

Peter Zöfel

Statistik in der Praxis

Zweite, überarbeitete Auflage

48 Abbildungen, 118 Tabellen und 22 Tafeln

Gustav Fischer Verlag · Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1. Allgemeine Grundlagen	1
1.1 Einführung	1
1.2 Mathematische Hilfsmittel	8
1.2.1 Mathematische Symbolik	8
1.2.2 Einige mathematische Funktionen	10
1.3 Grundbegriffe der Statistik: Grundgesamtheit und Zufallsstichprobe	12
1.4 Vorstellung einer fiktiven Grundgesamtheit: „Statistikland“	13
2. Deskriptive Statistik	14
2.1 Merkmale	14
2.1.1 Das Messen	14
2.1.2 Meßniveaus	18
2.1.3 Weitere Merkmalsklassifikationen	20
2.1.3.1 Stetige und diskrete Merkmale	20
2.1.3.2 Quantitative und qualitative Merkmale	21
2.1.3.3 Schematische Übersicht über die verschiedenen Merkmalsklassifikationen	21
2.2 Häufigkeiten	22
2.2.1 Erstellung von Häufigkeitstabellen	22
2.2.2 Relative und prozentuale Häufigkeiten	23
2.2.3 Graphische Darstellungen	24
2.2.4 Klassenbildung	28
2.2.5 Kumulative Häufigkeiten	32
2.2.6 Typen von Häufigkeitsverteilungen	33
2.3 Statistische Kennwerte	35
2.3.1 Lokalisationsparameter	35
2.3.1.1 Der Mittelwert	35
2.3.1.2 Der Median	43
2.3.1.3 Der Modalwert	45
2.3.1.4 Vergleich von Mittelwert, Median und Modalwert	46
2.3.2 Dispersionsparameter	46
2.3.2.1 Die Standardabweichung	46
2.3.2.2 Der Quartilabstand	54

3. Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung	57
3.1 Klassische Definition der Wahrscheinlichkeit	57
3.2 Grundlegende Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung	61
3.3 Statistische Definition der Wahrscheinlichkeit	67
3.4 Die Binomialverteilung	68
4. Grundlagen der analytischen Statistik	73
4.1 Das Prinzip des statistischen Tests	73
4.1.1 Der Schluß von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit	73
4.1.2 Vergleich von Stichproben, Hypothesen	74
4.1.3 Fehler erster und zweiter Art	78
4.2 Die Normalverteilung	79
4.3 Die Prüfverteilungen	87
4.3.1 Die Standardnormalverteilung	87
4.3.2 Die t-Verteilung nach STUDENT	88
4.3.3 Die F-Verteilung von FISHER	90
4.3.4 Die Chiquadrat-Verteilung von HELMERT und PEARSON	91
4.4 Prüfgröße und Irrtumswahrscheinlichkeit	92
4.5 Computer-Unterprogramme zur näherungsweise Berechnung der Irrtumswahrscheinlichkeit	93
4.5.1 Standardnormalverteilte Prüfgrößen	93
4.5.2 t-verteilte Prüfgrößen	94
4.5.3 F-verteilte Prüfgrößen	95
4.5.4 Chiquadrat-verteilte Prüfgrößen	95
4.6 Einseitige und zweiseitige Fragestellung	96
5. Konfidenzintervalle	100
5.1 Konfidenzintervall für den Mittelwert	100
5.2 Konfidenzintervall für die Standardabweichung	102
5.3 Konfidenzintervall für eine prozentuale Häufigkeit	103
6. Vergleich von Stichproben	106
6.1 Prüfverfahren über Mittelwertsunterschiede	109
6.1.1 Der t-Test nach STUDENT	109
6.1.2 Der t-Test für abhängige Stichproben	113
6.1.3 Einfache Varianzanalyse	116
6.1.4 Doppelte Varianzanalyse	125
6.1.5 Zusatzverfahren zur Varianzanalyse	134
6.1.5.1 Der BARTLETT-Test	134

6.1.5.2	Der DUNCAN-Test	136
6.1.5.3	Der TUKEY-Test	141
6.2	Parameterfreie Prüfverfahren	144
6.2.1	Der U-Test von MANN und WHITNEY	144
6.2.2	Der WILCOXON-Test für Paardifferenzen	151
6.2.3	Der H-Test nach KRUSKAL und WALLIS	155
6.2.4	Der FRIEDMAN-Test	161
7.	Mehrfache Varianzanalyse	165
7.1	Einführung der Symbolik	166
7.2	Test auf Gesamtsignifikanz	168
7.3	Test auf signifikante Unterschiede bei den einzelnen Faktoren	172
7.4	Test auf signifikante Wechselwirkungen	176
7.5	Der SCHEFFE-Test zum Vergleich von Stufenmittel- werten	178
7.6	Der DUNCAN-Test zum Vergleich von Zellenmittel- werten	179
8.	Beurteilung von Häufigkeitsverteilungen	181
8.1	Die Chiquadrat-Einfachanordnung	181
8.2	Der Chiquadrat-Mehrfeldertest	184
8.3	Der Chiquadrat-Vierfeldertest	194
8.4	Der exakte Test nach FISHER und YATES	197
8.5	Der Chiquadrat-Test von McNEMAR	200
9.	Überprüfung auf Normalverteilung	203
9.1	Chiquadrat-Test	204
9.2	KOLMOGOROFF-SMIRNOW-Test	205
9.3	Nullklassentest	207
10.	Korrelations- und Regressionsrechnung	209
10.1	Korrelationsrechnung	213
10.1.1	Die Maßkorrelation nach PEARSON und BRAVAIS	213
10.1.2	Der Rangkorrelationskoeffizient nach SPEARMAN	218
10.1.3	Der Rangkorrelationskoeffizient nach KENDALL	224
10.1.4	Die punktbiseriale Korrelation	229
10.1.5	Die Vierfelderkorrelation	231
10.1.6	Die partielle Korrelation	234
10.2	Regressionsrechnung	236
10.2.1	Lineare Regression	236
10.2.2	Nichtlineare Regression	242

11. Diagnostische Tests	245
11.1 Grundlegende Begriffe	245
11.2 Quantitative Tests	251
11.3 Kombination mehrerer Tests	255
12. Vorbereitungen zur Auswertung von Datensammlungen mit einem Computer	258
12.1 Dateien	259
12.2 Schematischer Aufbau einer Datensammlung	260
12.3 Aufstellung eines Codeplans	261
12.3.1 Fallnummer und Zeilennummer	261
12.3.2 Festlegung der Spaltenpositionen für die zu erfassenden Daten	263
12.3.3 Verschlüsselung von Nominaldaten	266
12.3.3.1 Allgemeine Regeln	266
12.3.3.2 Hierarchische Klassifizierung	267
12.3.3.3 Offene Auswertungsfragen	268
12.3.4 Auswertungsfragen mit Mehrfachantworten	270
12.4 Das Eingeben der Daten	272
12.5 Überprüfung der eingegebenen Daten	274
12.6 Gestaltung eines Fragebogens	276
12.7 Zusammenfassung	278
13. Computerprogramme zur statistischen Auswertung von Datensammlungen	279
13.1 Das Programmsystem SPSS	283
13.2 Das Programmsystem BMDP	286
13.3 Das Programmsystem SAS	289
13.4 Das Programmsystem SAUST	291
14. Zufallszahlen	294
14.1 Erzeugung von Zufallszahlen	294
14.1.1 Gleichverteilte Zufallszahlen	295
14.1.2 Normalverteilte Zufallszahlen	298
14.2 Anwendungen von Zufallszahlen	299
14.2.1 Zufällige Auswahl von Stichproben	300
14.2.2 Monte-Carlo-Methoden	301
14.2.2.1 Wahrscheinlichkeiten bei einem bestimmten Würfelspiel („Kniffel“)	301
14.2.2.2 Durchlauf durch ein Labyrinth	303
14.2.2.3 Konfidenzintervalle	307
14.2.3 Simulationen	311

Aufgaben	318
Lösungen	341
Tafeln	382
Tafel 1: Merkmalsausprägungen in Statistikland	382
Tafel 2: Binomialkoeffizienten	386
Tafel 3: Flächen unter der Standardnormalverteilungskurve	389
Tafel 4: t-Tabelle	393
Tafel 5: F-Tabelle	395
Tafel 6: Chiquadrat-Tabelle	401
Tafel 7: Konfidenzintervalle für prozentuale Häufigkeiten	403
Tafel 8: Signifikante studentisierte Variationsbreiten	405
Tafel 9: U-Tabelle	409
Tafel 10: T-Tabelle für den WILCOXON-Test	412
Tafel 11: H-Tabelle für den H-Test nach KRUSKAL und WALLIS	413
Tafel 12: Kritische Werte für den FRIEDMAN-Test	413
Tafel 13: z-Transformationstabelle für Maßkorrelations- koeffizienten	414
Tafel 14: Prädiktive Werte für den positiven und negativen Test	416
Tafel 15: Zufallszahlen	418
Literaturverzeichnis	419
Register	423