

# Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Univariate Statistik</b>	<b>3</b>
1.1	Begriffsdefinitionen . . . . .	3
1.1.1	Beobachtungseinheit, Merkmal . . . . .	3
1.1.2	Merkmalstypen . . . . .	3
1.1.3	Skalenniveaus . . . . .	4
1.1.4	Häufigkeiten . . . . .	4
1.2	Grafische Darstellung . . . . .	5
1.2.1	Kreisdiagramm und Stabdiagramm . . . . .	5
1.2.2	Histogramm . . . . .	7
1.2.3	Empirische Verteilungsfunktion . . . . .	10
1.3	Ausgewählte Kenngrößen . . . . .	11
1.3.1	Ausgewählte Lagemaße . . . . .	12
1.3.1.1	Mittelwerte . . . . .	12
1.3.1.2	Quantile, Median . . . . .	12
1.3.1.3	Modalwert . . . . .	13
1.3.1.4	Anmerkungen zu Lagemaßen . . . . .	13
1.3.2	Streuungsmaße . . . . .	14
1.3.2.1	Spannweite . . . . .	14
1.3.2.2	Standardabweichung, Varianz . . . . .	14
1.3.2.3	Quartilsabstand . . . . .	15
1.3.2.4	Variationskoeffizient . . . . .	15
1.3.2.5	Anmerkungen zu Streuungsmaßen . . . . .	16
1.3.3	Box-Whisker-Plots . . . . .	16
1.4	Übungen . . . . .	18
1.4.1	Testaufgaben . . . . .	18
1.4.2	Fragestellungen . . . . .	22
<b>2</b>	<b>Bivariate Statistik</b>	<b>27</b>
2.1	Wertepaare, Punktwolke . . . . .	27
2.2	Regression von $y$ auf $x$ . . . . .	27

2.3	Zusammenhangsmaße . . . . .	31
2.3.1	Korrelationskoeffizient . . . . .	31
2.3.2	Rang-Korrelationskoeffizient . . . . .	33
2.3.3	Interpretation der Ergebnisse der Regressions- bzw. Korrelationsrechnung . . . . .	35
2.4	Anmerkungen . . . . .	36
2.4.1	Beschreibung der internen Konsistenz . . . . .	36
2.4.2	Nachweis der Gleichheit zweier Messmethoden . . . . .	38
2.4.3	Regression zur Mitte . . . . .	39
2.5	Kontingenztafeln . . . . .	40
2.6	Multivariate Analysen . . . . .	40
2.7	Übungen . . . . .	42
2.7.1	Testaufgaben . . . . .	42
2.7.2	Fragestellungen . . . . .	44
<b>3</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsrechnung</b>	<b>47</b>
3.1	Wahrscheinlichkeit und relative Häufigkeit . . . . .	47
3.1.1	Additionssatz . . . . .	50
3.1.2	Multiplikationssatz . . . . .	50
3.1.3	Laplace-Experimente . . . . .	52
3.1.4	Wahrscheinlichkeitsbaum . . . . .	52
3.2	Binomialverteilung . . . . .	54
3.3	Stetige Zufallsvariable und Dichtefunktion . . . . .	57
3.3.1	Kenngößen der Verteilung einer Zufallsvariablen . . . . .	58
3.3.2	Standardisierung einer Zufallsvariablen . . . . .	59
3.4	Zentraler Grenzwertsatz und Normalverteilung . . . . .	60
3.4.1	Tabelle der Normalverteilung . . . . .	65
3.4.2	Logarithmische Normalverteilung . . . . .	67
3.5	Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung . . . . .	68
3.6	Übungen . . . . .	71
3.6.1	Testaufgaben . . . . .	71
3.6.2	Fragestellungen . . . . .	75
<b>4</b>	<b>Bedingte Wahrscheinlichkeiten und diagnostische Tests</b>	<b>79</b>
4.1	Die bedingte Wahrscheinlichkeit . . . . .	79
4.2	Diagnostische Tests . . . . .	81
4.2.1	Prävalenz . . . . .	82
4.2.2	Sensitivität . . . . .	83
4.2.3	Spezifität . . . . .	83
4.2.4	Positiver Vorhersagewert . . . . .	84
4.2.5	Negativer Vorhersagewert . . . . .	84
4.2.6	Bewertung eines diagnostischen Tests . . . . .	86

4.2.7	Likelihood Ratios . . . . .	87
4.2.8	Mehrfache Tests . . . . .	89
4.2.9	Receiver-Operating Characteristic . . . . .	90
4.3	Übungen . . . . .	96
4.3.1	Testaufgabe . . . . .	96
4.3.2	Fragestellungen . . . . .	97
<b>5</b>	<b>Punktschätzer, Konfidenzintervalle</b>	<b>103</b>
5.1	Einleitung . . . . .	103
5.2	Punktschätzung . . . . .	104
5.3	Intervallschätzung . . . . .	105
5.4	Definition eines Konfidenzintervalls . . . . .	106
5.5	Beispiele und Konstruktion von Konfidenzintervallen . . . . .	107
5.5.1	$(1 - \alpha)$ -Konfidenzintervall für den Erwartungswert normalverteilter Daten mit bekannter Varianz . . . . .	107
5.5.2	$(1 - \alpha)$ -Konfidenzintervall für den Erwartungswert normalverteilter Daten mit unbekannter Varianz . . . . .	110
5.5.3	$(1 - \alpha)$ -Konfidenzintervall für die Erfolgswahrscheinlichkeit $p$ einer Binomialverteilung . . . . .	110
5.5.4	Asymptotisches $(1 - \alpha)$ -Konfidenzintervall für einen Parameter . . . . .	112
5.6	Übungen . . . . .	113
5.6.1	Testaufgaben . . . . .	113
5.6.2	Fragestellungen . . . . .	115
<b>6</b>	<b>Testen von Hypothesen I</b>	<b>117</b>
6.1	Einleitung . . . . .	117
6.2	Binomialtest . . . . .	118
6.3	Signifikanzniveau . . . . .	119
6.4	Fehler 1. und 2. Art . . . . .	122
6.5	Übungen . . . . .	131
6.5.1	Testaufgaben . . . . .	131
6.5.2	Fragestellungen . . . . .	135
<b>7</b>	<b>Testen von Hypothesen II</b>	<b>139</b>
7.1	Durchführung eines Experimentes . . . . .	139
7.2	Einteilung von Tests . . . . .	140
7.3	Mögliche Fehlerquellen bei der Anwendung statistischer Tests . . . . .	141
7.4	Problematik des multiplen Testens . . . . .	142
7.5	Vierfeldertest . . . . .	144
7.6	Therapiebewertung . . . . .	148
7.6.1	Maßzahlen der Therapiebewertung . . . . .	148

7.6.2	Bewertung des Unterschiedes zweier Therapien an Hand von Konfidenzintervallen . . . . .	151
7.6.3	Bewertung der Gleichwertigkeit zweier Therapien . . .	153
7.7	Übungen . . . . .	157
7.7.1	Fragestellungen . . . . .	157
<b>8</b>	<b>Testen von Hypothesen III</b>	<b>159</b>
8.1	Vergleich abhängiger Stichproben . . . . .	159
8.2	Vergleich unabhängiger Stichproben . . . . .	165
8.3	Der Satz von Bayes als Basis für statistisches Schließen . . . . .	172
8.4	Übungen . . . . .	177
8.4.1	Testaufgaben . . . . .	177
8.4.2	Fragestellungen . . . . .	178
<b>9</b>	<b>Analyse von Überlebenszeiten</b>	<b>181</b>
9.1	Theoretische Überlebenskurve . . . . .	181
9.2	Parametrische Modelle . . . . .	183
9.3	Nichtparametrische Modelle . . . . .	184
9.4	Produkt-Limit-Schätzer . . . . .	184
9.5	Mediane Überlebenszeit . . . . .	186
9.6	Methode der Sterbetafelanalyse . . . . .	189
9.7	Vergleich von Überlebenskurven - Logrank-Test . . . . .	193
9.8	Übungen . . . . .	200
9.8.1	Testaufgaben . . . . .	200
9.8.2	Fragestellungen . . . . .	201
<b>10</b>	<b>Studienplanung</b>	<b>203</b>
10.1	Einleitung . . . . .	203
10.2	Erhebungen . . . . .	203
10.3	Experimente - Klinische Studien . . . . .	204
10.3.1	Zielsetzung . . . . .	204
10.3.2	Auswahl der Zielpopulation . . . . .	205
10.3.3	Versuchsansatz . . . . .	206
10.3.4	Randomisierung und Verblindung . . . . .	209
10.3.5	Ziel- und Begleitvariable . . . . .	216
10.3.6	Auswertungsstrategie . . . . .	217
10.3.7	Effektmaß . . . . .	219
10.3.8	Wahl des Stichprobenumfangs . . . . .	220
10.3.9	Ausfälle von Beobachtungseinheiten . . . . .	223
10.3.10	Unerwünschte Effekte . . . . .	224
10.4	Verschiedene Aspekte der Studienplanung und -durchführung	224
10.4.1	Informations- und Wissensbeschaffung . . . . .	224
10.4.2	Organisation und Dokumentation . . . . .	228

10.4.3	Ethische und regulative Voraussetzungen . . . . .	229
10.5	Übungen . . . . .	230
10.5.1	Fragestellungen . . . . .	230
<b>11</b>	<b>Epidemiologie</b>	<b>231</b>
11.1	Allgemeine Vorbemerkungen . . . . .	231
11.1.1	Anteil, Verhältnis, Rate . . . . .	231
11.2	Begriffsdefinition . . . . .	232
11.3	Prävalenz und Inzidenz einer Krankheit . . . . .	233
11.4	Krankheitsentwicklung . . . . .	234
11.5	Statistische Tests und Assoziationsmaße bei Vierfeldertafeln . . . . .	235
11.6	Einige wichtige epidemiologische Studienansätze . . . . .	238
11.6.1	Kohortenstudie (Follow-up-Studie, Inzidenz-Studie, prospektive Studie, Längsschnittstudie) . . . . .	238
11.6.2	Fall-Kontroll-Studie (retrospektive Studie) . . . . .	245
11.6.3	Querschnitterhebung (Prävalenzstudie, survey) . . . . .	249
11.6.4	Fall-Kohorten-Studie . . . . .	251
11.6.5	Confounding (Vermengen) . . . . .	251
11.6.6	Wechselwirkung (Interaktion, Effektmodifikation) . . . . .	253
11.7	Übungen . . . . .	256
11.7.1	Testaufgaben . . . . .	256
11.7.2	Fragestellungen . . . . .	258
<b>12</b>	<b>Demographie</b>	<b>261</b>
12.1	Einleitung . . . . .	261
12.1.1	Verteilung der Todesfälle . . . . .	261
12.1.2	Totale Todesrate . . . . .	262
12.1.3	Altersspezifische Todesrate . . . . .	264
12.2	Direkte Adjustierung . . . . .	266
12.3	Indirekte Adjustierung . . . . .	270
12.4	Vergleich der beiden Adjustierungsverfahren . . . . .	273
<b>13</b>	<b>Dokumentation und Informationsverarbeitung</b>	<b>275</b>
13.1	Einleitung . . . . .	275
13.2	Codeplan . . . . .	275
13.3	Quelle der Daten . . . . .	278
13.4	Datenerfassung . . . . .	278
13.4.1	Erhebungsbögen . . . . .	279
13.4.2	Datenbanken . . . . .	281
13.4.3	Datenspeicherung . . . . .	284
13.4.4	Plausibilitätskontrolle . . . . .	284
13.5	Datenanalyse . . . . .	286
13.5.1	EDV-gestützte statistische Analysen . . . . .	286

---

13.6	Ergebnispräsentation und Publikation . . . . .	289
13.7	Codierungssysteme . . . . .	290
13.7.1	TNM-System . . . . .	291
13.7.2	ICD-Schlüssel . . . . .	292
13.7.3	SNOMED . . . . .	292
13.7.4	Andere Schlüsselssysteme für klinische Studien . . . . .	293
<b>Anhang A: Formelsammlung</b>		<b>294</b>
	<b>Algebraische Ausdrücke</b> . . . . .	<b>295</b>
	<b>Lineare Interpolation</b> . . . . .	<b>296</b>
	<b>Grafische Veranschaulichung einiger Funktionen</b> . . . . .	<b>297</b>
<b>Anhang B: Rechenblätter</b>		<b>302</b>
<b>Anhang C: Lösungen zu MC-Fragen</b>		<b>308</b>
<b>Literatur</b>		<b>311</b>
	<b>Primärliteratur</b> . . . . .	<b>311</b>
	<b>Begleitende Literatur</b> . . . . .	<b>315</b>
	<b>Weiterführende Literatur</b> . . . . .	<b>316</b>
	<b>Internetadressen</b> . . . . .	<b>317</b>
<b>Symbole</b>		<b>318</b>
<b>Index</b>		<b>323</b>