

## Lösung zu Kapitel 8: Beispiel 4

### Kurierdienste

In den letzten Jahren sind viele Firmen dazu übergegangen, ihre Korrespondenz ganz oder teilweise von privaten Kurierdiensten befördern zu lassen. Ein grosses Unternehmen plant diesen Schritt ebenfalls und möchte unter drei Kurierdiensten einen fest auswählen. Unter anderem ist auch die Zeit, in der Aufträge erledigt werden, ein sehr wichtiges Kriterium. Um die Entscheidung zu erleichtern, werden jedem der drei Kurierdienste 12 zufällig ausgewählte Briefe (zufällige Aufgabezeit, zufälliger Bestimmungsort) zur Beförderung übergeben. Im Datenfile **kurier.sav** sind folgende Variablen enthalten:

**Zeit** benötigte Zeit in Minuten  
**Kurier** Code zur Unterscheidung der Kurierdienste

- Gibt es signifikante Unterschiede in den Zustellzeiten zwischen den drei Kurierdiensten?

Zur Veranschaulichung der Daten werden zunächst Boxplots der drei Gruppen (► Abbildung 1) erstellt:

PASW

#### Diagramme

##### Diagrammerstellung...

in Galerie auswählen von Boxplot

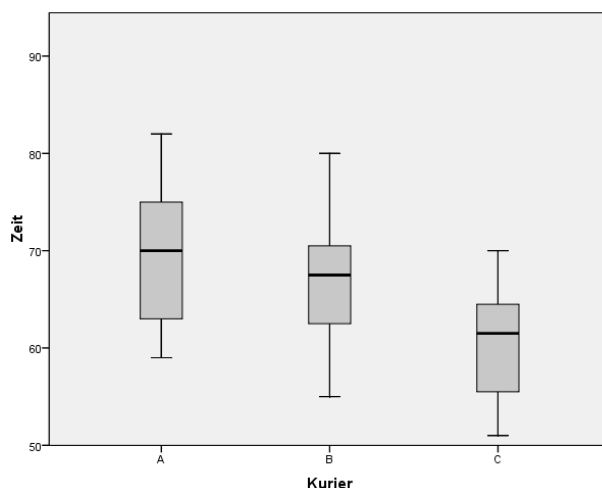
Doppelklick auf das Galeriediagramm **gruppierter Boxplot**

(die Vorschau erscheint in der Zeichenfläche)

Variable (hier **Kurier**) in das Feld **X-Achse?** ziehen

Variable (hier **Zeit**) in das Feld **Y-Achse?** ziehen

**OK**



**Abbildung 1:** Boxplots der Kurierdienste (**Kurier**) bezüglich der benötigten Zeit in Minuten (**Zeit**).

Aus der Grafik (► Abbildung 1) ist gut ersichtlich, dass Kurier 1 im Mittel eine längere Zustellzeit benötigt als die beiden anderen. Am schnellsten war im Schnitt Kurier 3 unterwegs. Die Daten werden nun anschließend mittels ANOVA numerisch analysiert.

## Analysieren

## Mittelwerte vergleichen

## Einfaktorielle ANOVA...

Metrische Variable (hier Zeit) ➤ Abhängige Variablen:

Variable für Gruppendefinition (hier Kurier) ➤ Faktor:

unter Optionen...

Levene-Test durch Test auf Homogenität der Varianzen ☒

Weiter

unter Post hoc...

Auswahl von Post-Hoc-Tests

Weiter

OK

## Test der Homogenität der Varianzen

Zeit

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
,805	2	33	,456

## ONEWAY ANOVA

Zeit

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	482,722	2	241,361	5,316	,010
Innerhalb der Gruppen	1498,167	33	45,399		
Gesamt	1980,889	35			

## Mehrfachvergleiche

Zeit  
LSD

(I) Kurier	(J) Kurier	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
A	B	2,667	2,751	,339	-2,93	8,26
	C	8,750*	2,751	,003	3,15	14,35
B	A	-2,667	2,751	,339	-8,26	2,93
	C	6,083*	2,751	,034	,49	11,68
C	A	-8,750*	2,751	,003	-14,35	-3,15
	B	-6,083*	2,751	,034	-11,68	-,49

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0,05 signifikant.

Abbildung 2: Einfaktorielle Varianzanalyse inkl. Post-Hoc-Tests.

Aus ► Abbildung 2 kann man ablesen, dass die Varianzen homogen sind und können somit die einfaktorielle ANOVA anwenden (andernfalls wäre der Kruskal-Wallis-Test die geeignete Alternative). Obwohl die Grafik anfangs etwas gegen die Annahme, dass die Zustelldauer aller Kurier im Mittel gleich ist (Nullhypothese), sprach kann diese durch das Ergebnis der ANOVA verworfen werden. Es gibt also einen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen von Kurierdiensten.

Betrachtet man die Ergebnisse des Post-Hoc-Tests (hier wurde im Unterschied zum Buch ein anderer Post-Hoc-Test, nämlich die LSD-Methode gewählt, da diese zum Vergleich von drei Gruppen geeignet ist und für drei Gruppen auch das multiple  $\alpha$ -Niveau von 0,05 eingehalten wird) unterscheidet sich nur Kurier C von A und B in der Zustelldauer. Er benötigt signifikant länger als die beiden anderen.