärkte mich, eine achte, aktualisierte und erweiterte Auflage bereitzustellen.

Die augenscheinlichen Neuerungen der vorliegenden Auflage des „Repetitoriums“ beruhen einerseits auf einer didaktisch-methodischen Verfeinerung und andererseits auf einer inhaltlichen und paradigmatischen Erweiterung der dargestellten statistischen Verfahren und Methoden.

Zur Vermeidung von redundanten Überschneidungen mit dem inhaltlich zugehörigen und ebenfalls bei SPRINGER GABLER im Jahr 2013 in einer sechsten, aktualisierten und erweiterten Auflage erschienenen Lehrbuch „Klausurtraining Statistik“ wurden die kapitelbezogenen Übungs- und Klausuraufgaben durch ausführlich erläuterte und anschaulich dargestellte Problemstellungen ersetzt.

Die vorliegende Auflage wäre ohne die Unterstützung von geschätzten Damen und Herren nicht möglich gewesen. In diesem Zusammenhang gilt mein besonderer Dank: Frau Dipl.-Ing. Renate SCHILLING und Frau Mag. theol. Irene BUTTKUS für die Betreuung dieses Buchprojekts seitens des Verlages, Frau Professor Dr. Monika KUMMER sowie den Herren Professor Dr. Rudolf SWAT, Dr. Peter SCHWARZER, Dr. Manfred MOCKER und Dr. Gerhard BUROW für die sachdienlichen Hinweise zur inhaltlichen Gestaltung des Lehrbuches.

Äußerst dankbar bin ich Herrn Dr. Manfred PACKEISER für die kritische Durchsicht des Manuskripts und meiner geliebten Gattin für ihre unermessliche Geduld bei der Fertigstellung des vorliegenden Lehrbuches.

Wandlitz, im Mai 2014

Peter P. ECKSTEIN

Aus dem Vorwort zur 1. Auflage

Das vorliegende Buch ist weniger ein Statistik-Lehrbuch im üblichen Sinne als vielmehr ein *Statistik-Repetitorium*, das sowohl die Komponenten eines Statistik-Lehr- und Übungsbuches als auch die eines Statistik-Lexikons organisch miteinander zu verbinden versucht. Es beinhaltet eine kurze und verständliche Darstellung resistenter und moderner statistischer Begriffe und Analyseverfahren, die in ihrer Anwendung und Interpretation stets am praktischen Sachverhalt leicht nachvollziehbar demonstriert und erläutert werden. Damit ist das vorliegende Lehrbuch nicht nur für Studierende in wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Studiengängen ein hilfreiches Nachschlagewerk, sondern auch für alle, die in ihrer praktischen Arbeit mit der Anwendung statistischer Verfahren konfrontiert werden.

Das Lehrbuch ist in Anlehnung an die traditionell im wirtschaftswissenschaftlichen Grundstudium an Universitäten und Hochschulen vermittelte statistische Methodenlehre in die Teile *Deskriptive Statistik*, *Stochastik* und *Induktive Statistik* gegliedert. Die Begriffsbestimmung und Definition, die erläuternde Anmerkung, das Beispiel, die Tabelle, die Abbildung und die Klausuraufgabe (mit vollständiger Lösung) bilden die tragenden Säulen der inhaltlichen und paradigmensorientierten Darstellungen.

Um die Arbeit mit dem Buch zu erleichtern, wurden Begriffsbestimmungen und Definitionen markiert und die Beispiele, Tabellen und Abbildungen „verschlüsselt“. So besitzt zum Beispiel der Schlüssel *Abbildung 14.5-2* die folgende Semantik: eine Abbildung (im konkreten Fall von Struktogrammen), die im Abschnitt 14.5 „Totale Wahrscheinlichkeit“ vermerkt ist und innerhalb des Abschnittes 14.5 (im Kontext des Beispiels 14.5-1: Totale Wahrscheinlichkeit) die fortlaufende Nummer 2 besitzt. Der Bindestrich fungiert dabei als „Trennlinie“ zwischen der stets zuerst genannten Kapitel- bzw. Abschnittsnummerierung und der stets als zweite genannten, fortlaufenden Nummerierung innerhalb eines Kapitels bzw. Abschnittes. Analog sind die Schlüssel für die zahlreichen Beispiele und Tabellen zu deuten.

Der Zugang zur Statistik, der in diesem Lehrbuch angeboten wird, ist sowohl das Resultat meiner langjährigen Lehrerfahrungen auf dem Gebiet der Statistik als auch das Komprimat von Skripten zu meinen Vorlesungen, Übungen und Klausuren, die ich für Studierende in den wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin in den letzten Jahren realisiert habe.

Dieses Buch möchte ich meinen Kindern widmen, die während seiner Fertigstellung oft auf mich verzichten mussten:

Für Lydia und Martin.

Berlin, im Juli 1995

Peter P. ECKSTEIN

Inhaltsverzeichnis

I	Deskriptive Statistik	1
1	Statistik - Begriff, Anwendung, Historie	2
2	Grundbegriffe	4
	Statistische Einheit	4
	Statistische Gesamtheit	5
	Statistisches Merkmal	5
	Merkmalsausprägung und Zustandsmenge	6
	Statistische Skala	6
	Nominalskala	7
	Ordinalskala	8
	Kardinalskala	9
	Diskrete und stetige Merkmale	12
	Zusammenfassung	14
3	Statistische Erhebung	15
	Datenerhebung	15
	Urliste	16
	Geordnete Urliste	17
	Zeitreihe	18
4	Verteilungsanalyse	19
4.1	Häufigkeiten und Häufigkeitsverteilungen	19
4.1.1	Auf der Basis von Urlistendaten	19
	Häufigkeitsverteilung	20
	Summenhäufigkeit und empirische Verteilungsfunktion	21
	Häufigkeitsverteilung eines nominalen Merkmals	22
	Häufbarkeit und Analyse von Mehrfachantworten	24
	Häufigkeitsverteilung eines ordinalen Merkmals	25
	Häufigkeitsverteilung eines absolutskalierten Merkmals	27
4.1.2	Auf der Basis von klassierten Daten	29
	Klassierung	29
	Merkmalswerteklasse	30
	Klassenbreite und Klassenhäufigkeit	30
	Klassenmittel, Klassenmitte und Häufigkeitsdichte	31
	Empirische Verteilungsfunktion	32
	Histogramm und normiertes Histogramm	32
	Häufigkeitsdichtepolygon und Verteilungsfunktion	35
	Stem-and-Leaf-Plot	36

4.2	Lagemaße	39
	Modus	39
	Quantilsbegriff und spezielle Quantile	41
	Box-and-Whisker-Plot	42
	Arithmetisches Mittel	45
	Exkurs: Mittelwertmagie	49
4.3	Disparitäts- und Streuungsmaße	53
	Disparitätsmaß nach HERFINDAHL	53
	Spannweite	55
	Zentraler Quantilsabstand und Interquartilsabstand	56
	Empirische Varianz	57
	Empirische Standardabweichung	58
	Variationskoeffizient	62
4.4	Schiefe- und Wölbungsmaße	63
	Empirisches Moment	63
	Schiefemaß nach CHARLIER	64
	Quartilskoeffizient der Schiefe	64
	Wölbungsmaß nach CHARLIER	65
4.5	Lineare Transformationen	66
	Lineartransformation	66
	Zentrierung, Normierung und Standardisierung	67
5	Konzentrationsanalyse	69
5.1	Grundbegriffe	69
	Extensives und intensives Merkmal	69
	Statistische Konzentration	69
5.2	Absolute statistische Konzentration	70
	Konzentrationskoeffizient	70
	HERFINDAHL-Index	70
5.3	Relative statistische Konzentration	73
	LORENZ-Kurve	73
	GINI-Koeffizient	74
6	Zusammenhangsanalyse	79
6.1	Kontingenzanalyse	79
	Kontingenztafel	79
	Statistische Unabhängigkeit	81
	Assoziationsmaß nach YULE	81
	Kontingenzmaß nach CRAMÉR	82
	Bivariate Häufigkeitsverteilung	83
	Konditionalverteilungen und normierte Struktogramme	86

Inhaltsverzeichnis	IX
6.2 Rangkorrelationsanalyse	88
Rangzahl	88
Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN	88
6.3 Maßkorrelationsanalyse	90
Streudiagramm	90
Maßkorrelationskoeffizient	91
Positive Maßkorrelation	92
Negative Maßkorrelation	95
7 Regressionsanalyse	97
7.1 Bivariate lineare Regression	97
Kleinste-Quadrate-Regression	98
Grenz- und Elastizitätsfunktion	100
Residualanalyse	103
7.2 Bivariate nichtlineare Regression	105
Bivariate nichtlineare Funktionen mit Linearisierungen	105
Grenz- und Elastizitätsfunktionen	105
7.3 Gütemaße	110
Residualstandardfehler und Bestimmtheitsmaß	110
8 Zeitreihenanalyse	113
8.1 Zeitreihen	113
Zeitintervall- und Zeitpunktreihe	114
Sequenzdiagramm	115
8.2 Gleitende Durchschnitte	116
8.3 Trendfunktionen	119
Lineare Trendfunktion	120
Nichtlineare Trendfunktion	121
8.4 Trend-Saison-Modelle	123
Additives Trend-Saison-Modell	124
Ex-post-Prognose und JANUS-Koeffizient	127
Multiplikatives Trend-Saison-Modell	128
9 Indexanalyse	131
9.1 Verhältniszahlen	131
Beziehungszahl	132
Gliederungszahl	132
Messzahl	132
Indexzahl	133
9.2 Wachstumszahlen	137
Zuwachs, Wachstumsfaktor und Wachstumsrate	137
Geometrisches Mittel und durchschnittliche Wachstumszahlen ..	138

	Lineares und nichtlineares Wachstumsmodell	141
9.3	Wertindex	142
	Warenkorb und Kommensurabilität	142
	Wert und Wertvolumen	143
	Preis-, Mengen- und Wertmesszahl	144
	Wertindex	145
9.4	Preis- und Mengenindex nach PAASCHE	147
	Harmonisches Mittel	148
	Wägungsschema	152
9.5	Preis- und Mengenindex nach LASPEYRES	153
9.6	Preis- und Strukturindex nach DROBISCH	157
	SIMPSONsches Paradoxon	158
9.7	Indexsysteme	160
	Preisbereinigung	160
	Standardisierung von Durchschnittspreisen	162
10	Bestandsanalyse	164
10.1	Statistische Massen	164
	Bestands- und Bewegungsmasse	165
	Korrespondierende Massen und Bestandsfortschreibung	165
10.2	Bestands- und Verweildigramm	167
10.3	Kennzahlen der Bestandsentwicklung	170
	Durchschnittsbestand und durchschnittliche Verweildauer	171
	Zugangs- und Abgangsrate sowie Umschlagshäufigkeit	172
II	Stochastik	175
11	Kombinatorik	176
	Komplexionen und Permutationen	176
	Kombinationen und Variationen	177
12	Zufallsexperimente und Ereignisse	181
	Zufallsexperiment, Ergebnis und Ergebnismenge, Ereignis	181
	Ereignisoperationen und VENN-Diagramme	185
	Disjunkte Ereignisse und komplementäres Ereignis	185
	LAPLACESches Ereignisfeld und DE-MORGAN-Formeln	186
13	Wahrscheinlichkeitsbegriffe	190
13.1	Axiomatische Wahrscheinlichkeit	190
13.2	Klassische Wahrscheinlichkeit	191
13.3	Geometrische Wahrscheinlichkeit	193
13.4	Subjektive Wahrscheinlichkeit	195
13.5	Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	197

14	Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten	199
14.1	Elementare Rechenregeln	199
14.2	Additionsregel	200
14.3	Bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit	201
14.4	Multiplikationsregel	205
14.5	Totale Wahrscheinlichkeit	206
14.6	Formel von BAYES	209
	Risikoentscheidung	210
15	Zufallsgrößen	215
15.1	Diskrete Zufallsgrößen	217
	Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion	222
	Neun Rechenregeln	223
	Bivariater Zufallsvektor	224
15.2	Stetige Zufallsgrößen	228
	Dichte- und Verteilungsfunktion einer Dreieckverteilung	232
	Bivariater Zufallsvektor	234
16	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	238
16.1	Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen	238
16.1.1	Binomialverteilung	238
16.1.2	Hypergeometrische Verteilung	241
16.1.3	POISSON-Verteilung	244
16.2	Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen	248
16.2.1	Normalverteilung	248
	Drei-Sigma-Regel und zentrale Schwankungsintervalle	254
	Erlöshochrechnung	256
16.2.2	Exponentialverteilung	259
16.2.3	Chi-Quadrat-Verteilung	261
16.2.4	t-Verteilung	263
16.2.5	F-Verteilung	265
17	Grenzwertsätze und das Gesetz großer Zahlen	268
	Grenzwertsatz von DE MOIVRE-LAPLACE	268
	Zentraler Grenzwertsatz	269
	TSCHEBYSCHEV-Ungleichung	270
	Schwaches Gesetz großer Zahlen	271
	GALTON-Brett	272
III	Induktive Statistik	275
18	Stichprobentheorie	276
18.1	Grundbegriffe und Auswahlverfahren	276

Grundgesamtheit und Stichprobe	276
Reine, systematische und geschichtete Zufallsauswahl	277
18.2 Stichprobenvariablen und Stichprobenfunktionen	284
18.3 Stichprobenverteilungen	292
19 Schätztheorie	294
19.1 Punktschätzung	294
Schätzfunktionen und ihre Güteeigenschaften	294
Kleinste-Quadrate- und Maximum-Likelihood-Schätzer	296
19.2 Intervallschätzung	300
Konfidenzintervall für einen Erwartungswert	301
Konfidenzintervall für einen Anteil	306
20 Testtheorie	310
20.1 Grundbegriffe	310
20.2 Ein-Stichproben-Tests	314
20.2.1 Chi-Quadrat-Anpassungstest	314
Auf eine Gleichverteilung	316
Klassisches Testkonzept versus p-value-Konzept	321
Auf eine POISSON-Verteilung	322
Auf eine Normalverteilung	324
Auf eine theoretische Verteilung	326
20.2.2 KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstest	328
20.2.3 Einfacher t-Test	331
20.2.4 Einfacher Anteilstest	337
20.2.5 Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest	341
20.2.6 Unabhängigkeitstest für einen bivariaten Zufallsvektor	344
20.3 Zwei-Stichproben-Tests	346
20.3.1 Einfacher Varianzhomogenitätstest	346
20.3.2 Doppelter t-Test	350
20.3.3 t-Test für gepaarte Stichproben	354
20.3.4 MANN-WHITNEY-Test	357
20.3.5 Doppelter Anteilstest	361
20.4 k-Stichproben-Tests	364
Einfache Varianzanalyse	364
Anhang	371
Tafeln und Tabellen	372
Symbolverzeichnis	391
Literaturempfehlungen	394
Stichwortverzeichnis	395

Repetitorium Statistik

Deskriptive Statistik - Stochastik - Induktive Statistik

Eckstein, P.P.

2014, XII, 408 S., Softcover

ISBN: 978-3-658-05747-3