Dieter Holtmann

Deskriptiv- und inferenzstatistische Modelle der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse

6., veränderte Auflage, 2009

Shaker
Verlag

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

Copyright Shaker Verlag 2009
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8535-7
ISSN 0945-0998

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Für ein vertieftes Verständnis der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse werden im Folgenden die Deskriptivstatistik (beschreibende Statistik) und die Inferenzstatistik (schließende Statistik als Instrument zur Charakterisierung der Grundgesamtheit aufgrund einer Stichprobe) integriert dargestellt. Auf diese Weise lässt sich die Anwendungsproblematik angemessen diskutieren: Sind die tatsächlichen Beobachtungen verträglich mit den Beobachtungen, die zu erwarten wären, wenn ein bestimmtes Modell für die Grundgesamtheit zutrifft? Liegt in der Grundgesamtheit ein Zusammenhang vor oder nicht?

Im Zentrum der Darstellung steht die Analyse von Zusammenhängen von Merkmalen in Stichprobe und Grundgesamtheit in Abhängigkeit vom erzielten Messniveau. Anhand verschiedener sozialwissenschaftlicher Fragestellungen werden daher die Messniveaus und Skalierungsverfahren diskutiert, die Verteilung interessierender Merkmale in Stichprobe und Grundgesamtheit, die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Auswahlerfahren zur Konstruktion von Stichproben, Schätz- und Testverfahren sowie insbesondere die verschiedenen Konzepte für die Zusammenhangsanalyse von Merkmalen.

Die vorliegende Arbeit liegt meiner Lehrveranstaltung „Deskriptiv- und inferenzstatistische Modelle der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse“ zugrunde (vgl. http://www.uni-potsdam.de/u/soziologie/methoden/index.htm). Für die zahlreichen Anregungen von Studierenden und Mitarbeitern möchte ich mich herzlich bedanken. An der vorliegenden Fassung wirkten mit: Claudia Buchheister (Kap.1, 2), Anne Köpke (Kap. 3), Markus Seyfried (Kap. 4), Silke Hans (Kap. 5), Silke Grau (Kap. 6), Tilo Görl und Lena Jacobi (Kap. 7) und Michael Mutz (Kap. 8). Zu früheren Fassungen waren die Anmerkungen u.a. von Michael Schüler, Uwe Hasenbein und Tilo Görl sehr hilfreich. Meinen Mitarbeitern, die mit mir zusammen dieses Lehrprogramm umsetzen, sowie Annett Wadewitz und Ina Krägermann für die Gestaltung des vorliegenden Buches gilt an dieser Stelle mein besonderer Dank.

Prof. Dr. Dieter Holtmann
(Sozialwissenschaften / Methoden der empirischen Sozialforschung)

Inhaltsverzeichnis

1. **Einleitung** ... 1
1.1 Deskriptivstatistische versus inferenzstatistische Modelle der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse ... 1
1.2 Charakteristische Gesichtspunkte der statistischen Analyse ... 2
1.3 Integration der deskriptivstatistischen und inferenzstatistischen Aspekte in der vorliegenden Arbeit ... 3
Literaturverzeichnis ... 5

2. **Probleme von Messmodellen ... 6**
2.1 Messen als strukturerhaltende (homomorphe) Abbildung eines empirischen Relationengebildes in ein „numerisches" Relationengebilde ... 6
2.2 Messniveaus (nach Stevens) und Konstruktion von Skalen mit diesen Messniveaus ... 8
2.2.1 Nominalskalen ... 10
2.2.2 Ordinalskalen ... 14
2.2.2.1 Ordinal formulierte Items (Rating-Methoden, Schätzskalen) ... 15
2.2.2.2 Rangordnung und Paarvergleich ... 16
2.2.3 Intervallskalen ... 17
2.2.4 Ratioskalen (Verhältnisskalen, absolute Skalen) ... 18
2.3 Die verbreitetesten Skalierungsverfahren (Thurstone-Skala, Likert-Skala, Guttman-Skala) ... 18
2.4 Probleme der Indexbildung ... 30
2.5 Objektivität, Zuverlässigkeit (Reliability) und Gültigkeit (Validity) als Gütekriterien von Messungen ... 30
2.6 Messen als strukturerhaltende (homomorphe) Abbildung vs. sonstiges Messen ... 32
Literaturverzeichnis ... 33

3. **Eindimensionale empirische Häufigkeitsverteilungen und charakteristische Maßzahlen** ... 35
3.1 Eindimensionale empirische Häufigkeitsverteilungen ... 35
3.1.1 Diskrete und stetige Merkmale ... 36
3.1.2 Häufigkeitsverteilungen ... 36
3.1.3 Typische Verteilungsformen ... 43
3.1.4 Empirische versus theoretische Verteilungen ... 46
3.1.5 Kumulative empirische Häufigkeitsverteilungen ... 48
3.2 Charakteristische Maßzahlen einer eindimensionalen empirischen Verteilung ... 51
3.2.1 Lagemaße (insbesondere Mittelwerte) ... 51
3.2.2 Streuungsmaße ... 62
3.2.3 Maße für die Schiefe und Wölbung ... 66
3.2.4 Konzentrationsmaße für die Verteilung metrischer Merkmale ... 68
3.2.5 Streuungsmaße für nominales Messniveau ... 72
Literaturverzeichnis ... 75

4. **Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilungen 77**
4.1 Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie 77
4.1.1 Klassische, Häufigkeits- und axiomatische Definitionen der Wahrscheinlichkeit 77
4.1.2 Verknüpfungen von Ereignissen 81
4.1.3 Zufällige Variablen 85
4.1.4 Kombinatorik 86
4.2 Verteilung einer zufälligen Variablen 90
4.2.1 Diskrete und stetige Verteilungen 90
4.2.2 Empirische versus theoretische Verteilungen 93
4.2.3 Verteilungsfunktionen (Summenfunktionen) 94
4.2.4 Lagemaße, Streuungsmaße und Zusammenhangsmaße 96
4.3 Spezielle theoretische Verteilungen 98
4.3.1 Diskrete Verteilungen 98
4.3.2 Normalverteilung als zentrales Modell für stetige Merkmale 105
4.3.3 Multivariate Verteilungen 108
Literaturverzeichnis 113

5. **Grenzwertsätze und Schätzfunktionen 114**
5.1 Grenzwertsätze 114
5.1.1 Gesetz der großen Zahlen 114
5.1.2 Zentraler Grenzwertsatz 116
5.2 Schätzfunktionen 120
5.2.1 Kriterien für Schätzfunktionen 120
5.2.2 Schätzverfahren 122
5.3 Verteilungen wichtiger Schätz- und Testfunktionen 124
5.3.1 Verteilung des Stichprobenmittelwerts aus einer Normalverteilung 124
5.3.2 Die χ^2 -Verteilung 125
5.3.3 Die F-Verteilung 126
5.3.4 Die t-Verteilung 128
Literaturverzeichnis 130

6. **Auswahlverfahren zur Konstruktion von Stichproben 131**
6.1 Die einfache Zufallsauswahl 132
6.1.1 Auswahlfehler beim Ziehen mit und ohne Zurücklegen 135
6.1.2 Die Bestimmung des notwendigen Stichprobenumfanges 139
6.2 Die Zufallsauswahl aus Schichten 141
6.2.1 Die proportional geschichtete Stichprobe 142
6.2.2 Die optimal geschichtete Stichprobe 143
6.2.3 Vergleich der Auswahlfehler 144
6.2.4 Praktische Gesichtspunkte 145
6.2.5 Disproportionale Schichtung 145
6.3 Die mehrstufige Zufallsauswahl 145
6.3.1 Spezialfall: Die Klumpenstichprobe 146
6.3.2 Auswahl aus Schichten und Klumpenstichprobe als Spezialfälle der mehrstufigen Zufallsauswahl 147
6.3.3 Vergleich der Auswahl aus Schichten und der Klumpenstichprobe 148
6.3.4 ALLBUS / ISSP 2000 als Beispiel 148
6.4 Praktische Durchführung der Zufallsauswahl 149

6.5 Die systematische Auswahl 150
6.6 Das Problem der Ausfälle 150
6.7 Das Quotenverfahren 151
Literaturverzeichnis 153

7. **Intervallschätzung und Testen** 154
7.1 Intervallschätzung und Testen als zwei Aspekte einer Sache....154
7.2 Grundbegriffe des Testens 160
7.2.1 Fehler 1. und 2. Art....160
7.2.2 Einseitige und zweiseitige Hypothesen.... ..163
7.2.3 Anwendung von Signifikanztests.... ..164
7.3 Konfidenzintervalle für Mittelwerte und Varianzen....165
7.4 Vergleich zweier Varianzen (F-Test) 169
7.5 Vergleich zweier Mittelwerte 170
7.6 Chi-Quadrat-Tests....173
7.6.1 Der Chi-Quadrat-Anpassungstest 173
7.6.2 Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeits-Test....176
7.6.3 Likelihood-Ratio-Test....180
7.7 Allgemeine Testtheorie und Entscheidungstheorie 180
Literaturverzeichnis 182

8. **Zweidimensionale Verteilungen und Zusammenhangsmaße** 183
8.1. Zweidimensionale Verteilungen und die verschiedenen Arten des Zusammenhangs von zwei Variablen....183
8.2 **Metrisches Messniveau**....191
8.2.1 Einfache Regression und der Pearson-Bravais'sche Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient r....191
8.2.2 Der Rangkorrelationskoeffizient Rho als Spezialfall von r....206
8.2.3 Der Phi-Koeffizient als Spezialfall von r....209
8.3 **Ordinales Messniveau** 210
8.3.1 Assoziationsmaße (und Distanzmaße) auf der Basis von Rangzahlen: Rho und Rho b 210
8.3.2 Assoziationsmaße auf der Basis von Paaren: Gamma, Kendalls Tau, Somers'd....214
8.4 **Abhängigkeit eines metrischen Merkmals von einem nominalen Merkmal**: **Eta (Einfache Varianzanalyse)** 225
8.5 **Nominales Messniveau**....232
8.5.1 Chi-Quadrat-basierte Maße (Kontingenzmaße)....232
8.5.2 Maße der prädiktiven Assoziation: Lambda, Unsicherheitskoeffizient, Goodmans und Kruskals Tau, Qualitative Varianzanalyse 235
8.6 **Der Spezialfall der Vier-Felder-Tafel (für alle Messniveaus)**....249
8.6.1 Allgemeine Grundlagen....249
8.6.2 Prozentsatzdifferenz und Q vs. Phi....256
8.6.3 Zusammenhänge zwischen den Assoziationsmaßen für Vier-Felder-Tafeln 260
Literaturverzeichnis 262

Verzeichnis mathematischer Abkürzungen 264

Sachregister....265