

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	11
<b>Danksagung</b> . . . . .	17
<b>1 Statistik und Forschungsmethoden in der gesundheitswissenschaftlichen Forschung</b> . . . . .	19
1.1 Angewandte wissenschaftliche empirische Forschung . . . . .	20
1.1.1 Alltagstheorien und -überzeugungen . . . . .	21
1.1.2 Wesentliche Merkmale von Alltagstheorien und -überzeugungen . . . . .	22
1.1.3 Kriterien verlässlichen Wissens in den empirischen Wissenschaften . . . . .	24
1.2 Empirische Forschung und Statistik . . . . .	32
1.2.1 Inhaltliche Ebene und statistische Ebene . . . . .	34
1.2.2 Der empirische Forschungsprozess . . . . .	38
1.2.3 Phasen des Forschungsprozesses . . . . .	40
1.2.4 Grundlegende Merkmale der Anwendung statistischer Verfahren in den Gesundheitswissenschaften . . . . .	44
1.3 Zusammenfassung . . . . .	49
1.4 Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	50
<b>2 Erfassung von Merkmalen: Messen und Skalen</b> . . . . .	53
2.1 Klärung des Begriffs „Messen“ . . . . .	53
2.2 Skalenniveau von Messergebnissen . . . . .	56
2.2.1 Nominalskalenniveau . . . . .	58
2.2.2 Ordinalskalenniveau . . . . .	61
2.2.3 Intervallskalenniveau . . . . .	63
2.2.4 Verhältnisskalenniveau . . . . .	67
2.2.5 Absolutskalenniveau . . . . .	68
2.2.6 Die Rangordnung der Skalentypen . . . . .	68
2.3 Zusammenfassung . . . . .	68
2.4 Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	70
<b>3 Darstellung der Verteilung eines Merkmals: Tabellen und Grafiken</b> . . . . .	75
3.1 Empirische Merkmalsverteilungen . . . . .	75
3.2 Häufigkeitsverteilungen kategorialer Merkmale . . . . .	78

3.2.1	Absolute und relative Häufigkeiten . . . . .	78
3.2.2	Tabellarische Darstellung nominalskaliertter Merkmale . . . . .	78
3.2.3	Grafische Darstellung nominalskaliertter Merkmale . . . . .	81
3.2.4	Tabellarische und grafische Darstellung mindestens ordinalskaliertter Merkmale mit wenigen diskreten Merkmalsstufen . . . . .	82
3.2.5	Verteilung stetig verteilter bzw. fein gestufter mindestens intervallskaliertter Merkmale . . . . .	83
3.3	Zusammenfassung . . . . .	87
3.4	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	87
<b>4</b>	<b>Kennzahlen der Verteilung eines Merkmals: Zentrale Tendenz, Variabilität und Schiefe . . . . .</b>	<b>91</b>
4.1	Maße der zentralen Tendenz: Modus, Median, arithmetisches Mittel . . . . .	92
4.2	Maße der Schwankungsbreite oder Variabilität eines Merkmals: Spannweite, Varianz, Standardabweichung . . . . .	93
4.3	Die Schiefe einer Verteilung . . . . .	96
4.3.1	Ausreißerwerte . . . . .	99
4.4	Standardisierung der Verteilung eines Merkmals . . . . .	102
4.5	Zusammenfassung . . . . .	107
4.6	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	108
<b>5</b>	<b>Modellierung von Zufallsschwankungen: Wahrscheinlichkeiten, statistische Verteilungen und Wahrscheinlichkeitsbereiche . . . . .</b>	<b>111</b>
5.1	Wahrscheinlichkeiten . . . . .	112
5.2	Verteilung einer Zufallsvariable bei einmaliger Beobachtung: Bernoulli-Verteilung, Gleichverteilung . . . . .	115
5.3	Verteilung der Häufigkeit eines Merkmals bei mehrmaliger Beobachtung: Binomialverteilung . . . . .	116
5.4	Bestimmung der Wahrscheinlichkeitswerte einer Binomialverteilung . . . . .	119
5.5	Verteilung eines Merkmals, dessen Ausprägung durch viele unabhängige Zufallsprozesse zustande kommt: Die Gauß'sche Normalverteilung . . . . .	122
5.6	Bestimmung der Wahrscheinlichkeitswerte einer Normalverteilung . . . . .	123
5.7	Zusammenfassung . . . . .	125
5.8	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	126
<b>6</b>	<b>Unsicherheit geschätzter Merkmalsausprägungen: Konfidenzintervalle für Mittelwerte . . . . .</b>	<b>129</b>
6.1	Untersuchung von Stichproben als Basis der Schätzung von Populationseigenschaften . . . . .	129
6.1.1	Repräsentative Stichprobenauswahl . . . . .	130
6.1.2	Bestimmung deskriptiver Statistiken in einer Stichprobe . . . . .	131

6.2	Schätzung des Standardfehlers der Kennwerteverteilung der Mittelwerte . . .	132
6.3	Form der Kennwerteverteilung der Mittelwerte . . . . .	134
6.4	Bestimmung des Konfidenzintervalls für den Stichprobenmittelwert . . . . .	135
6.5	Bestimmung des Konfidenzintervalls für den Erwartungswert in der Population . . . . .	137
6.6	Zusammenfassung . . . . .	142
6.7	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	143
<b>7</b>	<b>Prüfung des Merkmalsunterschieds zwischen zwei Gruppen:</b>	
	<b>Prinzip des Signifikanztests . . . . .</b>	<b>145</b>
7.1	Grundprinzip der Analyse von Gruppenunterschieden . . . . .	145
7.2	Der t-Test für unabhängige Stichproben . . . . .	147
	7.2.1 Formulierung der Hypothesen . . . . .	147
	7.2.2 Festlegung des Signifikanzniveaus . . . . .	148
	7.2.3 Voraussetzungen für die Anwendung des t-Tests . . . . .	148
	7.2.4 Bestimmung der statistischen Prüfverteilung unter der Annahme, dass die Nullhypothese gilt . . . . .	149
	7.2.5 Berechnung des t-Werts . . . . .	151
	7.2.6 Ergebnisse bei Analyse mittels der Statistiksoftware SPSS . . . . .	152
7.3	Vergleich zweier Gruppen bei ordinalskalierten Daten: Der Wilcoxon-Rangsummen-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test . . . . .	155
7.4	Ausblick: t-Test für abhängige Stichproben, Wilcoxon-Rangsummen-Test, Varianzanalyse . . . . .	158
7.5	Allgemeines Ablaufschema für Signifikanztests . . . . .	160
7.6	Zusammenfassung . . . . .	160
7.7	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	161
<b>8</b>	<b>Anwendung und Interpretation des Signifikanztests und das Effektstärkemaß Cohens d . . . . .</b>	<b>165</b>
8.1	Zwei Arten möglicher Fehlentscheidungen: Der $\alpha$ - (alpha-) und der $\beta$ - (beta-) Fehler . . . . .	165
8.2	Cohens d als Maß der Effektstärke und der Einfluss der Stichprobengröße . . .	169
8.3	Zusammenfassung . . . . .	172
8.4	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	172
<b>9</b>	<b>Der Zusammenhang zweier Merkmale: Die Korrelationsanalyse . . . . .</b>	<b>175</b>
9.1	Korrelationskoeffizienten: Maßzahlen der Stärke und Richtung von Merkmalszusammenhängen . . . . .	175
9.2	Deterministische und stochastische lineare Zusammenhänge . . . . .	177

9.3	Der lineare Zusammenhang intervallskalierter Merkmale: Die Kovarianz und Pearsons Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient $r$ . . . . .	179
9.3.1	Die Kovarianz zweier intervallskalierter Merkmale . . . . .	179
9.3.2	Die standardisierte Kovarianz: Pearsons Produkt-Moment-Korrelation . . . . .	184
9.4	Prüfung der Signifikanz von Korrelationen . . . . .	187
9.4.1	Signifikanz und Effektstärke . . . . .	190
9.4.2	Voraussetzungen des Signifikanztests . . . . .	192
9.5	Maße des Zusammenhangs zweier ordinalskalierter Merkmale: Die Rangkorrelationskoeffizienten Spearmans $\rho$ (rho) und Kendalls $\tau$ (tau) . . . . .	193
9.6	Berechnung der Produkt-Moment-Korrelation $r$ , Spearmans $\rho$ und Kendalls $\tau$ mittels SPSS . . . . .	197
9.7	Überblick über wichtige Korrelationskoeffizienten . . . . .	199
9.8	Zusammenfassung . . . . .	199
9.9	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	201
<b>10</b>	<b>Fallstricke bei der Interpretation von Merkmalszusammenhängen: Korrelation und Kausalität . . . . .</b>	<b>205</b>
10.1	Die Frage nach Ursache und Wirkung: Merkmalszusammenhänge vs. Kausalität bzw. kausale Wirkmodelle . . . . .	205
10.2	Das Simpson-Paradox: Konfundierungen als Ursache sich widersprechender Studienbefunde . . . . .	213
10.3	Bedeutung des Unterschieds zwischen Korrelation und Kausalität für die Evidenzbasierung in den Gesundheitswissenschaften . . . . .	218
10.4	Zusammenfassung . . . . .	222
10.5	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	223
<b>11</b>	<b>Schätzung der Ausprägung eines Merkmals aufgrund der Ausprägung anderer Merkmale: Regressionsanalyse . . . . .</b>	<b>227</b>
11.1	Einfache lineare Regressionsanalyse . . . . .	227
11.1.1	Bestimmung der linearen Regressionsgleichung . . . . .	228
11.1.2	Varianzaufklärung, Determinationskoeffizient, Standardschätzfehler . . . . .	232
11.1.3	Lineare Regressionsanalyse mit SPSS . . . . .	236
11.2	Multiple lineare Regression: Schätzung der Ausprägung einer Kriteriumsvariablen auf Basis mehrerer Prädiktoren . . . . .	238
11.3	Zusammenfassung . . . . .	242
11.4	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	243
<b>12</b>	<b>Analyse des Zusammenhangs zweier kategorialer Merkmale mittels des <math>\chi^2</math>-Werts und daraus abgeleiteter Maßzahlen . . . . .</b>	<b>247</b>
12.1	Darstellung von Häufigkeitsverteilungen in Kontingenztabellen . . . . .	248

12.2	Analyse des Zusammenhangs zweier dichotomer Merkmale . . . . .	249
12.2.1	Grundbegriffe aus der Mengenlehre . . . . .	249
12.2.2	Beobachtete und erwartete Häufigkeiten . . . . .	252
12.2.3	Prüfung der Signifikanz des Zusammenhangs zweier Merkmale: Der $\chi^2$ -Test (Chi-Quadrat-Test) . . . . .	252
12.2.4	Der $\phi$ -Koeffizient als Korrelationskoeffizient für zwei dichotome Variablen . . . . .	256
12.2.5	Einfluss der Grundrate auf das Ergebnis des Signifikanztests und die Zusammenhangsstärke . . . . .	258
12.3	Analyse des Zusammenhangs polytomer kategorialer Merkmale . . . . .	259
12.4	Berechnung der Maßzahlen mittels SPSS . . . . .	261
12.5	Zusammenfassung . . . . .	263
12.6	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	264
<b>13</b>	<b>Analyse des Zusammenhangs von Risiko- und Schutzmerkmalen sowie Testergebnissen mit dem Gesundheitsstatus: Epidemiologische Maßzahlen . .</b>	<b>267</b>
13.1	Maßzahlen epidemiologischer und klinischer Studien . . . . .	268
13.1.1	Prävalenz, Inzidenz, Morbidität und Mortalität . . . . .	269
13.1.2	Risiko und Odds (Ereignisquote) . . . . .	271
13.1.3	Relatives Risiko (RR), Absolute Risikoveränderung (ARV) und Number-Needed-to-Treat (NNT) . . . . .	274
13.1.4	Odds Ratio (OR), logarithmiertes Odds Ratio und Yules Y . . . . .	277
13.1.5	Die Berechnung und Prüfung der Signifikanz von OR und $\ln(\text{OR})$ mittels SPSS . . . . .	281
13.1.6	Vertiefender Ausblick: Integration von Zusammenhangsstärken in Metaanalysen . . . . .	283
13.2	Logistische Regression . . . . .	284
13.2.1	Einfache logistische Regression aufgrund einer dichotomen Prädiktorvariable . . . . .	285
13.2.2	Einfache logistische Regression aufgrund einer intervallskalierten Prädiktorvariable . . . . .	287
13.2.2	Multiple logistische Regression aufgrund mehrerer Prädiktorvariablen	292
13.3	Analyse des Vorhersagewerts von Testergebnissen . . . . .	294
13.3.1	Sensitivität, Spezifität, Positiv und Negativ Prädiktiver Wert . . . . .	294
13.3.2	Das Bayes-Problem: Hohe Fehlerrate von positiven Testergebnissen bei seltenen Erkrankungen . . . . .	298
13.4	Zusammenfassung . . . . .	303
13.5	Blitzlichter aus der Forschungspraxis . . . . .	305

<b>14</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	309
	Literatur	317
	Glossar	317
	Abkürzungsverzeichnis	335
	Autorenverzeichnis	339
	Sachwortverzeichnis	341
	Hinweise zu Zusatzmaterialien	347