

# Inhaltsverzeichnis

<b>5</b>	<b>Einfaktorielle Varianzanalyse</b> . . . . .	1	<b>6.5</b>	<b>Post-hoc-Analysen</b> . . . . .	56
	<i>Björn Rasch, Malte Friese, Wilhelm Hofmann, Ewald Naumann</i>		<b>6.5.1</b>	Der Tukey HSD-Test . . . . .	56
<b>5.1</b>	<b>Warum Varianzanalyse?</b> . . . . .	2	<b>6.6</b>	<b>Erhöhung der Faktorenzahl</b> . . . . .	58
<b>5.1.1</b>	Die $\alpha$ -Fehler-Kumulierung . . . . .	3	<b>6.7</b>	<b>Voraussetzungen</b> . . . . .	59
<b>5.1.2</b>	Verringerte Teststärke . . . . .	4	<b>6.8</b>	<b>Aufgaben zu Kapitel 6</b> . . . . .	60
<b>5.2</b>	<b>Das Grundprinzip der Varianzanalyse</b> . . . . .	4	<b>6.8.1</b>	Verständnisaufgaben . . . . .	60
<b>5.2.1</b>	Die Varianz . . . . .	5	<b>6.8.2</b>	Anwendungsaufgaben . . . . .	60
<b>5.2.2</b>	Die Gesamtvarianz . . . . .	6	<b>7</b>	<b>Varianzanalyse mit Messwiederholung</b> . . . . .	65
<b>5.2.3</b>	Zerlegung der Gesamtvarianz . . . . .	8		<i>Björn Rasch, Malte Friese, Wilhelm Hofmann, Ewald Naumann</i>	
<b>5.2.4</b>	Die Schätzung der Residualvarianz . . . . .	9	<b>7.1</b>	<b>Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung</b> . . . . .	66
<b>5.2.5</b>	Die Schätzung der systematischen Varianz . . . . .	11	<b>7.1.1</b>	Zerlegung der Gesamtvarianz . . . . .	67
<b>5.2.6</b>	Quadratsummen und Freiheitsgrade . . . . .	13	<b>7.1.2</b>	Schätzung der Varianzkomponenten . . . . .	68
<b>5.2.7</b>	Der $F$ -Bruch . . . . .	14	<b>7.1.3</b>	Signifikanzprüfung . . . . .	69
<b>5.2.8</b>	Die Nullhypothese . . . . .	15	<b>7.1.4</b>	Voraussetzungen für die Varianzanalyse mit Messwiederholung . . . . .	71
<b>5.2.9</b>	Signifikanzprüfung des $F$ -Werts . . . . .	16	<b>7.1.5</b>	Die Zirkularitätsannahme . . . . .	71
<b>5.2.10</b>	Die Alternativhypothese der Varianzanalyse . . . . .	17	<b>7.1.6</b>	Effektstärke . . . . .	74
<b>5.2.11</b>	Die Terminologie der Varianzanalyse . . . . .	19	<b>7.1.7</b>	Teststärkeanalyse . . . . .	75
<b>5.2.12</b>	Beispielrechnung . . . . .	20	<b>7.1.8</b>	Stichprobenumfangsplanung . . . . .	77
<b>5.3</b>	<b>Die Determinanten der Varianzanalyse</b> . . . . .	23	<b>7.1.9</b>	Post-hoc-Analysen . . . . .	78
<b>5.3.1</b>	Beziehung zwischen $F$ - und $t$ -Wert . . . . .	23	<b>7.2</b>	<b>Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf einem Faktor</b> . . . . .	79
<b>5.3.2</b>	Effektstärke . . . . .	24	<b>7.2.1</b>	Zerlegung der Gesamtvarianz . . . . .	79
<b>5.3.3</b>	Teststärkeanalyse . . . . .	25	<b>7.2.2</b>	Schätzung der Varianzkomponenten . . . . .	80
<b>5.3.4</b>	Stichprobenumfangsplanung . . . . .	27	<b>7.2.3</b>	Signifikanzprüfung der Effekte . . . . .	82
<b>5.4</b>	<b>Post-hoc-Analysen</b> . . . . .	28	<b>7.2.4</b>	Effektstärke . . . . .	84
<b>5.4.1</b>	Der Tukey HSD-Test . . . . .	29	<b>7.2.5</b>	Teststärkeanalyse . . . . .	84
<b>5.5</b>	<b>Voraussetzungen der Varianzanalyse</b> . . . . .	30	<b>7.2.6</b>	Stichprobenumfangsplanung . . . . .	85
<b>5.6</b>	<b>Aufgaben zu Kapitel 5</b> . . . . .	32	<b>7.2.7</b>	Post-hoc-Analysen . . . . .	85
<b>5.6.1</b>	Verständnisaufgaben . . . . .	32	<b>7.3</b>	<b>Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung auf beiden Faktoren</b> . . . . .	85
<b>5.6.2</b>	Anwendungsaufgaben . . . . .	32	<b>7.3.1</b>	Signifikanzprüfung und $F$ -Bruch-Bildung . . . . .	86
<b>6</b>	<b>Zweifaktorielle Varianzanalyse</b> . . . . .	35	<b>7.3.2</b>	Effektstärke . . . . .	87
	<i>Björn Rasch, Malte Friese, Wilhelm Hofmann, Ewald Naumann</i>		<b>7.3.3</b>	Teststärke und Stichprobenumfangsplanung . . . . .	88
<b>6.1</b>	<b>Nomenklatur</b> . . . . .	36	<b>7.3.4</b>	Post-hoc-Analysen . . . . .	88
<b>6.2</b>	<b>Effektarten</b> . . . . .	38	<b>7.4</b>	<b>Bewertung der Messwiederholung</b> . . . . .	88
<b>6.2.1</b>	Prüfung der Effekte . . . . .	39	<b>7.5</b>	<b>Aufgaben zu Kapitel 7</b> . . . . .	90
<b>6.2.2</b>	Die Schätzung der Residualvarianz . . . . .	40	<b>7.5.1</b>	Verständnisaufgaben . . . . .	90
<b>6.2.3</b>	Prüfung des Haupteffekts A auf Signifikanz . . . . .	41	<b>7.5.2</b>	Anwendungsaufgaben . . . . .	91
<b>6.2.4</b>	Prüfung des Haupteffekts B auf Signifikanz . . . . .	43	<b>8</b>	<b>Verfahren für Rangdaten</b> . . . . .	93
<b>6.2.5</b>	Prüfung der Wechselwirkung AxB auf Signifikanz . . . . .	44		<i>Björn Rasch, Malte Friese, Wilhelm Hofmann, Ewald Naumann</i>	
<b>6.2.6</b>	Datenbeispiel . . . . .	47	<b>8.1</b>	<b>Der Mann-Whitney U-Test</b> . . . . .	94
<b>6.3</b>	<b>Die Determinanten der Varianzanalyse</b> . . . . .	49	<b>8.1.1</b>	Zuordnung der Rangplätze . . . . .	95
<b>6.3.1</b>	Effektstärke . . . . .	49	<b>8.1.2</b>	Der $U$ -Wert und $U'$ -Wert . . . . .	96
<b>6.3.2</b>	Teststärkeanalyse . . . . .	50			
<b>6.3.3</b>	Stichprobenumfangsplanung . . . . .	51			
<b>6.4</b>	<b>Die Wechselwirkung</b> . . . . .	52			
<b>6.4.1</b>	Definition der Wechselwirkung . . . . .	53			
<b>6.4.2</b>	Verschiedene Arten der Wechselwirkung . . . . .	55			

8.1.3	Signifikanzprüfung beim <i>U</i> -Test . . . . .	98	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	153
8.1.4	Verbundene Range . . . . .	101	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	155
8.1.5	Teststarke und Stichprobenumfangsplanung . .	102		
8.2	Der Wilcoxon-Test . . . . .	105		
8.3	Der Kruskal-Wallis <i>H</i> -Test . . . . .	106		
8.4	<b>Aufgaben zu Kapitel 8</b> . . . . .	109		
8.4.1	Verständnisaufgaben . . . . .	109		
8.4.2	Anwendungsaufgaben . . . . .	109		
<b>9</b>	<b>Verfahren für Nominaldaten</b> . . . . .	111		
	<i>Bjorn Rasch, Malte Fries, Wilhelm Hofmann, Ewald Naumann</i>			
9.1	Der eindimensionale Chi-Quadrat-Test . . . .	113		
9.1.1	Die Nullhypothese . . . . .	113		
9.1.2	Der Chi-Quadrat-Kennwert . . . . .	115		
9.1.3	Signifikanzprüfung des Chi-Quadrat-Werts . .	116		
9.1.4	Effektstärke . . . . .	118		
9.1.5	Teststärkeanalyse . . . . .	119		
9.1.6	Stichprobenumfangsplanung . . . . .	119		
9.2	Der zweidimensionale Chi-Quadrat-Test . . . .	120		
9.2.1	Die statistische Null- und Alternativhypothese .	121		
9.2.2	Der Chi-Quadrat-Wert . . . . .	123		
9.2.3	Effektstärke . . . . .	125		
9.2.4	Teststärkeanalyse . . . . .	126		
9.2.5	Stichprobenumfangsplanung . . . . .	127		
9.3	Der Vierfelder Chi-Quadrat-Test . . . . .	127		
9.3.1	Der Phi-Koeffizient . . . . .	128		
9.4	<b>Voraussetzungen der Chi-Quadrat-Verfahren</b> .	128		
9.5	<b>Durchführung eines Chi-Quadrat-Tests</b> . . . .	129		
9.6	<b>Aufgaben zu Kapitel 9</b> . . . . .	130		
9.6.1	Verständnisaufgaben . . . . .	130		
9.6.2	Anwendungsaufgaben . . . . .	130		

## Anhang

<b>Anhang A1: Lösungen der Aufgaben</b> . . . . .	135
<b>Lösungen zu Kapitel 5</b> . . . . .	135
Verständnisaufgaben . . . . .	135
Anwendungsaufgaben . . . . .	136
<b>Lösungen zu Kapitel 6</b> . . . . .	138
Verständnisaufgaben . . . . .	138
Anwendungsaufgaben . . . . .	139
<b>Lösungen zu Kapitel 7</b> . . . . .	143
Verständnisaufgaben . . . . .	143
Anwendungsaufgaben . . . . .	144
<b>Lösungen zu Kapitel 8</b> . . . . .	145
Verständnisaufgaben . . . . .	145
Anwendungsaufgaben . . . . .	146
<b>Lösungen zu Kapitel 9</b> . . . . .	149
Verständnisaufgaben . . . . .	149
Anwendungsaufgaben . . . . .	149