

Aufgaben zu Kapitel 6:

Aufgabe 1:

In einem Unternehmen wird zur Fortbildung der Mitarbeiter eine Vortragsreihe zu fachspezifischen Themen angeboten. Die Vortragsreihe besteht aus vier Veranstaltungen, und sie wird in drei Standorten des Unternehmens durchgeführt. Nach jeder Veranstaltung füllen die Teilnehmer einen Fragebogen aus, in dem sie unter anderem die Relevanz des jeweiligen Vortragsthemas auf einer 8-stufigen Skala angeben.

Wie viele Personen müssen mindestens an den Veranstaltungen teilnehmen, damit die Personalabteilung (bei einem Signifikanzniveau von 5%)

- einen mittleren Effekt zwischen den vier Veranstaltungen mit 80%iger Wahrscheinlichkeit entdecken kann, falls er existiert (unabhängig von den Standorten)?
- einen großen Unterschied in der Relevanzbewertung der gesamten Vortragsreihe zwischen den drei Unternehmenstandorten mit 90%iger Sicherheit ausschließen kann?
- selbst kleine Unterschiede in der Relevanzeinschätzung der einzelnen Veranstaltungen zwischen den Standorten mit 80%iger Sicherheit aufdecken kann?

Aufgabe 2:

Für eine zweifaktorielle Varianzanalyse ohne Messwiederholung hat sich folgender SPSS Output ergeben:

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: AV

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat	Nichtzentralitäts-Parameter	Beobachtete Schärfe ^a
Korrigiertes Modell	112,698 ^b	8	14,087	5,150	,000	,433	41,199	,997
Konstanter Term	1409,587	1	1409,587	515,304	,000	,905	515,304	1,000
FaktorA	37,556	2	18,778	6,865	,002	,203	13,729	,908
FaktorB	8,984	2	4,492	1,642	,203	,057	3,284	,332
FaktorA * FaktorB	66,159	4	16,540	6,046	,000	,309	24,186	,978
Fehler	147,714	54	2,735					
Gesamt	1670,000	63						
Korrigierte Gesamtvariation	260,413	62						

- a. Unter Verwendung von Alpha = ,05 berechnet
 b. R-Quadrat = ,433 (korrigiertes R-Quadrat = ,349)

- Welche Effekte sind signifikant ($\alpha = 5\%$)?
- Wie viele Stufen hat der Faktor A, wie viele der Faktor B?
- Wie viele Versuchspersonen wurden untersucht?
- Wie groß ist der aus den Daten geschätzte Effekt ω_p^2 für den Faktor A? Was unterscheidet diesen Wert von dem von SPSS verwendeten partiellen Eta-Quadrat?

Aufgaben mit SPSS und GPower

Rasch, Frieze, Hofmann & Naumann (2006). *Quantitative Methoden. Band 1* (2. Auflage). Heidelberg: Springer.

- e) Ist es möglich, für die in der Untersuchung nicht signifikant gewordenen Effekte die Existenz von großen Effektstärken mit einer ausreichenden Sicherheit von 80% auszuschließen?
- f) Was bedeutet im Fall des Faktors B die „Beobachtete Schärfe“?

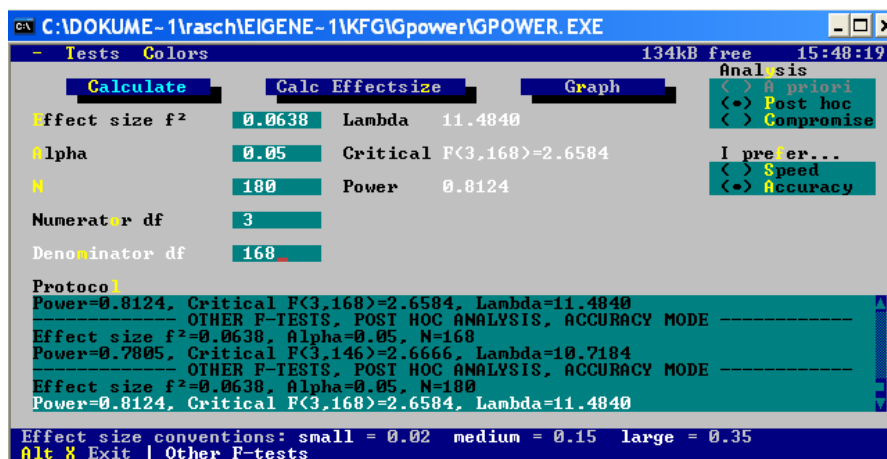
Lösungen

Aufgabe 1

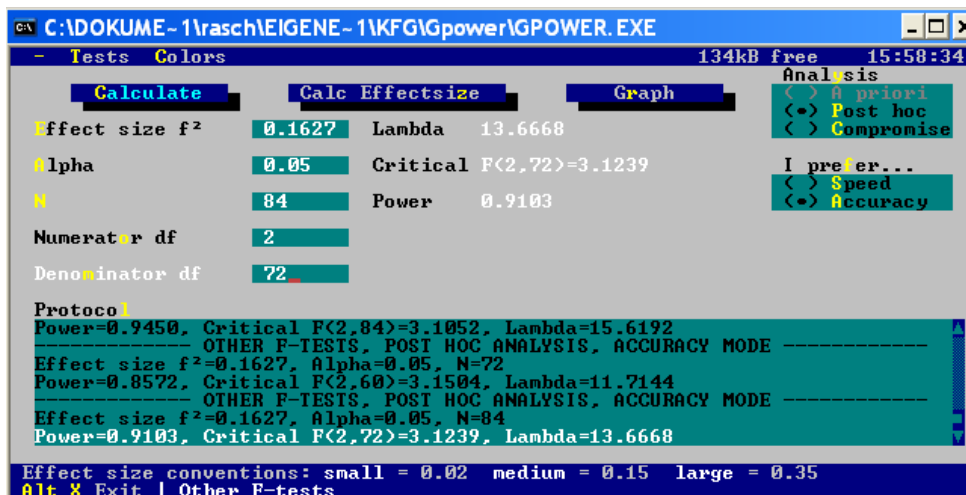
In GPower müssen Sie für die folgenden Berechnungen die Option „Other F-Tests“ auswählen. Da GPower hier nicht die Möglichkeit bietet, eine a priori Stichprobenumfangsplanung durchzuführen, müssen Sie die Anzahl Versuchspersonen sowie die Anzahl der Fehlerfreiheitsgrade sukzessive anpassen. Die von GPower angegebenen Größen von kleinen, mittleren und großen Effekten sollten Sie ignorieren.

- a) Der Faktor A (Veranstaltungen) hat $p = 4$ Stufen. Der Faktor B (Standorte) hat $q = 3$ Stufen. Die Teststärkenberechnung erfolgt für den Haupteffekt A (allgemeiner Unterschied zwischen Veranstaltungen, unabhängig von den Standorten). Die Freiheitsgrade des Haupteffekts A berechnen sich aus $df_A = p - 1$. Die Nennerfreiheitsgrade sind $df_{Res} = p \cdot q \cdot (n - 1)$, wobei das kleine n die Anzahl der Versuchspersonen in jeder Bedingungskombination der beiden Faktoren angibt. In einer 4×3 Varianzanalyse ergeben sich insgesamt 12 Bedingungskombinationen. Es bietet sich deshalb an, in GPower als Gesamtanzahl N der Versuchspersonen jeweils Vielfache von 12 einzutragen. (Tipp: Die Anzahl der Nennerfreiheitsgrade ist immer um $p \cdot q$ kleiner als der gesamte Stichprobenumfang N).

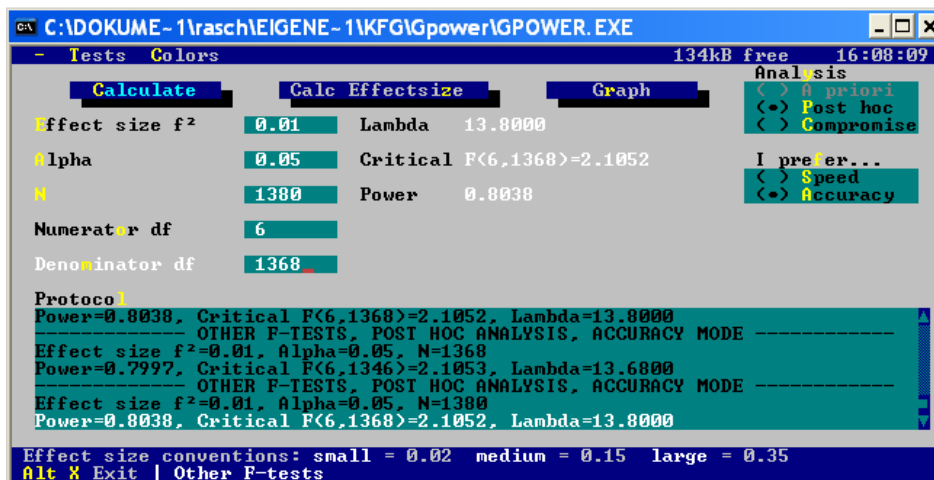
Um einen mittleren Effekt ($\Omega^2 = 0,06$ bzw. $f^2 = 0,0638$) mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% zu finden, falls er existiert, sind insgesamt $N = 180$ Versuchspersonen notwendig ($n = 15$ pro Bedingungskombination).



- b) Die Stichprobenumfangsplanung für den Haupteffekt des Faktors B (Standorte) erfolgt für einen großen Effekt ($\Omega^2 = 0,14$ bzw. $f^2 = 0,1627$) und einer Teststärke von 90%. Die Zählerfreiheitsgrade des Faktors B sind $df_B = q - 1 = 2$. Die Berechnung der Freiheitsgrade des Residuums ist identisch für alle Effekte einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung: $df_{Res} = p \cdot q \cdot (n - 1)$. Um bei einem nicht signifikanten Ergebnis für den Faktor B mit einer Sicherheit von mindestens 90% ausschließen zu können, dass keine großen Unterschiede zwischen den Stufen des Faktors B bestehen, müssen mindestens 84 Personen an den Veranstaltungen teilnehmen (7 pro Gruppe).



- c) In der Stichprobenumfangsplanung für die Wechselwirkung geht es um die Entdeckung von kleinen Effekten ($\Omega^2 = 0,01$ bzw. $f^2 = 0,01$). Die Zählerfreiheitsgrade der Wechselwirkung sind $df_{A \times B} = (p - 1) \cdot (q - 1) = 6$. Um selbst einen kleinen Effekt der Wechselwirkung mit einer 80%igen Sicherheit zu entdecken, müssten mindestens $N = 1380$ Personen an der Vortragsreihe teilnehmen (115 pro Veranstaltung).



Aufgabe 2

- Der Haupteffekt A ($F_{(2,54)} = 6,87$; $p < 0,01$) und die Wechselwirkung $A \times B$ ($F_{(4,54)} = 6,05$; $p < 0,001$) sind signifikant. Der Haupteffekt B ist nicht signifikant ($p > 0,20$).
- Der Faktor A und B haben beide jeweils 3 Stufen. (errechnet aus $df_A = p - 1 = 2$ und $df_B = q - 1 = 2$)
- In dem SPSS Output ist die Anzahl der Nennerfreiheitsgrade mit $df_{Res} = 54$ angegeben. Aus der Formel $df_{Res} = p \cdot q \cdot (n - 1)$ ergibt sich folgende Anzahl Personen pro Zelle:

$$n = \frac{df_{Res}}{p \cdot q} + 1 = \frac{54}{3 \cdot 3} + 1 = 7.$$

Insgesamt wurden 63 Versuchspersonen untersucht.

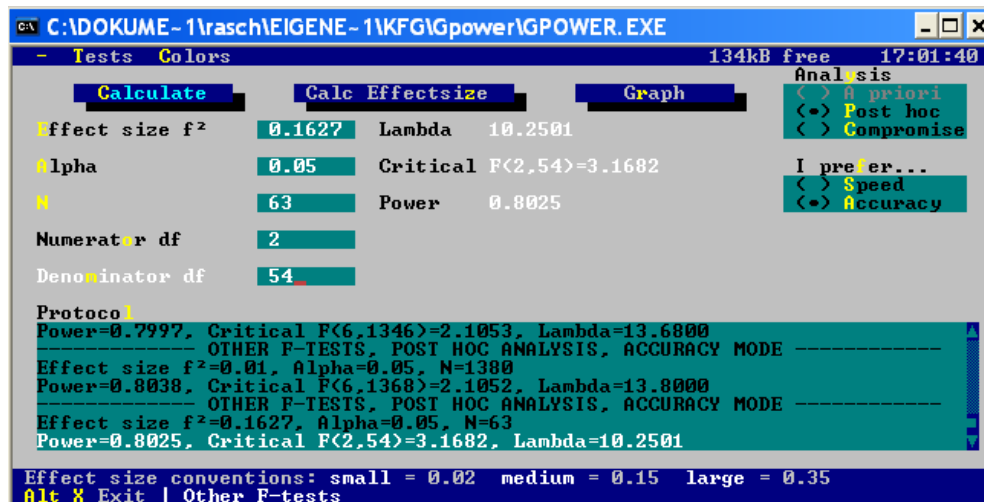
Quelle: <http://www.quantitative-methoden.de>

- d) Die Formel zur Berechnung von ω_p^2 finden Sie in Kapitel 6.3.1.

$$f^2 = \frac{(F-1) \cdot df_A}{N} = \frac{(6,87-1) \cdot 2}{63} = 0,1863 \quad \rightarrow \quad \omega_p^2 = \frac{f^2}{1+f^2} = \frac{0,1863}{1+0,1863} = 0,157$$

Auf der Populationsebene klärt der Faktor A 15,7% der verbleibenden Gesamtvariation auf. Das von SPSS verwendete partielle Eta-Quadrat gibt die Varianzaufklärung auf der Ebene der Stichprobe an ($\eta_p^2 = 0,203$). Dieser Wert überschätzt das Ausmaß der Varianzaufklärung auf der Ebene der Population.

- e) Zur Beantwortung dieser Frage ist eine a posteriori Teststärkeberechnung für den nicht signifikanten Haupteffekt B notwendig. Die Teststärke, einen großen Effekt ($\Omega^2 = 0,14$ bzw. $f^2 = 0,1627$) des Faktors B mit einer Versuchspersonenzahl von $N = 63$ auszuschließen, ist größer als 80%. Mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 80% liegt also für den Faktor B kein Effekt von $\Omega^2 = 0,14$ (oder größer) vor. Kleinere Effekte können nicht mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden.



- f) Die Beobachtete Schärfe gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit der in der Analyse errechnete Effekt von $\eta_p^2 = 0,057$ in der Untersuchung mit der gegebenen Anzahl von Versuchspersonen gefunden werden könnte. Wie immer bei nicht signifikanten Ergebnissen hat die Beobachtete Schärfe einen unbefriedigend kleinen Wert (hier: 33,2%). Für Effekte dieser Größenordnung hatte die Untersuchung keine ausreichende Teststärke. Große Effekte dagegen können mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden (siehe Lösung zu e). Das einzige Mittel, um für Effekte von inhaltlich relevanter Größe eine ausreichende Teststärke zu garantieren, ist eine a priori Stichprobenumfangsplanung.