

Inhaltsverzeichnis

I Deskriptive Statistik

1	Einleitung	3
1.1	Bedeutung der Statistik für die Medizin	4
1.2	Geschichte der medizinischen Statistik	5
1.2.1	Historische Entwicklung der Statistik	5
1.2.2	Methodik in der medizinischen Wissenschaft	7
1.2.3	Anwendungen der Statistik in der Medizin	9
1.3	Status der medizinischen Statistik	11
1.4	Phasen einer medizinischen Studie	12
1.5	Anwendungen in Studium und Beruf	14
2	Grundlagen	17
2.1	Grundgesamtheit und Stichprobe	18
2.2	Aufgaben der deskriptiven Statistik	19
2.3	Merkmale	19
2.3.1	Grundbegriffe	19
2.3.2	Ziel- und Einflussgrößen	21
2.3.3	Klassifikation nach Skalenniveau	23
2.3.4	Diskrete und stetige Merkmale	25
2.3.5	Skalentransformationen	25
2.3.6	Merkmalsausprägungen	26
2.4	Besondere Problematiken	27
2.5	Tabellen	29
3	Häufigkeiten	37
3.1	Einfache Häufigkeiten	38
3.1.1	Absolute und relative Häufigkeiten	38
3.1.2	Grafische Darstellungen bei diskreten Merkmalen	39
3.1.3	Prinzip der Klassenbildung	42
3.1.4	Grafische Darstellungen bei klassierten Daten	43
3.2	Summenhäufigkeiten	45
3.3	Verknüpfen von Häufigkeiten	47
3.3.1	Verhältniszahlen	47
3.3.2	Kontingenztafel	48
3.3.3	Beschreibung einer Assoziation	49
3.3.4	Ausblick auf die induktive Statistik	51

4	Beschreibung eines Merkmals	53
4.1	Methoden der univariablen Statistik	54
4.2	Lagemaße	55
4.2.1	Arithmetisches Mittel	55
4.2.2	Median	56
4.2.3	Quartile und Quantile	58
4.2.4	Modus	59
4.2.5	Geometrisches Mittel	60
4.2.6	Harmonisches Mittel	60
4.3	Streuungsmaße	61
4.3.1	Varianz und Standardabweichung	61
4.3.2	Variationskoeffizient	62
4.3.3	Spannweite	64
4.3.4	Weitere Streuungsmaße	64
4.4	Formmaße	65
4.4.1	Schiefe	65
4.4.2	Wölbung	67
4.5	Vergleich mehrerer Stichproben	68
4.5.1	Beispiele für Gruppenvergleiche	68
4.5.2	Grafische Darstellungen	68
4.5.3	Anforderungen an die Stichproben	70
4.5.4	Ausblick auf die induktive Statistik	71
5	Beschreibung eines Zusammenhangs	73
5.1	Methoden der bivariablen Statistik	74
5.2	Korrelationsanalyse	75
5.2.1	Punktwolke	75
5.2.2	Voraussetzungen der Korrelationsanalyse	76
5.2.3	Kovarianz	77
5.2.4	Korrelationskoeffizient nach Pearson	78
5.2.5	Interpretation eines Korrelationskoeffizienten	79
5.3	Regressionsanalyse	81
5.3.1	Herleitung der Regressionsgeraden	81
5.3.2	Bestimmtheitsmaß	83
5.3.3	Nichtlineare Regression	85
5.4	Weitere Techniken	85
5.4.1	Korrelationskoeffizient nach Spearman	85
5.4.2	Zusammenhangsmaße für qualitative Merkmale	87
5.4.3	Ausblick auf die induktive Statistik	88

II Wahrscheinlichkeitsrechnung

6	Grundlagen	93
6.1	Aufgaben der Wahrscheinlichkeitsrechnung	94
6.2	Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	95
6.2.1	Zufallsexperimente	95
6.2.2	Ermitteln einer Wahrscheinlichkeit	96
6.2.3	Verknüpfung zweier Ereignisse	98
6.2.4	Rechenregeln	99
6.2.5	Bedingte Wahrscheinlichkeiten	101
6.2.6	Bayes-Theorem	102
6.3	Zufallsvariable	104
6.3.1	Bedeutung einer Zufallsvariablen	104
6.3.2	Diskrete Zufallsvariablen	104
6.3.3	Stetige Zufallsvariablen	105
6.3.4	Lageparameter	107
6.3.5	Streuungsparameter	108
6.3.6	Zentrale Momente	109
6.4	Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung	110
6.4.1	Tschebyscheff-Ungleichung	110
6.4.2	Gesetz der großen Zahlen	111
7	Verteilungen	115
7.1	Diskrete Verteilungen	116
7.1.1	Bernoulli-Experiment	116
7.1.2	Binomialverteilung	117
7.1.3	Poisson-Verteilung	121
7.1.4	Geometrische Verteilung	124
7.1.5	Hypergeometrische Verteilung	125
7.2	Normalverteilung	126
7.2.1	Allgemeine Eigenschaften	126
7.2.2	Standardnormalverteilung	129
7.2.3	σ -Bereiche und Referenzbereiche	130
7.2.4	Normalisierende Transformationen	131
7.2.5	Zentraler Grenzwertsatz	133
7.2.6	Bedeutung der Normalverteilung	135
7.3	Verteilung von Überlebenszeiten	136
7.3.1	Wichtige Begriffe	136
7.3.2	Exponentialverteilung	137
7.3.3	Weibull-Verteilung	138
7.4	Prüfverteilungen	139

7.4.1	<i>t</i> -Verteilung	140
7.4.2	Chi ² -Verteilung	141
7.4.3	<i>F</i> -Verteilung	143

III Induktive Statistik

8	Schätzverfahren	147
8.1	Grundlagen	148
8.2	Punktschätzungen	148
8.2.1	Begriff der Punktschätzung	148
8.2.2	Kriterien zur Güte einer Schätzung	149
8.2.3	Spezielle Schätzfunktionen	150
8.3	Intervallschätzungen	151
8.3.1	Bedeutung eines Konfidenzintervalls	151
8.3.2	Konfidenzintervalle für einen Erwartungswert	152
8.3.3	Konfidenzintervall für eine Wahrscheinlichkeit	154
8.3.4	Konfidenzintervalle für Zusammenhangsmaße	155
8.4	Abschließende Bemerkungen	156
8.4.1	Bedeutung des Stichprobenumfangs	156
8.4.2	Zu den Voraussetzungen	158
9	Prinzip eines statistischen Tests	161
9.1	Durchführung eines Tests	162
9.1.1	Funktion eines statistischen Tests	162
9.1.2	Formulieren der Hypothesen	163
9.1.3	Fehlerarten	165
9.1.4	Stichprobenumfang	168
9.2	Testentscheidung und Konsequenzen	168
9.2.1	Basis der Testentscheidung	168
9.2.2	<i>p</i> -Wert und Konfidenzintervall	169
9.2.3	Interpretation eines signifikanten Ergebnisses	171
9.2.4	Interpretation eines nichtsignifikanten Ergebnisses	172
9.2.5	Manipulation des Testergebnisses	173
9.2.6	Multiples Testen	174
9.3	Klassifikation der Testmethoden	174
10	Lagetests	179
10.1	<i>t</i> -Tests	180
10.1.1	<i>t</i> -Test für eine Stichprobe	180
10.1.2	<i>t</i> -Test für zwei verbundene Stichproben	181

10.1.3	<i>t</i> -Test für zwei unverbundene Stichproben	182
10.1.4	Welch-Test	184
10.1.5	Voraussetzungen der <i>t</i> -Lagetests	185
10.1.6	Weitere Anwendungen des <i>t</i> -Tests	187
10.2	Rangsummentests	187
10.2.1	Wilcoxon-Test für eine Stichprobe	187
10.2.2	Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben	189
10.2.3	<i>U</i> -Test von Mann und Whitney	190
10.2.4	Vergleich zwischen Rangsummentests und <i>t</i> -Tests	191
10.3	Vorzeichentests	192
10.3.1	Vorzeichentest für eine Stichprobe	192
10.3.2	Vorzeichentest für zwei verbundene Stichproben	193
10.3.3	Vergleich mit anderen Lagetests	194
10.4	Ausblick auf komplexere Methoden	195
10.4.1	Mehrstichprobentests	195
10.4.2	Multiple Methoden	196
11	Tests zum Vergleich von Häufigkeiten	199
11.1	Chi²-Tests	200
11.1.1	Chi ² -Vierfeldertest	200
11.1.2	Chi ² -Test für <i>k</i> · <i>l</i> Felder	204
11.1.3	Assoziationsmaße für qualitative Merkmale	205
11.1.4	Chi ² -Test für eine Stichprobe	206
11.1.5	McNemar-Test	207
11.1.6	Chi ² -Anpassungstest	209
11.1.7	Logrank-Test	211
11.2	Andere Testverfahren	211
11.2.1	Binomialtest für eine Stichprobe	211
11.2.2	Fishers exakter Test	213
11.2.3	Trend-Test nach Cochran-Armitage	214
11.2.4	Ausblick auf die logistische Regression	215

IV Epidemiologie

12	Epidemiologische Studien	219
12.1	Aufgaben und Ziele der Epidemiologie	220
12.2	Inhalt epidemiologischer Studien	221
12.3	Studiendesigns	222
12.3.1	Deskriptiv – analytisch	222
12.3.2	Transversal – longitudinal	223

12.3.3	Retrospektiv – prospektiv	223
12.3.4	Beobachtend – experimentell	225
12.3.5	Monozentrisch – multizentrisch	225
12.4	Epidemiologische Maßzahlen	226
12.4.1	Maßzahlen für Krankheitshäufigkeiten	226
12.4.2	Weitere Maßzahlen der Demografie	229
12.4.3	Sterbetafeln	230
12.5	Fehlerquellen	232
12.5.1	Zufällige Fehler	232
12.5.2	Systematische Fehler	234
12.5.3	Confounding	235
12.6	Studienplanung	237
12.6.1	Bedeutung der Planung	237
12.6.2	Komponenten der Planung	238
13	Risikostudien	241
13.1	Einleitung	242
13.1.1	Bedeutung von Risikostudien	242
13.1.2	Wichtige Begriffe	243
13.2	Deskriptive Studien	245
13.2.1	Fallberichte	245
13.2.2	Fallserien	245
13.2.3	Prävalenzstudien	246
13.2.4	Populationsstudien	246
13.3	Fall-Kontroll-Studien	247
13.3.1	Grundlagen	247
13.3.2	Auswahl der Fälle und der Kontrollen	247
13.3.3	Matchen	248
13.3.4	Bias	249
13.3.5	Odds Ratio	250
13.3.6	Anwendungen und Grenzen	251
13.4	Kohortenstudien	252
13.4.1	Grundlagen	252
13.4.2	Effektmaße	253
13.4.3	Inzidenzmaße	255
13.4.4	Bias	255
13.4.5	Spezielle Kohortenstudien	256
13.5	Nachweis einer Kausalität	256
14	Studien zu Diagnostik und Prävention	259
14.1	Diagnosestudien	260

14.1.1	Validität eines diagnostischen Tests	260
14.1.2	Vorhersagewerte	262
14.1.3	ROC-Analyse	264
14.1.4	Reliabilität eines diagnostischen Tests	266
14.1.5	Anwendung eines diagnostischen Tests in der Praxis	267
14.2	Präventionsstudien	269
14.2.1	Formen der Prävention	269
14.2.2	Nutzen einer Impfmaßnahme	270
14.2.3	Nutzen eines Screenings	271
14.2.4	Bias	272
15	Studien zu Therapie und Prognose	275
15.1	Therapiestudien	276
15.1.1	Einleitende Bemerkungen	276
15.1.2	Phasen einer Arzneimittelstudie	277
15.1.3	Randomisierung	278
15.1.4	Verblindung	280
15.1.5	Vergleichsgruppen	281
15.1.6	Studienprotokoll	282
15.1.7	Statistische Analysemethoden	283
15.1.8	Analysemethoden bei Protokollverletzungen	283
15.1.9	Studien zur Nichtunterlegenheit	285
15.1.10	Alternative Designs	285
15.2	Prognosestudien	287
15.2.1	Einleitende Bemerkungen	287
15.2.2	Beschreibung einer Prognose	287
15.2.3	Kaplan-Meier-Methode	288
15.2.4	Evaluierung prognostischer Faktoren	290
15.3	Evidenzbasierte Medizin	290
15.3.1	Grundlagen	290
15.3.2	Evidenzbasierte Fallberichte	291
15.3.3	Cochrane Collaboration	293
15.3.4	Die Zukunft der evidenzbasierten Medizin	293
	Serviceteil	
	Tabellen	296
	Mathematische Abhandlungen	308
	Glossar Englisch-Deutsch	322
	Weiterführende Literatur	326
	Nützliche Internetadressen	327
	Sach- und Personenregister	328