Antworten zu Kapitel 10

Auswertungsfragen: Deskriptiv- und inferenzstatistische Methoden

Vorbemerkung: Für die folgenden Aufgaben benötigen Sie Erfahrung im Umgang mit einem Programm zur statistischen Datenanalyse (z.B. SPSS®, Systat®, SAS®). Sie sollten sich vor der Bearbeitung dieser Aufgaben mit den entsprechenden Befehlen, anhand derer Sie die gewünschten Informationen erhalten, vertraut machen.

1 In den Online-Materialien (Ordner „Datenbeispiele") finden Sie die Datei „Kap10_Reaktionszeiten.sav". Führen Sie mit der in dieser Datei abgespeicherten Variablen eine explorative Datenanalyse durch.

1.1 Testen Sie die dort eingetragene Variable auf Ausreißer bzw. Extremwerte sowie auf Normalverteilung.

- **Ausreißeranalyse anhand des Interquartilabstands:** Das 1. Quartil liegt bei $x = 805{,}9$, das 2. Quartil (Median) bei $x = 1023$, das 3. Quartil bei $x = 1388{,}2$. Damit beträgt der Interquartilabstand 1388,2 - 805,9 = 582,3. Der 1,5-fache Interquartilbereich hat damit eine Untergrenze von $805{,}9 - (582{,}3 \cdot 1{,}5) < 0$ (und wird, weil dieser Wert nicht vorkommen kann, auf 0 gesetzt) und eine Obergrenze von $1388{,}2 + (582{,}3 \cdot 1{,}5) = 2261{,}65$. Oberhalb dieser Grenze liegen 39 Fälle (Ausreißer). Der 3-fache Interquartilbereich hat eine Untergrenze von $805{,}9 - (582{,}3 \cdot 3) < 0$ (und wird daher ebenfalls wieder auf 0 gesetzt) und eine Obergrenze von $1388{,}2 + (582{,}3 \cdot 3) = 3135{,}1$. Oberhalb dieser Grenze liegt keiner der Fälle, es gibt also keine Extremwerte.
- **Ausreißeranalyse anhand von z-Werten:** Transformiert man die Rohwerte in Standardwerte (in SPSS geht das mit Hilfe des Syntaxbefehls DESCRIPTIVES VARIABLES=RT_ROH /SAVE.), so ergibt sich eine z-Verteilung mit dem Minimalwert −1,72 und dem Maximalwert +3,71. Damit liegt also kein Wert unterhalb eines z-Wertes von −3, aber 15 Werte liegen oberhalb eines z-Wertes von +3.
- **Ausreißeranalyse anhand von Hebelwerten:** Berechnet man mit Hilfe der Formel auf Seite 206 im Lehrbuch die Mahalanobis-Distanzen für jeden Wert und dividiert diese jeweils durch n-1, erhält man sog. Hebelwerte. Im vorliegenden Datenbeispiel variieren diese Hebelwerte zwischen 0 und 0,016. Wandelt man diese in z-Werte um und entscheidet sich dafür, alle Werte auszuschließen, die auf dem zweiseitigen 5%-Niveau signifikant vom Mittelwert (0) abweichen, so müssten die 43 höchsten Werte ausgeschlossen werden.
- **Test auf Normalverteilung:** Führt man mit Hilfe von SPSS einen Kolmogorov-Smirnov-Test (KS-Test) sowie einen Shapiro-Wilk-Test (SW-Test) auf Abweichung der Häufigkeitsverteilung von einer Normalverteilung durch, so zeigt sich: Sowohl der KS-Test (mit einer Teststatistik von 0,107) als auch der SW-Test (mit einer Teststatistik von 0,914) zei-

© Gollwitzer · Jäger, Evaluation kompakt. Weinheim: Beltz, 2014

gen nicht überraschend, dass die Häufigkeitsverteilung der Reaktionszeiten signifikant von der Normalverteilung abweicht ($p < 0{,}001$). Die SPSS-Ausgabetabelle sieht wie folgt aus:

Tests auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
RT_ROH	,107	868	,000	,914	868	,000

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

1.2 Welche Art der Transformation der Reaktionszeit-Rohdaten kann die Normalverteilung besser approximieren: Eine logarithmische Transformation oder eine inverse Wurzeltransformation?

Dem Kolmogorov-Smirnov-Test zufolge ist die Abweichung von der Normalverteilung im Falle einer inversem Wurzeltransformation nicht signifikant ($p = 0{,}126$), im Falle einer Logarithmustransformation schon ($p = 0{,}009$). Die inverse Wurzeltransformation ist daher eher zur Approximation der Normalverteilung geeignet.

Tests auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
ln_rt	,036	868	,009	,995	868	,004
inv_rt	,027	868	,126	,983	868	,000

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

2 In den Online-Materialien (s. Ordner „Datenbeispiele") finden Sie die Datei „Kap10_Vortestunterschiede.sav". Die Daten beziehen sich auf den Abschnitt „Systematische Vortestunterschiede" in Abschnitt 10.3.6. Eine grafische Darstellung der Mittelwerte finden Sie in Abbildung 10.6 (S. 225). Werten Sie die Daten mit Hilfe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung auf dem Faktor „Zeit" (3 Stufen bzw. Messzeitpunkte, indiziert durch die Variablen LEID_T1, LEID_T2 und LEID_T3) und dem nicht-messwiederholten Faktor „Bedingung" (indiziert durch die Variable BED mit 2 Stufen: 0 = Kontrollgruppe, 1 = Interventionsgruppe) aus.

© Gollwitzer · Jäger, Evaluation kompakt. Weinheim: Beltz, 2014

Anmerkung zum Lösungsweg: Wenn Sie das Datenbeispiel mit SPSS auswerten möchten, können Sie die folgende Befehlssyntax verwenden:

```
GLM LEID_T1 LEID_T2 LEID_T3 BY bed
 /WSFACTOR=zeit 3 simple
 /METHOD=SSTYPE(3)
 /PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ HOMOGENEITY
 /CRITERIA=ALPHA(.05)
 /WSDESIGN=zeit
 /DESIGN=bed.
```

2.1 Prüfen Sie zunächst, ob hier die Sphärizitätsannahme erfüllt ist.

Die Sphärizitätsannahme scheint erfüllt zu sein, da (a) sowohl der Mauchly-Test keine signifikante Abweichung der Kovarianzmatrix von der erwarteten sphärischen Matrix anzeigt (Teststatistik: $\chi^2 = 4{,}336$; $df = 2$; $p = 0{,}114$) als auch (b) der Schätzer für den Greenhouse-Geisser-Parameter ε nahe an 1 liegt ($\hat{\varepsilon} = 0{,}954$).

Mauchly-Test auf Sphärizität

Innersubjekt-effekt	Mauchly-W	Approx. Chi-Quadrat	df	Sig.	Epsilon		
					Green-house-Geisser	Huynh-Feldt	Unter-grenze
zeit	,951	4,336	2	,114	,954	,985	,500

2.2 Prüfen Sie zunächst, ob hier die Varianzhomogenitätsannahme erfüllt ist.

Auch die Varianzhomogenitätsannahme scheint erfüllt zu sein, denn der Levene-Test zeigt für alle drei Messzeitpunkte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Kovarianzmatrix an ($p_1 = 0{,}899$; $p_2 = 0{,}839$; $p_3 = 0{,}197$). Die Nullhypothese, dass die Varianzhomogenitätsannahme erfüllt ist, muss also nicht verworfen werden

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

	F	df1	df2	Sig.
LEID_T1 Leidens-druck_t1	,016	1	88	,899
LEID_T2 Leidens-druck_t2	,042	1	88	,839
LEID_T3 Leidens-druck_t3	1,687	1	88	,197

© Gollwitzer · Jäger, Evaluation kompakt. Weinheim: Beltz, 2014

2.3 Testen Sie für diese Datei, ob die Wechselwirkung zwischen „Messzeitpunkt" (3 Stufen) und „Bedingung" (2 Stufen) signifikant ist.

In der Ausgabetabelle mit der Überschrift „Tests der Innersubjekteffekte" wird ersichtlich, dass der Wechselwirkungseffekt auf dem 5%-Niveau signifikant ist: $F(2,176) = 4,497$; $p = 0,012$ (die entsprechende Zeile ist in der Tabelle markiert).

Tests der Innersubjekteffekte

Quelle		Quadrat-summe	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
zeit	Sphärizität	120,117	2	60,059	3,279	,040	,036
	Greenhouse-Geisser	120,117	1,907	62,979	3,279	,042	,036
	Huynh-Feldt	120,117	1,971	60,955	3,279	,041	,036
	Untergrenze	120,117	1,000	120,117	3,279	,074	,036
zeit * bed	Sphärizität	164,739	2	82,370	4,497	,012	,049
	Greenhouse-Geisser	164,739	1,907	86,375	4,497	,014	,049
	Huynh-Feldt	164,739	1,971	83,599	4,497	,013	,049
	Untergrenze	164,739	1,000	164,739	4,497	,037	,049
Fehler (zeit)	Sphärizität	3223,387	176	18,315			
	Greenhouse-Geisser	3223,387	167,840	19,205			
	Huynh-Feldt	3223,387	173,413	18,588			
	Untergrenze	3223,387	88,000	36,629			

2.4 Berechnen Sie die intraindividuelle Differenz zwischen Pre-Test und Follow-Up. Unterscheidet sich diese Differenz signifikant zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe?

Hierzu muss zunächst eine Differenz- bzw. Kontrastvariable gebildet werden, die den ersten Messzeitpunkt (LEID_T1) mit dem dritten Messzeitpunkt (LEID_T3) kontrastiert. Definiert man in SPSS einfache Kontraste für die Messzeitpunkte (mit Hilfe der Syntaxzeile

```
/WSFACTOR=zeit 3 simple
```

innerhalb des ANOVA-Befehls), braucht man eine solche Kontrastvariable nicht von Hand zu bilden. Aus der Ausgabetabelle „Tests der Innersubjektkontraste" ist ersichtlich, dass dieser Kontrast in der Tat signifikant von der Bedingung abhängt ($F(1,88) = 6,772$; $p = 0,011$). Der Mittelwert in der Kontrollgruppe ($\bar{x}_0 = -0,31$) ist demnach signifikant geringer ist als in der Interventionsgruppe ($\bar{x}_1 = 3,38$). Die entsprechende Zeile ist in der Tabelle markiert

© Gollwitzer · Jäger, Evaluation kompakt. Weinheim: Beltz, 2014

Tests der Innersubjektkontraste

Quelle	zeit	Quadrat-summe	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
zeit	Niveau 1 vs. Niveau 3	208,411	1	208,411	4,669	,033	,050
	Niveau 2 vs. Niveau 3	146,498	1	146,498	4,618	,034	,050
zeit * bed	Niveau 1 vs. Niveau 3	302,278	1	302,278	6,772	,011	,071
	Niveau 2 vs. Niveau 3	174,498	1	174,498	5,501	,021	,059
Fehler(zeit)	Niveau 1 vs. Niveau 3	3928,211	88	44,639			
	Niveau 2 vs. Niveau 3	2791,602	88	31,723			

© Gollwitzer · Jäger, Evaluation kompakt. Weinheim: Beltz, 2014