

INHALTSVERZEICHNIS

1

EINFAKTORIELLE VARIANZANALYSE FESTE EFFEKTE

1

1.1.	Beispiel	1
1.2.	Anordnung der Daten	3
1.3.	Das Modell für die Daten	4
1.4.	Schätzung der Ausdrücke in dem Modell	5
1.5.	Die Zerlegung der Summe der Abweichungsquadrate	6
1.6.	Schätzung der Populationsvarianz	9
1.7.	Das Testen der Nullhypothese	11
1.8.	Illustration einer F-Verteilung	13
1.9.	Rechenformeln für die SAQ's	15
1.10.	Varianzanalytische Berechnungen für das Beispiel von 1.1.	16
1.11.	Konsequenzen der Verletzung der Annahmen	18
1.12.	Tests zur Prüfung der Varianzhomogenität	20
1.12.1.	Bartlett-Test	22
1.12.2.	F-Maximum-Test	23
1.13.	Literatur zu Kapitel 1	24

2

METHODEN ZUR FESTLEGUNG DER POWER DER EINFAKTORIELLEN VARIANZANALYSE

25

2.1.	Man definiert im vorhinein die Werte der Populationsmittel	25
2.2.	Man definiert im vorhinein die Diskrepanz zwischen den am weitesten auseinanderliegenden Populationsmitteln	29
2.3.	Man definiert im vorhinein den Anteil der Varianz der abhängigen Variablen, der auf die Variation in der unabhängigen Variablen zurückgeht	33
2.4.	Das Maß Ω^2 (nach Hays)	37
2.5.	Literatur zu Kapitel 2	38

3

	VERFAHREN FÜR MULTIPLE MITTELWERTSVERGLEICHE	39
3.1.	Einführung in das Problem	39
3.2.	Zwei Arten von Fehlerraten	40
3.3.	Newman-Keuls-Test	44
3.4.	Duncan-Test	48
3.5.	Tukey-Test	51
3.6.	Scheffé-Test	53
3.7.	Vergleich der vorgestellten Verfahren	58
3.8.	Voraussetzungen für die vorgestellten Verfahren	60
3.9.	Weitere Verfahren für multiple Vergleiche	61
3.10.	Literatur zu Kapitel 3	61

4

	ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE FESTE EFFEKTE - GLEICHE ZELLFREQUENZEN	62
4.1.	Beispiel	62
4.2.	Anordnung der Daten	66
4.3.	Das Modell für die Daten	68
4.4.	Schätzung der Ausdrücke in dem Modell	69
4.5.	Exkurs zur "Interaktion"	69
4.6.	Die Formulierung der Nullhypothesen	73
4.7.	Die verschiedenen Summen der Abweichungsquadrate	75
4.8.	Die Mittleren Quadrate	78
4.9.	Schätzung der Populationsvarianz σ_T^2 Erwartungswerte der Mittleren Quadrate	79
4.10.	Das Testen der verschiedenen Nullhypothesen	83
4.11.	Rechenformeln für die SAQ's	86
4.12.	Varianzanalytische Berechnungen für das Beispiel von 4.1.	87
4.13.	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	92
4.13.1.	Weitere Analyse des Haupteffekts des Zeilenfaktors	92
4.13.2.	Weitere Analyse des Haupteffekts des Spaltenfaktors	93

4.13.3.	Weitere Analysen beim Vorliegen einer signifikanten Interaktion (Analyse der einfachen Haupteffekte)	95
4.14.	Schätzung der ω^2 Stärke der Treatmenteffekte mittels Omega ²	107
4.15.	Die Festlegung der Power	109
4.16.	Überprüfung der Varianzhomogenitäts- und Normalitätsannahme	111
4.17.	Literatur zu Kapitel 4	112

5

ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE FESTE EFFEKTE - UNGLEICHE ZELLFREQUENZEN 113

5.1.	Die zweifaktorielle Varianzanalyse bei proportionalen Zellfrequenzen	113
5.2.	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	122
5.2.1.	Weitere Analyse des Haupteffekts des Zeilenfaktors	123
5.2.2.	Weitere Analyse des Haupteffekts des Spaltenfaktors	124
5.2.3.	Weitere Analysen beim Vorliegen einer signifikanten Interaktion (Analyse der einfachen Haupteffekte)	125
5.2.4.	Schätzung der ω^2 Stärke der Treatmenteffekte mittels Omega ²	135
5.2.5.	Überprüfung der Varianzhomogenitäts- und Normalitätsannahmen	136
5.3.	Die zweifaktorielle Varianzanalyse bei disproportionalen Zellfrequenzen (Analyse der ungewichteten Mittelwerte)	136
5.4.	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	143
5.4.1.	Weitere Analyse des Haupteffekts des Zeilenfaktors	144
5.4.2.	Weitere Analyse des Haupteffekts des Spaltenfaktors	148
5.4.3.	Weitere Analysen beim Vorliegen einer signifikanten Interaktion (Analyse der einfachen Haupteffekte)	149
5.4.4.	Überprüfung der Varianzhomogenitäts- und Normalitätsannahmen	154
5.5.	Zu den Gründen für das Entstehen von ungleichen Zellfrequenzen	154
5.6.	Literatur zu Kapitel 5	154

6

	DREIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE FESTE EFFEKTE - GLEICHE ZELLFREQUENZEN	155
6.1.	Beispiel	155
6.2.	Anordnung der Daten	160
6.3.	Das Modell für die Daten	161
6.4.	Schätzung der Ausdrücke in dem Modell	163
6.5.	Die Formulierung der Nullhypothesen	164
6.6.	Die verschiedenen Summen der Abweichungsquadrate	167
6.7.	Die Mittleren Quadrate und ihre Erwartungswerte	169
6.8.	Das Testen der verschiedenen Nullhypothesen	169
6.9.	Varianzanalytische Berechnungen für das Beispiel von 6.1.	171
6.10.	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	175
6.10.1.	Weitere Analyse der Haupteffekte	175
6.10.2.	Weitere Analysen bei Vorliegen signifikanter Zwei-Faktor-Interaktionen (Analyse der einfachen Haupteffekte)	177
6.10.3.	Weitere Analysen bei Signifikanz der Drei-Faktor- Interaktion (Analyse der einfachen Interaktions- effekte und der Einfacheffekte)	187
6.11.	Schätzung der σ^2 Stärke der Treatmenteffekte mittels Ω	207
6.12.	Die Festlegung der Power	207
6.13.	Überprüfung der Varianzhomogenitäts- und Normalitätsannahmen	210
6.14.	Literatur zu Kapitel 6	210

7

	DREIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE FESTE EFFEKTE - UNGLEICHE ZELLFREQUENZEN	211
7.1.	Die dreifaktorielle Varianzanalyse bei proportionalen Zellfrequenzen	212
7.2.	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	220
7.2.1.	Weitere Analyse von Haupteffekten	220

7.2.2.	Weitere Analysen bei Vorliegen signifikanter Zwei-Faktor-Interaktionen (Analyse der einfachen Haupteffekte)	221
7.2.3.	Weitere Analysen bei Signifikanz der Drei-Faktor-Interaktion (Analyse der einfachen Interaktionseffekte und der Einfacheffekte)	226
7.3.	Schätzung der σ^2 -Stärke der Treatmenteffekte mittels Omega ²	231
7.4.	Überprüfung der Varianzhomogenitäts- und Normalitätsannahmen	231
7.5.	Die dreifaktorielle Varianzanalyse bei disproportionalen Zellfrequenzen (Analyse der ungewichteten Mittelwerte)	231
7.6.	Das weitere Vorgehen im Anschluß an die Varianzanalyse	238
7.6.1.	Weitere Analyse von Haupteffekten	239
7.6.2.	Weitere Analysen bei Vorliegen signifikanter Zwei-Faktor-Interaktionen (Analyse der einfachen Haupteffekte)	240
7.6.3.	Weitere Analysen bei Signifikanz der Drei-Faktor-Interaktion (Analyse der einfachen Interaktionseffekte und der Einfacheffekte)	245
7.7.	Überprüfung der Varianzhomogenitäts- und Normalitätsannahmen	247
7.8.	Zu den Gründen für das Entstehen von ungleichen Zellfrequenzen	247
7.9.	Literatur zu Kapitel 7	247

8

	EIN- UND ZWEIFAKTORIELLE VARIANZANALYSE ZUFALLSEFFEKTE UND GEMISCHTE EFFEKTE	248
8.1.	Einfaktorielle Varianzanalyse - Zufallseffekte	249
8.1.1.	Beispiel	249
8.1.2.	Anordnung der Daten	251
8.1.3.	Das Modell für die Daten	251
8.1.4.	Null- und Alternativhypothese	253
8.1.5.	Die Erwartungswerte der Mittleren Quadrate	253
8.1.6.	Durchführung der Varianzanalyse für unser Beispiel	254
8.1.7.	Schätzung der Varianz σ_a^2 - der Intraklassenkorrelationskoeffizient	255

8.1.8.	Konsequenzen der Verletzung der Annahmen für die Zufallseffekte Varianzanalyse	257
8.1.9.	Festlegung der Power	257
8.2.	Zweifaktorielle Varianzanalyse - Zufallseffekte	258
8.3.	Zweifaktorielle Varianzanalyse - Gemischte Effekte	258
8.3.1.	Beispiel	258
8.3.2.	Anordnung der Daten	259
8.3.3.	Das Modell für die Daten	259
8.3.4.	Null- und Alternativhypothesen	261
8.3.5.	Die Erwartungswerte der Mittleren Quadrate	262
8.3.6.	Durchführung der Varianzanalyse für unser Beispiel	264
8.3.7.	Multiple Mittelwertsvergleiche beim (festen) Zeilenfaktor R	267
8.3.8.	Schätzung der Varianzkomponenten	268
8.3.9.	Konsequenzen der Verletzung der Annahmen für die Gemischte Effekte Varianzanalyse	270
8.3.10.	Festlegung der Power	271
8.4.	Literatur zu Kapitel 8	271

9

	VARIANZANALYSE FÜR ABHÄNGIGE GRUPPEN (VERSUCHSPLAN DER ZUFALLSBLÖCKE)	272
9.1.	Beispiel	274
9.2.	Anordnung der Daten	275
9.3.	Das Modell für die Daten	277
9.4.	Null- und Alternativhypothese	278
9.5.	Die Berechnung der Mittleren Quadrate	279
9.6.	Die Erwartungswerte der Mittleren Quadrate	280
9.7.	Die Ergebnisse der Varianzanalyse für unser Beispiel	283
9.8.	Multiple Mittelwertsvergleiche beim (festen) Treatmentfaktor	284
9.9.	Schätzung der Varianzkomponenten	285
9.10.	Test zur Überprüfung der Additivitätsannahme	287
9.11.	Konsequenzen der Verletzung der Annahmen für die Varianzanalyse für abhängige Gruppen	290
9.12.	Die Festlegung der Power	292
9.13.	Vergleich von Zufallsgruppenplan mit dem Plan der Zufallsblöcke	294
9.14.	Literatur zu Kapitel 9	296

10

EINFAKTORIELLE KOVARIANZANALYSE	297
10.1. Beispiel	297
10.2. Anordnung der Daten	303
10.3. Das Modell für die Daten	304
10.4. Die Adjustierung der Werte in der abhängigen Variablen	307
10.5. Die Bestimmung der adjustierten Mittleren Quadrate	314
10.6. Rechenformeln für die adjustierten SAQ's	321
10.7. Durchführung der Kovarianzanalyse für unser Beispiel	323
10.8. Multiple Vergleiche zwischen den adjustierten Mittelwerten	325
10.9. Exkurs : Vergleich der Adjustierung mittels b_I und b_G an einem Beispiel	327
10.10. Prüfung der Annahme der Linearität der Re- gression und der Homogenität der Regressions- koeffizienten	330
10.11. Die Bestimmung der Korrelationskoeffizienten innerhalb, zwischen und gesamt	333
10.12. Konsequenzen der Verletzung der Annahmen der Kovarianzanalyse	335
10.13. Die Festlegung der Power	339
10.14. Kovarianzanalysen bei anderen Versuchsplänen	340
10.15. Kovarianzanalyse versus Matching	340
10.16. Literatur zu Kapitel 10	341
ANHANG : STATISTISCHE TABELLEN	343
LITERATURVERZEICHNIS	367