

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 äußerunginitialen (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.