

# Inhaltsverzeichnis

Die mit \* gekennzeichneten Abschnitte beinhalten Themen, die über die Anforderungen des Gegenstandskatalogs hinausgehen.

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Die Bedeutung der Statistik für die Medizin .....	1
1.2	Die medizinische Statistik als Teilgebiet der Stochastik... 3	
1.3*	Zur Geschichte der medizinischen Statistik .....	4
1.3.1*	Die historische Entwicklung der Statistik .....	4
1.3.2*	Die Methodik in der medizinischen Wissenschaft.....	5
1.3.3*	Anwendungen der Statistik in der Medizin.....	7
1.4	Die Phasen einer medizinischen Studie .....	10
1.5	Anwendungen der Statistik in Beruf und Studium .....	12
<b>Teil I: Deskriptive Statistik.....</b>		<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen.....</b>	<b>16</b>
2.1	Grundgesamtheit und Stichprobe.....	16
2.2	Die Aufgaben der deskriptiven Statistik.....	17
2.3	Merkmale.....	18
2.3.1	Grundbegriffe.....	18
2.3.2	Ziel- und Einflußgrößen .....	19
2.3.3	Klassifikation nach Skalenniveaus.....	21
2.3.4	Diskrete und stetige Merkmale .....	22
2.3.5	Skalentransformationen.....	24
2.3.6	Merkmalsausprägungen .....	25
2.4	Listen und Tabellen.....	26
<b>3</b>	<b>Univariate Datenbeschreibung.....</b>	<b>30</b>
3.1	Die Methoden der univariaten Datenbeschreibung.....	30
3.2	Häufigkeiten bei diskreten Merkmalen .....	30
3.2.1	Absolute und relative Häufigkeiten .....	30

3.2.2	Die Häufigkeitsfunktion .....	32
3.2.3	Graphische Darstellungen .....	32
3.2.4	Kumulative Häufigkeiten.....	35
3.2.5	Die empirische Verteilungsfunktion .....	36
3.3	Häufigkeiten bei stetigen Merkmalen .....	37
3.3.1	Das Prinzip der Klassenbildung.....	37
3.3.2	Die empirische Dichte .....	40
3.3.3	Graphische Darstellungen .....	40
3.3.4	Die empirische Verteilungsfunktion .....	41
3.4	Lagemaße.....	43
3.4.1	Das arithmetische Mittel .....	43
3.4.2*	Das geometrische Mittel .....	46
3.4.3*	Das harmonische Mittel .....	46
3.4.4	Der Median .....	47
3.4.5	Der Modus und die modale Klasse.....	49
3.4.6*	Quartile und Quantile.....	50
3.5	Streuungsmaße.....	52
3.5.1	Die Varianz.....	52
3.5.2	Die Standardabweichung.....	54
3.5.3*	Der Variationskoeffizient .....	55
3.5.4*	Weitere Streuungsmaße.....	56
3.6*	Formmaße.....	58
3.6.1*	Die Schiefe.....	58
3.6.3*	Die Wölbung.....	60
3.7	Bemerkungen zu den Stichproben .....	62
3.7.1	Vergleich mehrerer Stichproben.....	62
3.7.2	Anforderungen an die Stichproben .....	64
<b>4</b>	<b>Bivariate Datenbeschreibung.....</b>	<b>66</b>
4.1	Die Aufgaben der bivariaten Datenbeschreibung .....	66
4.2	Die Darstellung eines Zusammenhangs .....	67
4.2.1	Zweidimensionale Häufigkeiten.....	67
4.2.2*	Die Kontingenztafel .....	68
4.2.3	Diagramme .....	70
4.2.4	Die Punktwolke.....	71
4.3	Die Korrelationsanalyse .....	73
4.3.1	Die Voraussetzungen der Korrelationsanalyse .....	73

4.3.2	Die Kovarianz .....	74
4.3.3	Der Korrelationskoeffizient nach Pearson.....	76
4.3.4	Interpretation eines Korrelationskoeffizienten .....	78
4.4	Die Regressionsanalyse .....	82
4.4.1	Herleitung der Regressionsgeraden.....	82
4.4.2*	Regression 1. Art und Regression 2. Art.....	86
4.4.3*	Das Bestimmtheitsmaß.....	87
4.4.4*	Nichtlineare Regression.....	90
4.5*	Weitere Techniken zum Nachweis eines Zusammenhangs.....	91
4.5.1*	Der Korrelationskoeffizient nach Spearman .....	91
4.5.2*	Der Assoziationskoeffizient nach Yule .....	94
4.5.3*	Statistische Tests .....	95

## **Teil II: Wahrscheinlichkeitsrechnung..... 97**

### **5 Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung ..... 98**

5.1	Die Aufgaben der Wahrscheinlichkeitsrechnung .....	98
5.2	Das Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten .....	99
5.2.1	Zufallsexperimente und deren Beschreibung.....	99
5.2.2	Das Ermitteln einer Wahrscheinlichkeit .....	101
5.2.3	Die Verknüpfung zweier Ereignisse .....	103
5.2.4	Die Axiome von Kolmogoroff und deren Folgerungen.	104
5.2.5	Abhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit.....	107
5.2.6	Das Bayes-Theorem .....	108
5.3	Zufallsvariable .....	110
5.3.1	Die Bedeutung einer Zufallsvariablen .....	110
5.3.2	Funktionen einer diskreten Zufallsvariablen .....	111
5.3.3	Funktionen einer stetigen Zufallsvariablen .....	112
5.3.4	Lageparamter .....	115
5.3.5	Streuungsparameter.....	117
5.3.6*	Die zentralen Momente .....	119
5.4*	Sätze aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung .....	120
5.4.1*	Die Tschebyscheff'sche Ungleichung .....	120
5.4.2*	Das Gesetz der großen Zahlen .....	122

<b>6.</b>	<b>Spezielle Wahrscheinlichkeiten in der Medizin.....</b>	<b>125</b>
6.1	Epidemiologische Maßzahlen.....	125
6.1.1	Krankheitshäufigkeiten und Bevölkerungsstatistiken...	125
6.1.2*	Krankheitsrisiken.....	127
6.1.3*	Sterbetafeln.....	129
6.2	Diagnostische Tests.....	132
6.2.1	Die Gütekriterien diagnostischer Tests.....	132
6.2.2	Die Vorhersagewerte.....	133
6.2.3*	Nicht-binäre Testergebnisse.....	136
6.3	Verteilungsfunktionen in der Medizin.....	139
<b>7.</b>	<b>Einige theoretische Verteilungen.....</b>	<b>141</b>
7.1	Diskrete Verteilungen.....	141
7.1.1	Das Bernoulli-Experiment.....	141
7.1.2	Die Binomialverteilung.....	142
7.1.3*	Die Polynomialverteilung.....	148
7.1.4*	Die Poisson-Verteilung.....	149
7.1.5*	Die negative Binomialverteilung.....	152
7.1.6*	Die hypergeometrische Verteilung.....	153
7.1.7*	Die diskrete Gleichverteilung.....	156
7.2	Die Normalverteilung.....	156
7.2.1	Allgemeine Eigenschaften.....	156
7.2.2	Die Standardnormalverteilung.....	158
7.2.3	$\sigma$ -Bereiche und Referenzbereiche.....	161
7.2.4*	Normalisierende Transformationen.....	162
7.2.5*	Der zentrale Grenzwertsatz.....	165
7.2.6	Die Bedeutung der Normalverteilung.....	167
7.3*	Verteilungen zur Beschreibung von Lebensdauern.....	168
7.3.1*	Einige wichtige Begriffe.....	168
7.3.2*	Die Exponentialverteilung.....	170
7.3.3*	Die Weibull-Verteilung.....	173
7.4*	Prüfverteilungen.....	175
7.4.1*	Die $t$ -Verteilung.....	175
7.4.2*	Die $\text{Chi}^2$ -Verteilung.....	177
7.4.3*	Die $F$ -Verteilung.....	178

**Teil III: Induktive Statistik..... 181**

<b>8</b>	<b>Schätzverfahren.....</b>	<b>182</b>
8.1	Grundlagen .....	182
8.2	Punktschätzungen .....	183
8.2.1	Der Begriff der Punktschätzung.....	183
8.2.2*	Kriterien zur Güte einer Schätzung .....	183
8.2.3	Spezielle Schätzfunktionen.....	184
8.2.4*	Das Schätzen von Überlebenszeiten.....	187
8.3	Intervallschätzungen .....	191
8.3.1	Die Bedeutung eines Konfidenzintervalls .....	191
8.3.2	Konfidenzintervalle für den Erwartungswert .....	192
8.3.3	Konfidenzintervall für die Wahrscheinlichkeit .....	196
8.3.4*	Konfidenzintervall für die Varianz .....	197
8.3.5*	Die Bedeutung des Stichprobenumfangs.....	198
8.4*	Abschließende Bemerkungen .....	199
<b>9</b>	<b>Statistische Tests .....</b>	<b>201</b>
9.1	Grundlagen .....	201
9.1.1	Die Funktion eines statistischen Tests .....	201
9.1.2	Das Formulieren der Hypothesen.....	203
9.1.3	Fehlerarten.....	204
9.1.4	Die Testentscheidung .....	207
9.1.5	Klassifikation der Testmethoden .....	208
9.2	<i>t</i> -Tests .....	209
9.2.1	Der <i>t</i> -Test für eine Stichprobe.....	210
9.2.2	Der <i>t</i> -Test für zwei verbundene Stichproben .....	213
9.2.3	Der <i>t</i> -Test für zwei unverbundene Stichproben .....	214
9.2.4*	Der Welch-Test.....	217
9.2.5*	Stichprobenumfang bei den <i>t</i> -Lagetests.....	218
9.2.6*	Der <i>t</i> -Test zur Prüfung eines Korrelationskoeffizienten	221
9.3	Rangsummentests.....	223
9.3.1	Der Wilcoxon-Test für eine Stichprobe.....	223
9.3.2	Der Wilcoxon-Test für zwei verbundene Stichproben ..	225
9.3.3	Der <i>U</i> -Test von Mann, Whitney und Wilcoxon.....	227
9.3.4	Vergleich zwischen Rangsummentests und <i>t</i> -Lagetests	228

9.4	Binomialtests .....	231
9.4.1	Der Binomialtest für eine Stichprobe.....	231
9.4.2	Der Vorzeichentest.....	233
9.5	Chi <sup>2</sup> -Tests .....	235
9.5.1	Der Chi <sup>2</sup> -Vierfeldertest.....	235
9.5.2*	Der Median-Test.....	240
9.5.3*	Der Kontingenzkoeffizient .....	241
9.5.4*	Der Chi <sup>2</sup> -Test für $k \cdot \ell$ Felder.....	242
9.5.5*	Alternative: Fisher's exakter Test.....	243
9.5.6*	Der McNemar-Test .....	245
9.5.7*	Chi <sup>2</sup> -Anpassungstests.....	247
9.5.8*	Der Logrank-Test.....	249
9.6*	Ausblick auf multivariate Verfahren.....	250
9.7	Abschließende Bemerkungen .....	251
9.7.1	Die Testdurchführung .....	251
9.7.2	Der Stichprobenumfang.....	253
9.7.3	Die inhaltliche Interpretation eines Testergebnisses.....	254
9.7.4*	Multiples Testen.....	256

**Teil IV: Versuchsplanung .....** **259**

**10 Grundlagen der Versuchsplanung .....** **260**

10.1	Die Bedeutung der Versuchsplanung.....	260
10.2	Bestandteile der Versuchsplanung.....	260
10.3	Vergleich zweier oder mehrerer Gruppen .....	263
10.3.1	Strukturgleichheit.....	263
10.3.2	Beobachtungsgleichheit.....	264
10.4	Meßfehler.....	265
10.4.1	Systematische Fehler .....	265
10.4.2	Zufällige Fehler.....	266

**11 Studientypen .....** **268**

11.1	Kategorisierung der Studientypen.....	268
11.1.1	Deskriptive versus analysierende Studien .....	268
11.1.2	Retrospektive versus prospektive Studien.....	269
11.1.3	Transversale versus longitudinale Studien .....	270
11.1.4	Beobachtende versus experimentelle Studien .....	270

11.2	Spezielle Studien .....	272
11.2.1	Kohortenstudien .....	272
11.2.2	Fall-Kontroll-Studien .....	274
11.2.3	Kontrollierte klinische Studien .....	275
11.2.4*	Diagnosestudien .....	279
11.3	Vergleich der Studientypen .....	279
<b>Anhang .....</b>		<b>281</b>
Tabellen .....		282
Glossar .....		289
Weiterführende Literatur .....		290
Sach- und Personenregister .....		291