

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Symbolverzeichnis	XI

I Grundlagen

Kapitel 1: Werkzeuge der Modellbildung: Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Zufallsvariablen	5
1.3 Wahrscheinlichkeitsverteilungen	8
1.3.1 Grundeigenschaften	8
1.3.2 Verteilungsfunktionen	11
1.3.3 Diskrete Verteilungen	13
1.3.4 Verteilungen mit Dichten	17
1.3.5 Mehrdimensionale Verteilungen	21
1.4 Bedingte Wahrscheinlichkeit und Unabhängigkeit	24
1.5 Maßzahlen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung	30
1.5.1 Erwartungswert und Quantile	30
1.5.2 Varianz und Standardabweichung	36
1.5.3 Rechenregeln für Erwartungswerte und Varianzen	38
1.5.4 Korrelationskoeffizient	41
1.6 Gesetz der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz	43
Kapitel 2: Präzisierung der Fragestellung	47

II Modellbildung und Versuchsplanung

Kapitel 3: Modellbildung	53
3.1 Spezielle Verteilungsmodelle	54
3.1.1 Diskrete Gleichverteilung	54
3.1.2 Hypergeometrische- und Binomial-Verteilung	55
3.1.3 Poissonverteilung	62
3.1.4 Multinomialverteilung	65
3.1.5 Normalverteilung	68
3.1.6 Log-Normalverteilung	72
3.1.7 Weibull-Verteilung	75
3.2 Modelle für die Wirkung alternativer Ursachen	78
3.3 Modelle für die Wirkung mehrerer Ursachen	84
3.4 Modelle für die Wirkung kontinuierlich gemessener Ursachen	88
3.5 Modelle für den Zusammenhang zweier Merkmale	90

Kapitel 4: Versuchsplanung	93
4.1 Planung der Vorgaben und Beobachtungen	93
4.1.1 Vorgaben	94
4.1.2 Beobachtungen	96
4.2 Berücksichtigung von Störeinflüssen	97
4.2.1 Meßbare Störungen	98
4.2.2 Bekannte, aber nicht meßbare Störungen	99
4.2.3 Unbekannte Störungen	100
4.3 Vermeidung von systematischen Fehlern durch Randomisierung	101
4.3.1 Begründung der Randomisierung	101
4.3.2 Zufallsgeneratoren	103
4.3.3 Weitere Methodik zur Randomisierung	106
4.4 Erhöhung der Präzision durch geschickte Versuchsanlage	110
4.4.1 Homogenisierung der Versuchsbedingungen (Standardisierung) . . .	110
4.4.2 Blockbildung	111
4.4.3 Schichtung	113
4.4.4 Paarvergleiche	114
4.4.5 Bezug auf Standardsysteme	115
4.5 Die notwendige Anzahl der Versuchseinheiten bei normalverteilten Da- ten	116
4.5.1 Präzisionsforderung und Fehlerrisiken	116
4.5.2 Überprüfung von Grenzwerten	118
4.5.3 Überprüfung von Normen	123
4.5.4 Vergleich von Mittelwerten	125
4.6 Planung des Datenflusses	129
4.6.1 Datenerhebung	130
4.6.2 Planung der Fehlerkontrollen	131
4.6.3 Weitere Datenverarbeitung	132
4.6.4 Checkliste	135

III Versuchsauswertung

Kapitel 5: Beschreibung des rohen Versuchsergebnisses: Datenvorverarbei- tung	136
5.1 Fehlerkontrollen	136
5.1.1 Logische Fehlerkontrollen	137
5.1.2 Algebraische Fehlerkontrollen	137
5.1.3 Stochastische Fehlerkontrollen	138
5.2 Graphische Darstellung und Kreuztabellierung	140
5.3 Einfache Maßzahlen	145
5.3.1 Lokationsmaße: Mittelwert und Median	147
5.3.2 Dispersionsmaße: Standardabweichung und Spannweite	148
5.4 Zusammenhangsmaße	150
5.4.1 Linearer Zusammenhang bei stetigen Merkmalen	151
5.4.2 Zusammenhang bei geordneten Merkmalsausprägungen	155
5.4.3 Zusammenhang bei kategoriellen Variablen	158

5.5	Beschreibung von funktionellen Zusammenhängen	160
5.5.1	Prinzip der kleinsten Quadrate	161
5.5.2	Lineare Funktion	162
5.5.3	Polynomfunktionen	163
5.5.4	Exponentielle und logarithmische Funktionen	167
5.5.5	Periodische Funktionen	170
5.5.6	Linearisierende Transformationen	172
5.5.7	Gewicht von Meßpunkten	174
Kapitel 6:	Präzisierung des Modells: Schätzen von Modellparametern	177
6.1	Einleitung	177
6.2	Schätzgrößen und ihre Eigenschaften	180
6.3	Schätzen der Parameter einer Normalverteilung	183
6.3.1	Punktschätzungen	183
6.3.2	Intervallschätzungen	185
6.4	Schätzungen für Erwartungswert und Varianz	189
6.5	Schätzen einer Wahrscheinlichkeit	190
6.6	Maximum-Likelihood-Schätzungen	194
6.7	Schätzungen in linearen Modellen	200
Kapitel 7:	Schlußfolgerungen aus dem Versuch: Testen von Hypothesen	203
7.1	Einführung	203
7.2	Tests für einzelne Wahrscheinlichkeiten	205
7.2.1	Erläuterung eines Tests	205
7.2.2	Test einer Wahrscheinlichkeit	212
7.2.3	Vergleich zweier Wahrscheinlichkeiten	219
7.2.4	Stichprobenumfang, Fehlerrisiken und Präzisionsforschung	223
7.2.5	Vorzeichenstest bei verbundenen Stichproben	228
7.2.6	Zusammenfassung: Durchführung eines Tests	230
7.3	Tests bei normalverteilten Zufallsvariablen	231
7.3.1	Tests für den Erwartungswert	232
7.3.2	Vergleich von zwei Erwartungswerten (t-Test)	239
7.3.3	Test für die Varianz	244
7.3.4	Vergleich zweier Varianzen (F-Test)	246
7.3.5	Einfache Varianzanalyse: Vergleich mehrerer Erwartungswerte	248
7.4	Allgemeine Tests	256
7.4.1	Graphische Beurteilung auf Normalverteilung	257
7.4.2	Anpassungstests: Chiquadrat- und Likelihoodquotienten-Test	261
7.4.3	Vergleich zweier Verteilungen (Wilcoxon-Mann-Whitney-Test)	269
7.4.4	Rangtest für Paarvergleiche (Wilcoxon-Test)	275
7.5	Korrelations- und Regressionsanalyse	280
7.5.1	Tests auf Unabhängigkeit und vorgegebene Korrelation	280
7.5.2	Test auf lineare Regression	286
7.5.3	Regressions-Varianzanalyse	290
7.6	Kontingenztafeln	295
7.6.1	Die 2×2 -Feldertafel	295
7.6.2	Mehrfeldertafeln	303

IV Anhang

A1	Beispieltabellen	309
A2	Datenanalyse mit programmierbaren (Taschen)Rechnern	311
A2.1	Allgemeines	311
A2.2	Mittelwert, Varianz und Standardabweichung für Beobachtungen eines Merkmals	314
A2.3	Mittelwerte, Varianzen und Korrelation für Beobachtungen zweier Merkmale: Vorbereitung für Korrelations- und Regressionsanalyse	316
A2.4	Einfache Varianzanalyse	318
A2.5	Regressions-Varianzanalyse	320
A2.6	Anpassungstest	322
A2.7	Kontingenztafeln	324
A3	Statistische Verteilung und ihre Berechnung auf programmierbaren (Taschen)Rechnern	326
A3.1	Die Normalverteilung	327
A3.2	Quantile und inverse Verteilungsfunktion der Normalverteilung	329
A3.3	Die (zentrale) Chi-Quadrat-Verteilung	331
A3.4	Die nichtzentrale Chi-Quadrat-Verteilung	333
A3.5	Die (zentrale) t-Verteilung	336
A3.6	Die nichtzentrale t-Verteilung	339
A3.7	Die (zentrale) F-Verteilung	341
A3.8	Die nichtzentrale F-Verteilung	345
A3.9	Die Binomialverteilung	346
A3.10	Die Poissonverteilung	349
A3.11	Approximation der t-, χ^2 -, F-, Binomial- und Poissonverteilung durch die Normalverteilung	351
A3.12	Fakultäten, Binomialkoeffizienten und Gammafunktion	353
A3.13	Erzeugung von (Pseudo)-Zufallszahlen	356
A4	Statistische Tabellen	358
A4.1	Normal (0,1)-Verteilungsfunktion $\Phi(x)$	358
A4.2	α -Quantile der t_{n-1} - und N (0,1)-Verteilung	359
A4.3	α -Quantile der χ_n^2 -Verteilung	360
A4.4	α -Quantile der F-Verteilung	361

V	Literaturverzeichnis	364
---	----------------------	-----

VI	Stichwortverzeichnis	370
----	----------------------	-----