**Die Varianzanalyse: zwei oder mehr Faktoren**

library(lattice)

library(ez)

source(file.path(pfadu, "phoc.txt"))

**Beispiel 1**

dr = read.table(file.path(pfadu, "dr.txt"))

Die Dauer, *D,* (ms) wurde gemessen zwischen dem Silbenonset und dem H\* Tonakzent in äußerungsinitialen (zB *nächstes)* und -­finalen Silben (*demnächst*) jeweils von 10 Vpn., 5 aus Bayern (B) und 5 aus Schleswig-­Holstein (SH). Inwiefern wird die Dauer von der Position und/oder Dialekt beeinflusst?

head(dr); dim(dr)

# Within/between festlegen

with(dr, table(Vpn, interaction(Position, Dialekt)))

# Position ist within, Dialekt ist between

bwplot(D ~ Position | Dialekt, data = dr)

#

# Drei Fragen (wenn 2 Faktoren)

# 1. Unterschiede im Dialekt?

# 2. Unterschiede in der Position?

# 3. Interaktionsfrage: sind die Unterschiede in der Position ähnlich

# für BY und SH?

ezANOVA(dr, .(D), .(Vpn), .(Position), between = .(Dialekt))

Effect DFn DFd F p p<.05 ges

2 Dialekt 1 8 11.08073 1.040338e-02 \* 0.5367679

3 Position 1 8 98.54695 8.964643e-06 \* 0.6681065

4 Dialekt:Position 1 8 42.48753 1.845250e-04 \* 0.4646369

# ggf. post-hoc tests mit den interagierenden Faktoren durchführen

p = phoc(dr, .(D), .(Vpn), .(Position, Dialekt))

# Faktor 1 (aufgerundet auf 3 Stellen)

round(phsel(p$res), 3)

 t df prob-adj

SH:initial-B:initial -5.123 6.476 0.01

SH:final-B:final -0.467 8.000 1.00

# Faktor 2 (aufgerundet auf 3 Stellen)

round(phsel(p$res, 2), 3)

 t df prob-adj

SH:initial-SH:final 2.571 4 0.372

B:initial-B:final 10.983 4 0.002

*Ergebnis*

Dialekt (F[1, 8]=11.1, p < 0.05) und Position (F[1, 8] = 98.6, p < 0.001) hatten einen signifikanten Einfluss auf die Dauer und es gab eine signifikante Interaktion (F[1, 8]=42.5, p < 0.001) zwischen diesen Faktoren. Post-hoc t-tests mit Bonferroni-Korrektur zeigten signifikante Dauer-Unterschiede zwischen Bayern und Schleswig-Holstein in initialer (p < 0.05) jedoch nicht in finaler Position. Die Dauer-Unterschiede zwischen initialer und finaler Position waren nur für Bayern (p < 0.01) jedoch nicht für Schleswig-Holstein signifikant.

2. (Modifiziert aus http://www.webster.edu/~woolflm/8aanswer.html)

Die Zungenposition (mm) in hohen und tiefen Vokalen wurde in 10 verschiedenen Versuchspersonen gemessen, darunter 5 männlich und 5 weiblich. Inwiefern wird die Zungenposition von Vokalhöhe und Geschlecht beeinflusst?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Geschlecht | Hohe Vokale | Tiefe Vokale |
| m | 10 | 5 |
| m | 7 | 4 |
| m | 9 | 7 |
| m | 6 | 4 |
| m | 8 | 5 |
| w | 5 | 3 |
| w | 4 | 4 |
| w | 6 | 5 |
| w | 3 | 1 |
| w | 2 | 2 |

# Hier muss zuerst ein Data-Frame gebaut werden:

# Hohe Vokale

hoch = c(10, 7, 9, 6, 8, 5, 4, 6, 3, 2)

# Tiefe Vokale

tief = c(5, 4, 7, 4, 5, 3, 4, 5, 1, 2)

# Ein Vektor der Zungepositionen

z = c(hoch, tief)

# Ein passendes Schriftzeichen-Vektor für die Vokal-Höhe

hoehe = c(rep("hoch", length(hoch)), rep("tief", length(tief)))

# Ein passendes Schriftzeichen-Vektor für Geschlecht

g = c(rep("m", 5), rep("w", 5), rep("m", 5), rep("w", 5))

# Ein Code für die 20 verschiedenen Versuchspersonen

Vpn = rep(paste("S", 1:10, sep=""), 2)

# Ein Data-Frame von dem Ganzen

z.df = data.frame(z, H = factor(hoehe), G = factor(g), Vpn = factor(Vpn))

# Versuchspersonen anschauen: welche Faktoren sind within/between?

with(z.df, table(Vpn, interaction(H, G)))

# Abbildung(en)

bwplot(z ~ H | G, data = z.df)

# ggf.: densityplot(~ z | G, groups = H, data =z.df, auto.key=T, plot.points=F, ref=T)

# Drei Fragen (wenn 2 Faktoren)

# 1. Unterschiede im Geschlecht? ja: m > w

# 2. Unterschiede in Vokalhöhe? eventuell ja: hoch > tief

# 3. Interaktionsfrage: sind die Unterschiede in der Vokalhöhe ähnlich

# für Männer und Frauen? eventuell nein, da hoch > tief ausgeprägter ist

# für Männer, weniger für Frauen. Daher vermuten wir, dass die

# Faktoren Geschlecht und Vokalhöhe interagieren werden

# Test

ezANOVA(z.df, .(z), .(Vpn), .(H), between = .(G))

# $ANOVA

# Effect DFn DFd F p p<.05 ges

# 2 G 1 8 11.6129 0.0092535658 \* 0.5555556

# 3 H 1 8 32.0000 0.0004776141 \* 0.3571429

# 4 G:H 1 8 8.0000 0.0222039041 \* 0.1219512

# ggf. post-hoc tests mit den interagierenden Faktoren durchführen

p = phoc(z.df, .(z), .(Vpn), .(H, G))

# Faktor 1 (Ergebnisse aufgerundet auf 4 Kommastellen)

round(phsel(p$res), 4)

# t df prob-adj

# hoch:m-tief:m 5.4772 4 0.0325

# hoch:w-tief:w 2.2361 4 0.5341

# Faktor 2

round(phsel(p$res, 2), 4)

# df prob-adj

# hoch:m-hoch:w 4.0000 8.0000 0.0237

# tief:m-tief:w 2.2361 7.5294 0.3468

Die Zungenposition wurde signifikant von Vokalhöhe (F[1,8] = 32.0, p < 0.001) und von Gender (F[1,8] = 11.6, p < 0.01) beeinflusst, und es gab eine signifikante Interaktion zwischen diesen Faktoren (F[1,8] = 8.0, p < 0.05). Post-hoc t-tests zeigten, signifikante Unterschiede zwischen hohen und tiefen Vokalen in Männern (p < 0.05) aber nicht in Frauen; und signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen nur in hohen (p < 0.05) aber nicht in tiefen Vokalen.