

Aufgaben zu Kapitel 5:

Aufgabe 1:

Ein Wissenschaftler untersucht, in wie weit die Reaktionszeit auf bestimmte Stimuli durch finanzielle Belohnung zu steigern ist. Er möchte vier Bedingungen vergleichen: Keine Belohnung, 5€, 10€ und 20€. Er erwartet einen mittleren Effekt.

- a) Wie viele Versuchspersonen benötigt er, um bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 5\%$ den erwarteten Effekt mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 80% zu finden?
- b) Wie viele Versuchspersonen müsste er für einen kleinen bzw. einen großen Effekt erheben?

Aufgabe 2:

Nach der Berechnung einer einfaktoriellen Varianzanalyse hat sich folgender SPSS Output ergeben:

ONEWAY ANOVA

AV

	Quadrats umme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	34,022	2	17,011	4,747	,011
Innerhalb der Gruppen	311,767	87	3,584		
Gesamt	345,789	89			

- a) Ist das Ergebnis signifikant?
- b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass der empirische F-Wert unter der Nullhypothese auftritt?
- c) Wie viele experimentellen Bedingungen wurden in der Untersuchung miteinander verglichen?
- d) Welche Bedingungen unterscheiden sich signifikant voneinander?
- e) Wie viele Versuchspersonen wurden insgesamt untersucht?

Aufgabe 3:

In einer Untersuchung zum Einfluss von Belohnung auf Reaktionszeiten haben sich folgende Daten ergeben. Die Tabelle gibt die mittleren Reaktionszeiten (in Millisekunden) der einzelnen Versuchspersonen in den verschiedenen experimentellen Bedingungen wieder. In jeder Bedingung wurden unterschiedliche Versuchspersonen untersucht:

Aufgaben mit SPSS und GPower

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

Keine Belohnung	5€	10€	20€
534 ms	493 ms	372 ms	420 ms
260 ms	215 ms	210 ms	299 ms
237 ms	283 ms	295 ms	308 ms
437 ms	321 ms	319 ms	222 ms
353 ms	258 ms	311 ms	265 ms
523 ms	439 ms	329 ms	273 ms
635 ms	248 ms	259 ms	320 ms
274 ms	275 ms	219 ms	267 ms
320 ms	342 ms	234 ms	201 ms
302 ms	230 ms	190 ms	240 ms

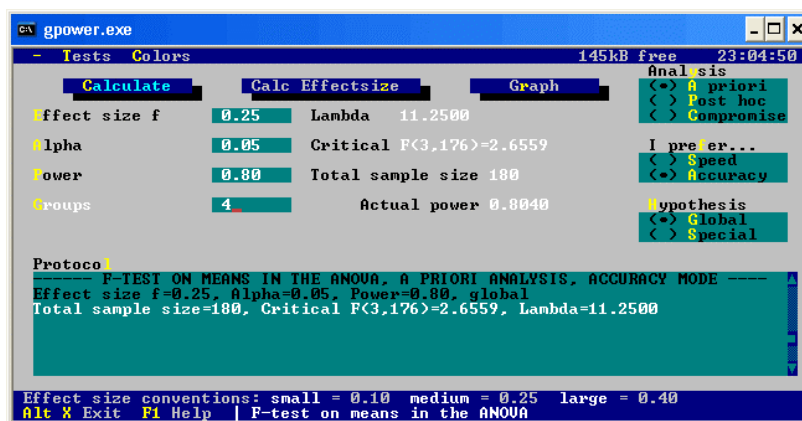
- Geben Sie die Daten in SPSS ein.
- Rechnen Sie eine einfaktorielle Varianzanalyse ($\alpha = 5\%$). Unterscheiden sich die Gruppen signifikant voneinander? Wie groß ist der Effekt?
- Wie groß sind die Mittelwerte der einzelnen experimentellen Bedingungen?
- Welche Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander?
- Wie groß war die Teststärke dieser Untersuchung, einen mittleren Effekt zu finden?

Lösungen

Aufgabe 1

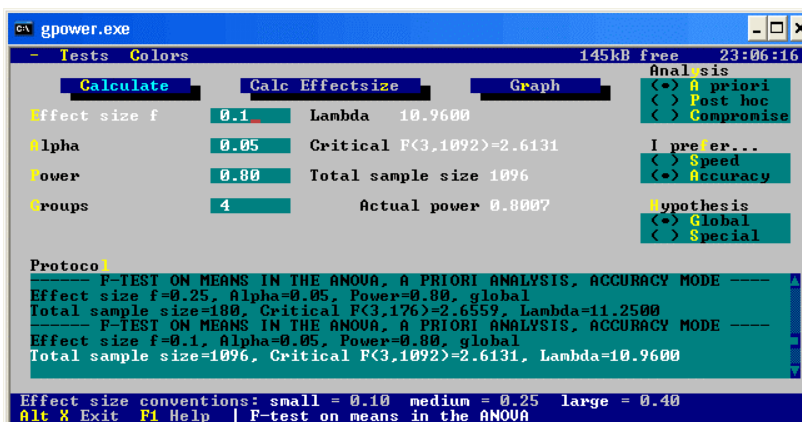
- a) Ein Effekt von $\Omega^2 = 0,06$ ist nach den Konventionen von Cohen ein mittlerer Effekt. Umrechnung nach f :

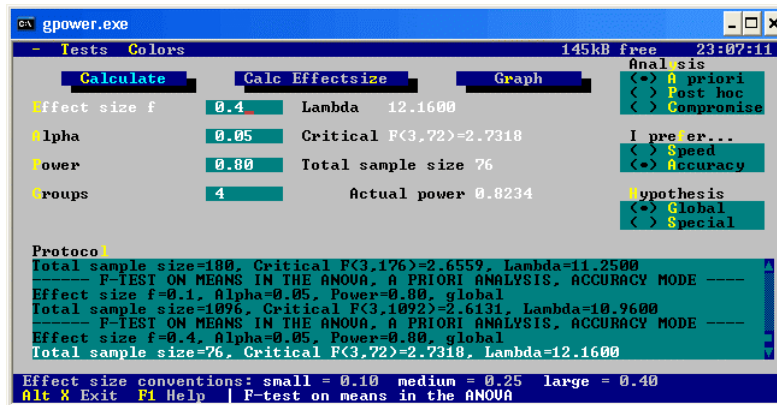
$$f = \sqrt{\Phi^2} = \sqrt{\frac{\Omega^2}{1 - \Omega^2}} = \sqrt{\frac{0,06}{1 - 0,06}} = 0,25 \text{ (in GPower direkt angegeben)}$$



Der Wissenschaftler benötigt insgesamt 180 Personen (45 pro Gruppe), um in seiner Untersuchung einen mittleren Effekt mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 80% zu finden.

- b) Um einen kleinen Effekt ($\Omega^2 = 0,01$ bzw. $f = 0,1$) mit einer Teststärke von mindestens 80% zu finden, müsste der Wissenschaftler 1096 Personen erheben (274 pro Gruppe). Für einen großen Effekt ($\Omega^2 = 0,14$ bzw. $f = 0,4$) wären es nur 76 (19 pro Gruppe).





Aufgabe 2

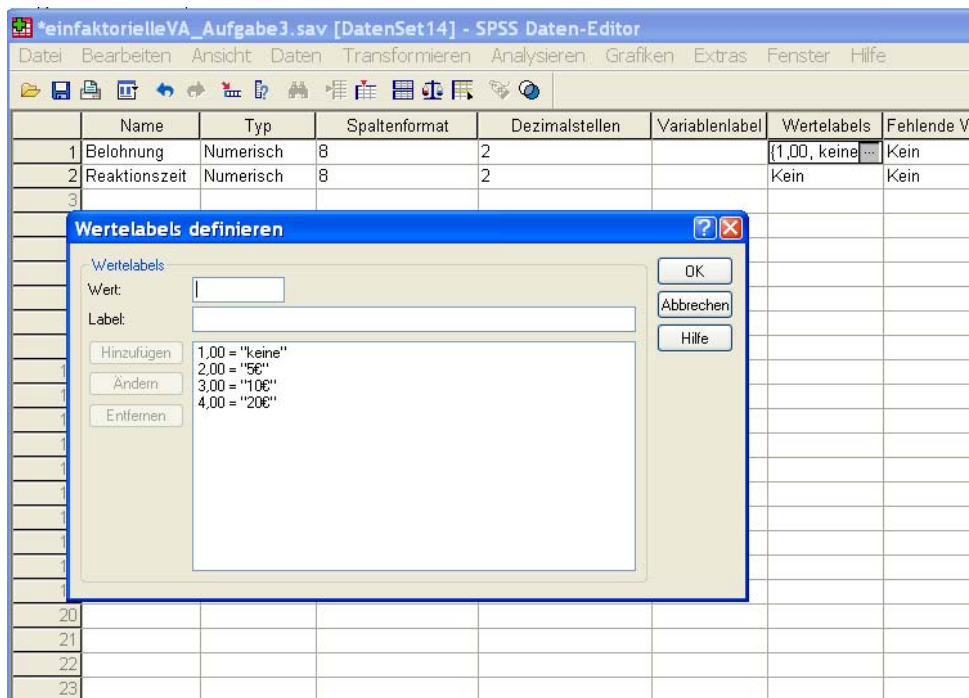
- Die einfaktorielle Varianzanalyse liefert ein signifikantes Ergebnis ($p < 0.05$).
- Die Wahrscheinlichkeit, dass der F-Wert ($F_{(2;87)} = 4,747$) unter der Annahme der Nullhypothese auftritt, ist sehr klein ($p = 0,011$).
- Die Anzahl der Zählerfreiheitsgrade ist $df_{\text{zwischen}} = 2$. Die Anzahl der Zählerfreiheitsgrade berechnet sich im Fall der einfaktoriellen Varianzanalyse nach $df_{\text{zwischen}} = p - 1$. Es wurden also drei experimentelle Bedingungen miteinander verglichen.
- Eine Varianzanalyse vergleicht alle experimentellen Bedingungen simultan miteinander. Ein signifikantes Ergebnis weist nur darauf hin, dass sich irgendeine Bedingung signifikant von mindestens einer anderen Bedingung unterscheidet. Welche Bedingungen sich genau unterscheiden, lässt sich erst mit Hilfe einer Post Hoc Analyse klären.
- Die Anzahl der Nennerfreiheitsgrade ergibt sich in einer einfaktoriellen Varianzanalyse aus $df_{\text{innerhalb}} = p \cdot (n - 1)$. Pro Gruppe wurde also $(87 / 3) + 1 = 30$ Versuchspersonen erhoben, insgesamt $N = 90$.

Aufgabe 3

- Vor der Eingabe der Daten sollten Sie zunächst zwei Variablen definieren. Die erste Variable (unabhängige Variable UV) kodiert die experimentelle Bedingung („Belohnung“). Hier bietet es sich an, unter „Wertelabels“ die Namen der Bedingungen mit anzugeben. Die zweite Variable ist die abhängige Variable (AV) und beinhaltet die Reaktionszeit.

Aufgaben mit SPSS und GPower

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



Nun können Sie in der Variablenansicht die Daten eingeben. In der UV („Belohnung“) müssen Sie jeweils die Nummer der Gruppe (1-4) angeben, in der AV die entsprechende Reaktionszeit. Sie erhalten das folgende Datenfenster.

Aufgaben mit SPSS und GPower

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

	Belohnung	Reaktionszeit	var
1	1,00	534,00	
2	1,00	260,00	
3	1,00	237,00	
4	1,00	437,00	
5	1,00	353,00	
6	1,00	523,00	
7	1,00	635,00	
8	1,00	274,00	
9	1,00	320,00	
10	1,00	302,00	
11	2,00	493,00	
12	2,00	215,00	
13	2,00	283,00	
14	2,00	321,00	
15	2,00	258,00	
16	2,00	439,00	
17	2,00	248,00	
18	2,00	275,00	
19	2,00	342,00	
20	2,00	230,00	
21	3,00	372,00	
22	3,00	210,00	
23	3,00	295,00	
24	3,00	319,00	
25	3,00	311,00	
26	3,00	329,00	
27	3,00	259,00	
28	3,00	219,00	
29	3,00	234,00	
30	3,00	190,00	
31	4,00	420,00	
32	4,00	299,00	
33	4,00	308,00	
34	4,00	222,00	
35	4,00	265,00	
36	4,00	273,00	
37	4,00	320,00	
38	4,00	267,00	
39	4,00	201,00	
40	4,00	240,00	
41			

- b) „Analysieren“ → „Mittelwerte vergleichen“ → „einfaktorielle ANOVA“. Die Variable „Belohnung“ ist der Faktor (oder die UV), die Variable „Reaktionszeit“ die abhängige Variable.

Aufgaben mit SPSS und GPower

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



ONEWAY ANOVA

Reaktionszeit

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	80855,400	3	26951,800	3,130	,037
Innerhalb der Gruppen	310011,0	36	8611,417		
Gesamt	390866,4	39			

Die einfaktorielle Varianzanalyse liefert ein signifikantes Ergebnis ($p < 0,05$).

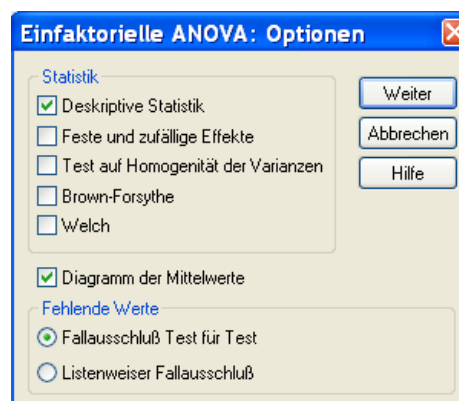
Die Effektberechnung sollte per Hand (bzw. mit dem Taschenrechner) erfolgen.

$$f^2 = \frac{(F - 1) \cdot df_{\text{Zähler}}}{N} = \frac{(3,13 - 1) \cdot 3}{40} = 0,1598$$

$$\omega^2 = \frac{f^2}{1 + f^2} = \frac{0,1598}{1 + 0,1598} = 0,14$$

Nach Cohen entspricht $\omega^2 = 0,14$ einem großen Effekt.

- c) Die Mittelwerte lassen sich unter „Optionen“ → „deskriptive Statistiken“ ausgeben. Sie lassen sich auch als Diagramm darstellen.



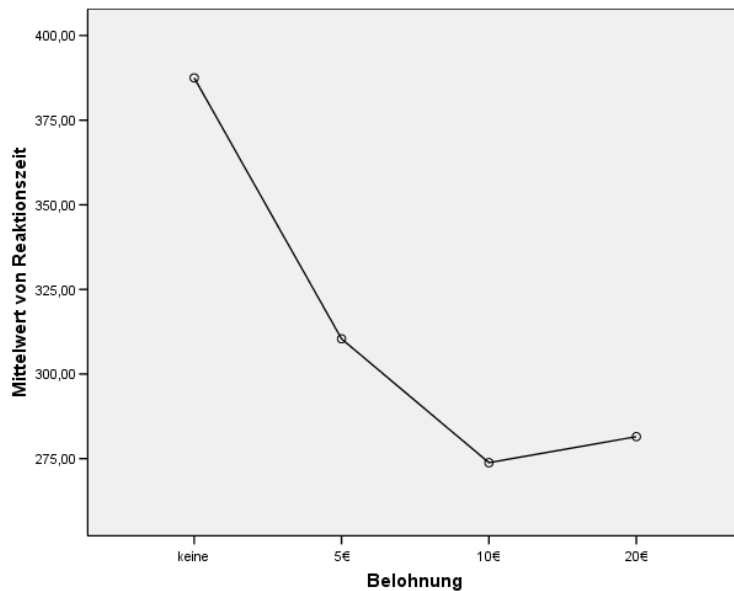
Aufgaben mit SPSS und GPower

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

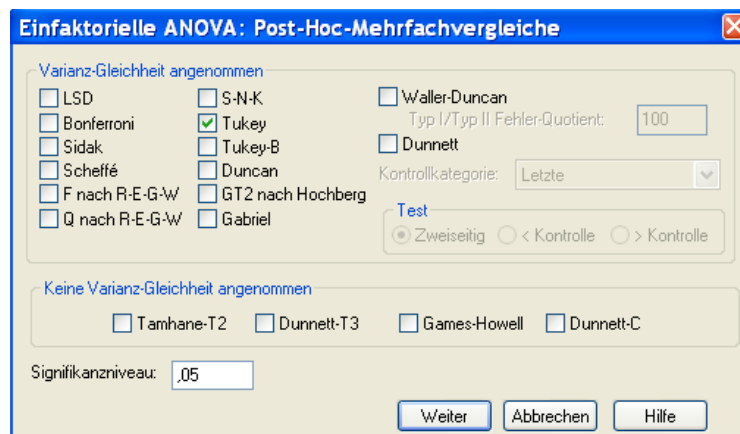
ONEWAY deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
keine	10	387,5000	136,77821	43,25307	289,6548	485,3452	237,00	635,00
5€	10	310,4000	91,40897	28,90605	245,0100	375,7900	215,00	493,00
10€	10	273,8000	60,06071	18,99286	230,8352	316,7648	190,00	372,00
20€	10	281,5000	61,43696	19,42807	237,5506	325,4494	201,00	420,00
Gesamt	40	313,3000	100,11102	15,82894	281,2829	345,3171	190,00	635,00

Mittelwert-Diagramme



- d) Für die Beantwortung der Frage, welche der experimentellen Bedingungen sich signifikant unterscheiden, ist eine Post Hoc Analyse notwendig. Unter „Post Hoc...“ wählen Sie dafür z.B. den Tukey HSD Test aus.



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

Post-Hoc-Tests

Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: Reaktionszeit
Tukey-HSD

(I) Belohnung	(J) Belohnung	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
keine	5€	77,10000	41,50040	,264	-34,6700	188,8700
	10€	113,70000*	41,50040	,045	1,9300	225,4700
	20€	106,00000	41,50040	,068	-5,7700	217,7700
5€	keine	-77,10000	41,50040	,264	-188,8700	34,6700
	10€	36,60000	41,50040	,814	-75,1700	148,3700
	20€	28,90000	41,50040	,898	-82,8700	140,6700
10€	keine	-113,70000*	41,50040	,045	-225,4700	-1,9300
	5€	-36,60000	41,50040	,814	-148,3700	75,1700
	20€	-7,70000	41,50040	,998	-119,4700	104,0700
20€	keine	-106,00000	41,50040	,068	-217,7700	5,7700
	5€	-28,90000	41,50040	,898	-140,6700	82,8700
	10€	7,70000	41,50040	,998	-104,0700	119,4700

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau .05 signifikant.

Die Post Hoc Analyse mit Hilfe des Tukey HSD Tests ergibt, dass sich nur die Gruppen „keine Belohnung“ und „10€ Belohnung“ signifikant voneinander unterscheiden. Ansonsten liegen keine signifikanten Unterschiede vor. Zwischen den Gruppen „keine Belohnung“ und „20€ Belohnung“ ergibt sich ein statistischer Trend ($p > 0.1$) oder anders ausgedrückt: ein „marginal signifikantes“ Ergebnis.

- e) Es wurden insgesamt 40 Personen erhoben. Bei einem Signifikanzniveau von 5% ist die Wahrscheinlichkeit, einen mittleren Effekt ($\Omega^2 = 0,06$ bzw. $f = 0,25$) zu finden, nur ca. 21%. Die Untersuchung hat nicht genügend Teststärke, um mittlere Effekte mit einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit zu entdecken, falls sie existieren.

