Übung ANOVA

Für alle Tests: Signifikanzniveau $1 - \alpha = 95\%$

Die Ergebnisse dieser Übungen werden diesmal durch die Teilnehmer präsentiert, also müssen Sie alle Aktivitäten ausreichend dokumentieren! (Es gibt keine Musterlösung)

Übung ANOVA

Fehlertypen

In einem Produktionsprozess erwarten Sie aus Erfahrung eine typische Verteilung von vier möglichen Fehlertypen. Nach Durchführung von Veränderungen an der Linie wollen Sie überprüfen, ob diese Fehlerverteilung noch Bestand hat.

Ihnen liegen die folgenden Werte vor:

	Systemfehler	Mech. Fehler	Elektr. Fehler	Operator-fehler
Erwartet	70	10	10	10
Beobachtet	119	25	13	15

Überprüfen Sie mit einem geeigneten statistischen Testverfahren, ob und ggf. wie sich die Veränderungen auf die Fehlerhäufigkeiten ausgewirkt haben. Wie lauten die Nullhypothese und die Alternativhypothese für diesen Test?

Übung ANOVA

Fehlertypen

$\boldsymbol{H_0} : \chi^2_{emp.} < \chi^2_{krit.}$ Die Verteilung folgt dem erwarteten Verlauf

$\boldsymbol{H_1} : \chi^2_{emp.} \geq \chi^2_{krit.}$ Die Verteilung folgt nicht dem erwarteten Verlauf

Übung ANOVA

Fehlertypen

	Systemfehler	Mech.Fehler	Elektr.Fehler	Operatorfehler
Erwartet [%]	70 %	10 %	10 %	10 %
Erwartet	120,4	17,2	17,2	17,2
Beobachtet	119	25	13	15
χ^2	0,0163	3,5372	1,0256	0,2814

$$\chi^2_{emp.} = \mathbf{0,0163 + 3,5372 + 1,0256 + 0,2814 = 4,8605}$$

$$\chi^2_{krit.} = \mathbf{7,8147}$$

$$\chi^2_{emp.} < \chi^2_{krit.}: \textbf{Es gilt die Nullhypothese}$$

Übung ANOVA

Standorte

Ein Unternehmen produziert mit vergleichbaren Prozessen in drei verschiedenen Werken. Es liegen Fehlerdaten für verschiedene Fehlertypen für die drei Werke vor. Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen den Werken?

Fehler	Montage	Funktion	Transport
Werk 1	195	340	65
Werk 2	220	320	160
Werk 3	385	180	135

Übung ANOVA

Standorte

$\boldsymbol{H_0} : \chi^2_{emp.} < \chi^2_{krit.}$ Die Werke arbeiten mit gleichem Fehlerniveau
$\boldsymbol{H_1} : \chi^2_{emp.} \geq \chi^2_{krit.}$ Die Werke arbeiten mit unterschiedlichem Fehlerniveau

Übung ANOVA

Standorte

Ausgangsdaten

Fehler	Montage	Funktion	Transport	ZS
Werk 1	195	340	65	600
Werk 2	220	320	160	700
Werk 3	385	180	135	700
SS	800	840	360	2000

Erwartungswerte

Fehler	Montage	Funktion	Transport
Werk 1	240	252	108
Werk 2	280	294	126
Werk 3	280	294	126

χ^2-Anteil	Montage	Funktion	Transport
Werk 1	8,4375	30,7302	17,1204
Werk 2	12,8571	2,2993	9,1746
Werk 3	39,3750	44,2041	0,6429

χ^2	Krit. Wert	df
164,8410	9,488	4

Übung ANOVA

Standorte

$\chi^2_{emp.} = \mathbf{164,84}$

$\chi^2_{krit.} = \mathbf{9,49}$

$\chi^2_{emp.} > \chi^2_{krit.}$: **Es gilt die Alternativhypothese**

Übung ANOVA

Lackiererei II

In einer Lackiererei sollen für drei verschiedene Lackierungsarten die Trocknungszeiten überprüft werden. Es wurden für jeden Effekt eine Stichprobe von 30 Teilen genommen (*Übung_ANOVA.xlsx* Datensätze: Standard, Metallic, Perleffekt)

Überprüfen Sie mit einem geeigneten statistischen Testverfahren, ob sich die Trockenzeiten in Abhängigkeit des Lackeffektes signifikant voneinander unterscheiden.

Wie lauten die Nullhypothese und die Alternativhypothese für diesen Test?

Gibt es unter den selben Voraussetzungen einen signifikanten Unterschied bei der Streuung?

Übung ANOVA

Lackiererei II

Die Deskriptivstatistik hatten wir bereits in der eingeschränkten Lackierereiaufgabe dargestellt. Die Beschreibung erfolgt hier in vergleichbarer Weise, nur kommt ein dritter Datensatz hinzu.

Test auf Normalverteilung

```
p-values adjusted by the Holm method:
           unadjusted adjusted
Metallic   0.081736   0.24521
Perleffekt 0.927116   0.92712
Standard   0.354580   0.70916
```

Alle p-Werte > α: Alle Datensätze sind normalverteilt

Übung ANOVA

Lackiererei II

Test auf gleiche Varianz

```
Bartlett test of homogeneity of variances

data:  variable by factor
Bartlett's K-squared = 0.96541, df = 2, p-value = 0.6171
```

p-Wert > α: Gleiche Varianz für alle Datensätze

Übung ANOVA

Lackiererei II

```
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
factor        2  527.1  263.55   231.4 <2e-16 ***
Residuals    87   99.1    1.14
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

p-Wert < α: Mindestens zwei Mittelwerte unterscheiden sich von einander

Es folgt ein paarweiser Vergleich

Übung ANOVA

Lackiererei II

```
Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts
Fit: aov.default(formula = variable ~ factor, data = StackedData)

Linear Hypotheses:
                            Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
Perleffekt - Metallic == 0   1.5533     0.2755   5.638 <0.000001 ***
Standard - Metallic == 0    -4.1777     0.2755 -15.163 <0.000001 ***
Standard - Perleffekt == 0  -5.7310     0.2755 -20.800 <0.000001 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

Alle p-Werte < α: Alle Mittelwerte unterscheiden sich voneinander

Übung ANOVA

Unbekannte

Ihnen liegen vier Datensätze vor *(Übung_ANOVA.xlsx*
Datensätze: A, B, C, D)

Untersuchen Sie, ob gleiche Mittelwerte bzw. Streuungen vorliegen.

Wie lauten die Nullhypothese und die Alternativhypothese für diese Tests?

Übung ANOVA

Unbekannte

Prüfung auf Normalverteilung

```
p-values adjusted by the Holm method:
  unadjusted adjusted
A 0.17225    0.68899
B 0.85636    1.00000
C 0.50947    1.00000
D 0.51793    1.00000
```

Alle p-Werte > α: Alle Datensätze sind normalverteilt

Übung ANOVA

Unbekannte

Prüfung auf gleiche Varianz

```
Bartlett test of homogeneity of variances

data:  variable by factor
Bartlett's K-squared = 4.3747, df = 3, p-value = 0.2237
```

p-Wert > α: Alle Datensätze haben gleiche Varianz

Übung ANOVA

Unbekannte

Einfaktorielle ANOVA

```
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
factor        3   1310   436.8    7245 <2e-16 ***
Residuals   116      7     0.1
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' , 1
```

p-Wert < α: Mindestens zwei Verteilungen unterscheiden sich von einander

Übung ANOVA

Unbekannte

Paarweiser Vergleich

```
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts


Fit: aov.default(formula = variable ~ factor, data = Unbekannte)

Linear Hypotheses:
           Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
B - A == 0  0.03722    0.06340   0.587   0.9358
C - A == 0 -0.14946    0.06340  -2.357   0.0910 .
D - A == 0  7.59277    0.06340 119.761   <0.001 ***
C - B == 0 -0.18668    0.06340  -2.945   0.0202 *
D - B == 0  7.55555    0.06340 119.174   <0.001 ***
D - C == 0  7.74223    0.06340 122.119   <0.001 ***
```

p-Wert < α: D-A, C-B, D-B und D-C unterscheiden sich von einander, bei B-A und C-A kann man von gleichen Mittelwerten ausgehen

Übung ANOVA

Unbekannte

Paarweiser Vergleich