

---

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Verteilungen</b>	<b>9</b>
2.1	Datenaufbereitung und empirische Häufigkeitsverteilung . . . . .	9
2.2	Absolute, relative und prozentuale Häufigkeiten . . . . .	11
2.3	Präsentation von empirischen Verteilungen . . . . .	14
2.4	Gliederung einer Verteilung . . . . .	17
2.5	Klassierung von Daten . . . . .	22
2.6	Verteilungsverläufe . . . . .	26
2.7	Normalverteilungen . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Das Skalenniveau von Merkmalen</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Kennzeichnung des Zentrums</b>	<b>37</b>
4.1	Zentrale Tendenz bei intervallskalierten Merkmalen . . . . .	37
4.2	Zentrale Tendenz bei ordinalskalierten Merkmalen . . . . .	44
4.3	Zentrale Tendenz bei nominalskalierten Merkmalen . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Kennzeichnung der Variabilität</b>	<b>49</b>
5.1	Variabilität intervallskalierter Merkmale . . . . .	50
5.2	Variabilität ordinalskalierter Merkmale . . . . .	55
5.3	Schiefe und Wölbung . . . . .	56
5.4	Zusammenfassung . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Einsatz des Datenanalyzesystems SPSS</b>	<b>59</b>
6.1	Datenerfassung und Analyseanforderung . . . . .	59
6.2	Anzeige von Analyseergebnissen . . . . .	62
6.3	Auswahl, Klassierung und Sicherung . . . . .	68

<b>7</b>	<b>Vergleich von Merkmalsausprägungen</b>	<b>73</b>
7.1	Prozentränge und Profil-Diagramme	73
7.2	Diez-Transformadon	77
7.3	Inverse z-Transformation und Flächengleichheit	82
7.4	Prüfung auf Normal Verteilung	85
7.5	Bildung von Gesamt-Indikatoren	88
<b>8</b>	<b>Statistische Beziehungen</b>	<b>91</b>
8.1	Statistische Abhängigkeit und statistische Unabhängigkeit	91
8.2	Kontingenz-Tabellen	94
8.3	Partial-Tabellen	99
8.4	Boxplots	102
8.5	Stärke und Richtung von statistischen Zusammenhängen	104
<b>9</b>	<b>Die Stärke des statistischen Zusammenhangs bei nominalskalierten Merkmalen</b>	<b>105</b>
9.1	Der Chi-Quadrat-Koeffizient	105
9.2	Der Phi-Koeffizient für 2x2-Tabellen	108
9.3	Der Koeffizient "CramèVs V" für rxc-Tabellen	111
9.4	Der Kontingenz-Koeffizient "C"	111
9.5	PRE-Maße	112
9.6	Das PRE-Maß "Lambda"	114
9.7	Das PRE-Maß "Tau"	117
<b>10</b>	<b>Die Stärke des statistischen Zusammenhangs bei ordinalskalierten Merkmalen</b>	<b>119</b>
10.1	Konkordante und diskordante Paare	119
10.2	Die Statistik "Gamma"	124
10.3	Die Statistik "Sorners'd"	129
10.4	Die Kendall'schen Statistiken	131
<b>11</b>	<b>Die Stärke des statistischen Zusammenhangs bei intervallskalierten Merkmalen</b>	<b>133</b>
11.1	Streudiagramme und gemeinsame Variation	133
11.2	Die Regressionsgerade	138
11.3	Das PRE-Maß "Determinationskoeffizient"	143
11.4	Der Produktmoment-Korrelationskoeffizient "r"	147
11.5	Trennschärfe und Regression zum Mittel	150

<b>12 Weitere Statistiken zur Beschreibung von statistischen Beziehungen</b>	<b>153</b>
12.1 Der Rangkorrelationskoeffizient von Spearman	153
12.2 Statistiken zur Beschreibung der Ähnlichkeit von Merkmalsträgern	156
12.2.1 Der Konkordanzkoeffizient von Kendali	156
12.2.2 Der Kappa-Koeffizient von Cohen	160
12.3 Der Korrelationskoeffizient "Eta" und der punkt-biseriale Korrelationskoeffizient	162
12.3.1 Nichtlineare Abhängigkeiten	162
12.3.2 Die Statistik "Eta-Quadrat"	163
12.3.3 PRE-Modell-Erklärung von "Eta-Quadrat"	165
12.3.4 Der punkt-biseriale Korrelationskoeffizient	167
12.4 Mittelwertunterschiede und Korrelation	168
<b>13 Kontrolle von statistischen Beziehungen</b>	<b>179</b>
13.1 Scheinkorrelationen und multivariate Zusammenhänge	179
13.2 Die partielle Korrelation	184
<b>14 Multivariate Datenanalyse</b>	<b>189</b>
14.1 Lineare Einfachregression und lineare Mehrfachregression	189
14.1.1 Modell der "Linearen Einfachregression"	189
14.1.2 Modell der "Linearen Mehrfachregression"	190
14.1.3 Vektoren und Matrizen	192
14.1.4 Bestimmung der Regressionskoeffizienten	199
14.1.5 Probleme bei der Berechnung von Regressionskoeffizienten	204
14.2 Faktorenanalyse	207
14.2.1 Das Hauptachsen-Modell und das Hauptkomponenten-Modell	207
14.2.2 Matrix-Darstellung und Fundamentaltheorem	211
14.2.3 Bestimmung der Komponenten-Matrix durch die Hauptachsen-Methode	214
14.2.4 Die Extraktion von Faktoren	219
14.2.5 Rotation zur Einfachstruktur	222
14.2.6 Schiefwinklige Rotation	226
<b>15 Zufallsstichproben</b>	<b>229</b>

<b>16 Prüfung der statistischen Beziehung und der Anpassung (<math>\chi^2</math>-Test)</b>	<b>241</b>
16.1 Nullhypothesen und Alternativhypothesen	241
16.2 Prüfung der statistischen Beziehung mit einem $\chi^2$ -Test	243
16.3 Die Testverteilung " $\chi^2(4f)$ "	253
16.4 Durchführung des $\chi^2$ -Tests zur Prüfung der statistischen Beziehung	258
16.5 Fehlerarten bei der Test-Entscheidung	262
16.6 Die Prüfung von Verteilungseigenschaften mit einem $\chi^2$ -Test ( $\chi^2$ -Anpassungstest)	269
16.7 Signifikanz-Tests und Kreuzvalidierung	274
<b>17 Prüfung von Zentren (z-Test, t-Test)</b>	<b>277</b>
17.1 Nullhypothesen über Parameter	277
17.1.1 Parameter der Grundgesamtheit	277
17.1.2 Beispiele für Nullhypothesen	278
17.1.3 Parametrische und nichtparametrische Signifikanz-Tests	280
17.2 Der einseitige z-Test zur Prüfung einer Mitte	281
17.2.1 Die Normalverteilung als Testverteilung	281
17.2.2 Null- und Alternativhypothese	282
17.2.3 Durchführung des z-Tests (als einseitiger z-Test)	287
17.2.4 Der Fehler 2. Art (beim einseitigen z-Test)	290
17.2.5 Die Operationscharakteristik- und die Power-Kurve	293
17.3 Der zweiseitige z-Test zur Prüfung einer Mitte	297
17.3.1 Durchführung des z-Tests (als zweiseitiger Test)	297
17.3.2 Der Fehler 2. Art (beim zweiseitigen z-Test)	300
17.4 Der z-Test zur Prüfung einer Mitte (für einen beliebigen Stichprobenumfang)	301
17.4.1 Die Teststatistik $\bar{X}$	301
17.4.2 Strategie der Testdurchführung	303
17.4.3 Durchführung eines ein- und eines zweiseitigen z-Tests	304
17.4.4 Vergleich der Teststärken von ein- und zweiseitigen z-Tests	305
17.4.5 Durchführung eines z-Tests bei unbekannter Streuung	307
17.4.6 Verletzung der Test-Voraussetzungen beim z-Test	309
17.5 Der t-Test zur Prüfung einer Mitte	310
17.5.1 Test-Voraussetzungen und Teststatistik	310
17.5.2 Durchführung eines ein- und eines zweiseitigen t-Tests	313
17.6 Zusammenfassung	315

<b>18</b>	<b>Optimaler Stichprobenumfang und Effektgröße</b>	<b>317</b>
18.1	Probleme bei zu großem bzw. zu geringem Stichprobenumfang . . .	317
18.2	Kontrolle des Fehlers 2. Art . . . . .	321
18.3	Indifferenzbereich und optimaler Stichprobenumfang . . . . .	323
18.4	Effektgrößen und a-priori-Poweranalysen . . . . .	325
18.5	Bestimmung optimaler Stichprobenumfänge beim t-Test . . . . .	331
18.6	Durchführung von Post-hoc-Analysen . . . . .	336
18.7	Effektgröße und optimaler Stichprobenumfang beim $\chi^2$ -Test . . . . .	341
18.8	Statistische Testtheorien . . . . .	345
<b>19</b>	<b>Schätzung von Parametern und Ermittlung von Konfidenzintervallen</b>	<b>349</b>
19.1	Schätzung von Parametern . . . . .	349
19.1.1	Schätzung der Mitte . . . . .	349
19.1.2	Schätzung der Populations-Varianz . . . . .	350
19.1.3	Eigenschaften der Schätz Statistik $\bar{X}$ . . . . .	351
19.2	Ermittlung von Konfidenzintervallen . . . . .	352
19.2.1	Signifikanz-Test und Akzeptanzbereich . . . . .	353
19.2.2	Konstruktion von Konfidenzintervallen . . . . .	354
19.2.3	Berechnung von Konfidenzintervallen für die Mitte . . . . .	357
19.2.4	Berechnung von Mindest-Stichprobenumfängen . . . . .	360
19.2.5	Eigenschaften von Konfidenzintervallen . . . . .	361
19.3	Prüfung von Nullhypothesen durch die Berechnung von Konfidenzintervallen . . . . .	363
19.3.1	Konfidenzintervall für den Korrelationskoeffizienten "p" . . . . .	363
19.3.2	Konfidenzintervall für den Prozentsatz 'V' . . . . .	367
<b>20</b>	<b>Parametrische Prüfung auf Unterschiede</b>	<b>369</b>
20.1	Treatment-Effekte und Untersuchungspläne . . . . .	369
20.1.1	Kontrollgruppenplan . . . . .	370
20.1.2	Unabhängige Stichproben . . . . .	370
20.1.3	Nullhypothese . . . . .	371
20.1.4	Mittelwertdifferenz und Variation . . . . .	371
20.1.5	Abhängige Stichproben . . . . .	373
20.1.6	Paarbildung und Randomisierung . . . . .	374

20.2 t-Test für abhängige Stichproben . . . . .	375
20.2.1 Nullhypothese und Teststatistik . . . . .	376
20.2.2 Testdurchführung (mit SPSS) . . . . .	377
20.2.3 Der "Vortest-Nachtest-Plan" . . . . .	379
20.2.4 Poweranalyse beim abhängigen t-Test . . . . .	381
20.3 t-Test für unabhängige Stichproben . . . . .	384
20.3.1 Teststatistiken . . . . .	384
20.3.2 Testdurchführung (mit SPSS) . . . . .	386
20.3.3 Poweranalyse beim unabhängigen t-Test . . . . .	390
20.4 Prüfung der Varianzhomogenität bei unabhängigen Stichproben durch den Levene-Test . . . . .	392
20.5 Prüfung der Varianzhomogenität bei unabhängigen Stichproben durch einen F-Test . . . . .	394
20.5.1 Nullhypothese und Teststatistik . . . . .	395
20.5.2 Bestimmung des Akzeptanzbereichs . . . . .	395
20.5.3 Inferenzschluss beim F-Test . . . . .	397
20.5.4 Testdurchführung . . . . .	397
<b>21 Nichtparametrische Prüfung auf Unterschiede</b>	<b>399</b>
21.1 Nichtparametrische und parametrische Tests . . . . .	399
21.2 Test für zwei unabhängige Stichproben (U-Test von Mann-Whitney)	401
21.2.1 Nullhypothese, Teststatistik und kritische Werte . . . . .	401
21.2.2 Testdurchführung . . . . .	405
21.3 Test für zwei abhängige Stichproben (Wilcoxon-Test) . . . . .	409
21.3.1 Nullhypothese, Teststatistik und kritische Werte . . . . .	409
21.3.2 Testdurchführung . . . . .	412
<b>22 Varianzanalyse</b>	<b>415</b>
22.1 Statistische Beziehungen . . . . .	415
22.2 Voraussetzungen und Nullhypothese der Varianzanalyse . . . . .	417
22.3 Zerlegung der Gesamt-Stichprobenvariation . . . . .	418
22.4 Der F-Test der Varianzanalyse . . . . .	420
22.5 Durchführung des F-Tests . . . . .	423
22.6 Vergleiche einzelner Faktorstufen . . . . .	425
22.7 Überprüfung der Voraussetzungen der Varianzanalyse . . . . .	429
22.8 Poweranalyse bei der 1-faktoriellen Varianzanalyse . . . . .	430

---

22.9 Weitere Mehrstichprobenvergleiche . . . . .	437
22.9.1 Der H-Test von Kruskal-Wallis für unabhängige Stichproben	437
22.9.2 Varianzanalyse für abhängige Stichproben . . . . .	439
22.9.3 Poweranalyse bei der Varianzanalyse für abhängige Stichproben . . . . .	442
22.9.4 Friedman'sehe Rangvarianzanalyse für abhängige Stichproben . . . . .	447
<b>Anhang</b>	<b>449</b>
A.1 Kodierung des Fragebogens. . . . .	449
A.2 Flächenanteile der Standardnormalverteilung . . . . .	450
A.3 Das empirische und das numerische Relativ. . . . .	452
A.4 Wahrscheinlichkeiten . . . . .	455
A.5 Zentrum und Dispersion von theoretischen Verteilungen . . . . .	463
A.6 Zufallszahlen-Tafel . . . . .	466
A.7 Kritische Werte bei $\chi^2$ -Verteilungen . . . . .	468
A.8 Kritische Werte bei t-Verteilungen . . . . .	468
A.9 Kritische Werte bei F-Verteilungen . . . . .	469
A. 10 Optimale Stichprobenumfänge . . . . .	473
A.11 Kritische Werte für den U-Test . . . . .	475
A.12 Kritische Werte für den Wilcoxon-Test . . . . .	476
A.13 Datenbasis. . . . .	476
A.14 Werte der inversen Fisher'sehen z-Transformation . . . . .	479
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>480</b>
<b>Index</b>	<b>481</b>