```

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

# Frage 1
ssb = read.table(file.path(pfadu, "ssb.txt"))
ssbm = with(ssb, aggregate(F2, list(Alter, Wort, Vpn), mean))
names(ssbm) = c("Alter", "Wort", "Vpn", "F2")
p = phoc(ssbm, .(F2), .(Vpn), .(Alter, Wort))
round(phsel(p$res), 3)
round(phsel(p$res, 2), 3)
# Post-hoc Bonferroni t-tests
# zeigten die folgenden Ergebnisse.
# Es gab altersbedingte F2-Unterschiede in swoop (p < 0.05) und in who`d (p < 0.05)
# jedoch nicht in used. Innerhalb der alten Gruppe unterschieden sich in F2
# swoop und used (p < 0.05) sowie used und who`d (p < 0.01) aber
# nicht swoop und who`d. Innerhalb der jungen Gruppe unterschieden sich in F2
# nur used-who`d (p < 0.05).

# Frage 2
param = read.table(file.path(pfadu, "param.txt"))
names(param)
head(param)
with(param, table(Vpn, interaction(Cont, Group)))
with(param, table(Vpn, Group))
with(param, table(Vpn, Cont))
# Group ist between; Cont ist within
boxplot(slopes ~ Cont * Group, data = param)
# lei > mie; und alt < jung < Stand. Eventuell keine Interaktion
# (da das lei/mie Verhältnis ähnlich ist in allen 3 Gruppen)
ezANOVA(param, .(slopes), .(Vpn), .(Cont), .(Group))
# Group (F[2,45] = 22.5, p < 0.001) sowie Cont (F[1,45] = 22.0, p < 0.001)
# hatten signifikante Einflüsse auf die Neigungen und es
# gab keine Interaktion zwischen diesen Faktoren.

#####
# Frage 3
# Amplitude ist eindeutig ein within-Faktor, da
# es 3 Werte pro Sprecher gibt
leise = c(250, 225, 270, 235, 215)
normal = c(255, 235, 282, 240, 220)
laut = c(262, 230, 285, 246, 223)
d = c(leise, normal, laut)
amp = rep(c("leise", "normal", "laut"), each=5)
vpn = rep(LETTERS[1:5], 3)
amp.df = data.frame(d, Vpn = factor(vpn), Amplitude = factor(amp))
boxplot(d ~ Amplitude, data = amp.df)
# eventuell Unterschiede zwischen laut und leise
ezANOVA(amp.df, .(d), .(Vpn), .(Amplitude))
# Die Dauer wurde signifikant von der Amplitude beeinflusst
# (F[2,8] = 17.3, p < 0.01)
# Wenn man jetzt zusätzlich prüfen will, ob es
# zwischen den Stufen Unterschiede gibt:
p = phoc(amp.df, .(d), .(Vpn), .(Amplitude))

```

```

round(phsel(p$res), 3)
round(phsel(p$res, 2), 3)
# Post-hoc Bonferroni korrigierte t-tests zeigten
# signifikante Unterschiede zwischen leise und normal (p < 0.05)
# und leise und laut (p < 0.01), jedoch nicht zwischen
# normal und laut
# (Eventuell müsste der Boxplot neu gemalt werden,
# um zu sehen inwiefern
# die pro-Sprecher Unterschiede von 0 abweichen,
# denn das ist das, was in einem within-Faktor geprüft wird
par(mfrow=c(1,3))
boxplot(leise - normal)
boxplot(leise - laut)
boxplot(normal - laut)

# noch mal mit dem selben Bereich
ylim = c(-15, 0)
boxplot(leise - normal, ylim = ylim, main = "leise-normal")
boxplot(leise - laut, ylim = ylim, main = "leise-laut")
boxplot(normal - laut,ylim = ylim, main = "normal-laut" )

# Frage 4
noise = read.table(file.path(pfadu, "noise.txt"))
head(noise)
with(noise, table(Subj, interaction(Type, Noise)))
boxplot(rt ~ Type * Noise, data = noise)
# noise > quiet; spont > read > isol
# eine Interaktion könnte vorliegen (da read und spont
# wesentlich größer sind in noise als no-noise)

ezANOVA(noise, .(rt), .(Subj), .(Type, Noise))
noise.ph = phoc(noise, .(rt), .(Subj), .(Type, Noise))
round(phsel(noise.ph$res), 3)
round(phsel(noise.ph$res, 2), 3)
# Die Reaktionszeit wurde signifikant beeinflusst von
# Type (F[2,18] = 40.7, p < 0.001) und von Noise
# F[1,9] = 33.8, p < 0.001) und es gab eine signifikante
# Interaktion zwischen diesen Faktoren (F[2,18] = 45.3, p < 0.001).
# (Wir müssten die Freiheitsgrade mit dem Huyhn-Feldt-Epsilon
# modifizieren, da der Greenhouse-Geisser-Epsilon > 0.75 ist;
# jedoch ist der H-F-Epsilon > 1, daher einfach keine
# Korrektur anwenden).
# Post-hoc Bonferroni korrigierte t-tests zeigten
# signifikante Unterschiede in der Reaktionszeit
# zwischen quiet und noise in read (p < 0.05) und
# in spont (p < 0.001) jedoch nicht in isolated Sprechstilen;
# und es gab signifikante Unterschiede zwischen
# allen Sprechstilkombinationen (isolated vs read: p < 0.001;
# isolated vs. spont, p < 0.001; read vs. spontaneous, p < 0.01)
# in noise jedoch keine solchen Unterschiede in quiet.

```

```
#####
```

```

# Frage 5
auf = read.table(file.path(pfadu, "auf.txt"))
with(auf, table(Vpn, interaction(Lang, Monat)))
# Lang ist between, Monat ist within
boxplot(RT ~ Lang * Monat, data = auf)
# Unterschiede zwischen den Sprachen aber nur in 0 Monaten
# (daher eine Interaktion)
# 0 Monate ist deutlich höher als 6 Monate
ezANOVA(auf, .(RT), .(Vpn), .(Monat), .(Lang))
ph = phoc(auf, .(RT), .(Vpn), .(Monat, Lang))
round(phsel(ph$res), 3)
round(phsel(ph$res, 2), 3)
# Lang (F[1,8] = 16.1, p < 0.01) sowie Monat (F[1,8] = 13.7, p < 0.01)
# hatten signifikante Einflüsse auf die Reaktionszeiten
# und es gab eine signifikante Interaktion zwischen diesen Faktoren
# (F[1,8] = 10.3, p < 0.05). Post-hoc Bonferroni-korrigierte t-tests
# zeigten eine nicht ganz signifikanten Unterschied
# zwischen französisch und englisch (p = 0.053) in 0 Monaten,
# jedoch keine sprachbedingten Unterschiede nach 6 Monaten.
# Obwohl es für Monat einen Haupteffekt gab (siehe oben) gab es
# innerhalb der Sprachen keine signifikanten
# Unterschiede zwischen 0 und 6 Monaten weder für die
# Engländer noch für die Franzosen.

```

```

# Frage 6
lok = read.table(file.path(pfadu, "lok.txt"))
head(lok)
with(lok, table(Spr, interaction(Kons, G, P)))
# Artikulationsstelle und Position sind within
# Geschlecht ist between
# Geschlecht hat kaum einen Einfluss
boxplot(slopes ~ G * Kons, data = lok)
boxplot(slopes ~ G * P, data = lok)

# b > d und d > g abgesehen von in finaler Position
boxplot(slopes ~ Kons * P, data = lok)
ezANOVA(lok, .(slopes), .(Spr), .(Kons, P), .(G))
# Dies ist sig:
# 3      Kons    2  16 70.8837841 1.118969e-08      * 0.74474193
# 7      Kons:P   4  32 19.3407256 3.556570e-08      * 0.44073548
# Sphericity beachten:
# 7      Kons:P  0.5767204 1.727432e-05      * 0.8238866 4.608113e-07

# Es sieht aus als gäbe es eine 3-fache G x Kons x P
# Interaktion - jedoch ist diese Interaktion
# nach Sphericity-Korrektur nicht-signifikant.

# Es gibt also (wie zu erwarten) eine Kons x P Interaktion
p = phoc(lok, .(slopes), .(Spr), .(Kons, P))
round(phsel(p$res), 3)
# diese sind sig
# b:initial-d:initial 13.163 9      0.000
# b:initial-g:initial 10.383 9      0.000

```

```

# b:medial-d:medial    13.429  9    0.000
# b:medial-g:medial    19.164  9    0.000
round(phsel(p$res, 2), 3)
# diese sind sig
# b:initial-b:final    4.871  9    0.032
# b:medial-b:final     5.773  9    0.010
# Fazit
# Die Neigungen wurden signifikant von der Artikulationsstelle
# (F[2,16] = 70.9, p < 0.001) beeinflusst, aber es
# gab auch eine signifikante Interaktion mit
# der Position (F[1.2, 18.5] = 19.3, p < 0.001).
# Es gab keinen signifikanten Haupteffekt für Position
# noch für Geschlecht. Post-hoc Bonferroni korrigierte
# t-tests zeigten signifikante Unterschiede
# zwischen /b, d/ und /d, g/ in initialer und in medialer
# Position (p < 0.001 in allen Fällen); die Unterschiede
# zwischen den Neigungen waren jedoch für keine
# Kombinationen der Artikulationsstellen in finaler Position
# signifikant. Bezüglich der Position gab es
# signifikante Unterschiede zwischen allen Kombinationen
# von initialer und finaler (p < 0.05)
# und zwischen medialer und finaler (p < 0.05)
# nur für /b/
# aber für keine anderen Artikulationsstellen.

# Frage 7
rating = read.table(file.path(pfadu, "rating.txt"))
# Lang muss wohl between sein. Die anderen
# eher within
with(rating, table(Vpn, interaction(Gram, Type, Fam)))
# paarweise anschauen
# Es gibt einen high vs moderate Unterschied (Faktor Gram)
boxplot(Rating ~ Lang * Gram, data = rating)
# kaum einen within-Type Unterschied
boxplot(Rating ~ Lang * Type, data = rating)
# kaum einen within-Fam Unterschied
boxplot(Rating ~ Lang * Fam, data = rating)
# hier sieht man wieder den within-Gram Unterschied
boxplot(Rating ~ Gram * Type, data = rating)
# wieder nichts für Fam und Type
boxplot(Rating ~ Fam * Type, data = rating)
# vermutlich einen Effekt für Gram aber für kaum etwas anders
ezANOVA(rating, .(Rating), .(Vpn), .(Type, Gram, Fam), .(Lang))
# Es gibt einen Effekt für Gram, und erstaunlicherweise
# einen Effekt für Type und Gram. Das muss zustande
# kommen, weil die Vpn-Variabilität die Unterschiede maskiert.
# Man wird diese Effekte eher sehen, wenn wir
# die jeweiligen Stufen des within-Faktors voneinander subtrahieren,
# wie es auch der ANOVA für within-Faktoren macht. Zuerst mitteln...
typem = with(rating, aggregate(Rating, list(Type, Vpn), mean))
# neue Namen vergeben
names(typem) = c("Type", "Vpn", "Rating")
# Die Stufen voneinander subtrahieren

```

```

temp = typem$Type == "Identical"
# Unterschiede
d = typem$Rating[temp] - typem$Rating[!temp]
# Weicht d ab von Null? (das ist was der ANOVA
# für einen solchen within-Faktor prüft)
boxplot(d)
# ja. Wie auch der t-test bestätigt. Und das ist der
# Grund weshalb Type im Anova signifikant war.
t.test(d)
# Sicherlich wird es auch so sein für Fam
fam = with(rating, aggregate(Rating, list(Fam, Vpn), mean))
names(fam) = c("Fam", "Vpn", "Rating")
temp = fam$Fam == "New"
# Unterschiede
d = fam$Rating[temp] - fam$Rating[!temp]
boxplot(d)
t.test(d)
# Fazit (aus der ANOVA).
# Rating wurde signifikant von Type ( $F[1,24] = 8.3$ ,  $p < 0.01$ )
# von Gram ( $F[1,24] = 13.6$ ,  $p < 0.001$ ), und von
# Fam ( $F[1,24] = 13.1$ ,  $p < 0.01$ ) jedoch nicht von
# Lang beeinflusst.

# Frage 8
ice = read.table(file.path(pfadu, "ice.txt"))
head(ice)
# es gibt Wiederholungen (wie in der Frage bekannt gegeben
# wird und wie man auch hier sieht:
with(ice, table(Sprecher, interaction(Type, Vokal, Stop)))
# Mitteln
ice.m = with(ice, aggregate(Dauer, list(Type, Vokal, Stop, Sprecher), mean))
names(ice.m) = c("Type", "Vokal", "Stop", "Sprecher", "Dauer")
# Paarweise alles anschauen
# vielleicht ein a-i Unterschied in p (Präaspirierter Position)
boxplot(Dauer ~ Vokal * Type, data = ice.m)
# eventuell wieder ein a-i Unterschied und
# eventuell  $k > p$ 
boxplot(Dauer ~ Vokal * Stop, data = ice.m)
#  $p > q$ . Ob es Unterschiede in der Artikulationsstelle geben wird
# ist schwer zu sagen
boxplot(Dauer ~ Type * Stop, data = ice.m)
ezANOVA(ice.m, .(Dauer), .(Sprecher), .(Type, Vokal, Stop))
# Type, Vokal, Stop sind sig. aber wir sehen hier (leider) eine dreifache Interaktion
# (Wenn die dreifache Interaktion sig. ist, braucht man meistens
# die zweifachen Interaktionen wenn vorhanden (wie hier
# mit Type x Vokal) gar nicht zu prüfen, denn diese
# Kombinationen werden sowieso durch die dreifache Interaktion abgedeckt
p = phoc(ice.m, .(Dauer), .(Sprecher), .(Type, Vokal, Stop))
round(phsel(p$res), 3)
# p und q unterscheiden sich doch nicht
round(phsel(p$res, 2), 3)
# diese sind signifikant
# p:a:k-p:i:k 6.379 8 0.014

```

```

# p:a:p-p:i:p 5.896 8 0.024
round(phsel(p$res, 3), 3)
# aber hier gar nichts

# Fazit
# Obwohl die Dauer signifikant von (Type F[1,8] = 6.5, p < 0.05),
# Vokal (F[1,8] = 7.9, p 0.05), und Stop F[1.6, 12.8] = 17.4, p < 0.001)
# [hier die H-F Korrektur anwenden]
# signifikant beeinflusst wurden, gab es auch eine signifikante
# Interaktion zwischen diesen Faktoren
# (F[2,16] = 4.1, p < 0.05) [hier müsste man die H-F Korrektur
# nehmen, die aber > 1 ist, und die daher ignoriert werden kann]
# Post-hoc Bonferroni korrigierte t-tests zeigten
# signifikante Unterschiede zwischen /a/ und /i/ aber
# nur für präaspierte /k/ (p < 0.05) und für
# präaspierte /p/ Plosive (p < 0.05).

# Frage 9
rtdaten = read.table(file.path(pfadu, "rtdaten.txt"))
# Von der Frage sieht man, dass Gruppe sicherlich ein
# between-factor ist. Cons und Pair sind sicherlich within
head(rtdaten)

with(rtdaten, table(Listener, Cons, Pair))
# paarweise prüfen. Hier fällt nichts auf...
boxplot(RT ~ Cons * Pair, data = rtdaten)
# d > r; spannat > die anderen Gruppen
boxplot(RT ~ Cons * Group, data = rtdaten)
# hier fällt wieder nur auf spannat > die anderen Gruppen
boxplot(RT ~ Pair * Group, data = rtdaten)

ezANOVA(rtdaten, .(RT), .(Listener), .(Pair, Cons), .(Group))
# sig. Effekte für Group und für Cons; aber eine Cons x Pair Interaktion
p = phoc(rtdaten, .(RT), .(Listener), .(Pair, Cons))
round(phsel(p$res), 3)
# d:same-r:same 8.231 51 0
round(phsel(p$res, 2), 3)
# r:same-r:diff -2.839 51 0.039
# Fazit
# Die Sprachgruppe (F[3,48] = 5.0, p < 0.01),
# und Cons (F[1,48] = 48.7, p < 0.001)
# beeinflussten signifikant die Reaktionszeiten
# und es gab eine Interaktion zwischen
# Cons und Pair (F[1,48] = 40.5, p < 0.001).
# Post-hoc Bonferroni korrigierte t-tests zeigten
# einen signifikanten Unterschied zwischen /d/ und /r/
# für same (p < 0.001); und same und different
# unterschieden sich nur in /r/ (p 0.05) jedoch nicht in /d/

# Frage 10
vcv = read.table(file.path(pfadu, "vcv.txt"))
head(vcv)
# Vowel, Left, Right sind sicherlich within; Lang between

```

```

with(vcv, table(Subject, interaction(Vowel, Left, Right)))
# es gibt aber Wiederholungen. Daher zuerst mitteln
vcv.m = with(vcv, aggregate(RT, list(Vowel, Lang, Left, Right, Subject), mean))
names(vcv.m) = c("Vowel", "Lang", "Left", "Right", "Subject", "RT")
# paarweise prüfen. Hier nicht sehr viel
boxplot(RT ~ Vowel * Lang, data = vcv.m)
# a ist am niedrigsten
boxplot(RT ~ Vowel * Left, data = vcv.m)
# schwer zu sagen...
boxplot(RT ~ Vowel * Right, data = vcv.m)
# nicht sehr viel hier
boxplot(RT ~ Lang * Left, data = vcv.m)
# auch nicht hier
boxplot(RT ~ Lang * Right, data = vcv.m)
# sehr schwer hier etwas zu sagen...
boxplot(RT ~ Left * Right, data = vcv.m)
ezANOVA(vcv.m, .(RT), .(Subject), .(Vowel, Left, Right), .(Lang))
# Haupteffekte für Vowel, Left, Right; es gibt eine Left x Right
# Interaktion; auch eine dreifache Vowel x Left x Right Interaktion
# die aber wegen Sphericity dann doch nicht signifikant ist
# Wir prüfen also die Left x Right Interaktion
p = phoc(vcv.m, .(RT), .(Subject), .(Left, Right))
# Wenn dies passiert:
# Unique values per subject-factor...
# müssen wir zuerst über die Faktoren, die
# wir post-hoc testen wollen, mitteln
lr = with(vcv.m, aggregate(RT, list(Left, Right, Subject), mean))
names(lr) = c("Left", "Right", "Subject", "RT")
# dann noch einmal den p-hoc test:
p = phoc(lr, .(RT), .(Subject), .(Left, Right))
round(phsel(p$res), 3)
# f:h-s:h      6.483 17      0.000
# s:h-th:h     -7.965 17      0.000
# f:th-s:th    4.696 17      0.007
# f:th-th:th   4.277 17      0.018

round(phsel(p$res, 2), 3)
# f:h-f:sh     5.088 17      0.003
# th:h-th:sh   4.208 17      0.021
# th:h-th:th   4.252 17      0.019
# f:sh-f:th   -4.978 17      0.004

# Fazit
# Die Reaktionszeiten wurden signifikant vom Vokal ( $F[2,32] = 7.9$ ,  $p < 0.01$ )
# sowie von Left ( $F[2,32] = 11.2$ ,  $p < 0.001$ ) und von Right
# ( $F[2,32] = 5.8$ ,  $p < 0.01$ ) beeinflusst. Es gab auch
# eine signifikante Interaktion zwischen
# Left und Right  $F[2.6, 42.2] = 7.5$ ,  $p < 0.001$ .
# Für den linken Kontext
# zeigten post-hoc Bonferroni korrigierte t-tests
# signifikante Unterschiede in den Reaktionszeiten
# zwischen den Paaren /f-s/ ( $p < 0.001$ )
# und zwischen /s-th/ ( $p < 0.001$ ) beide mit /h/ im rechten Kontext;

```

```
# und zwischen den Paaren /f-s/ ( $p < 0.01$ ) und  
# /f-th/ beide mit /th/ im rechten Kontext.  
# Für den rechten Kontext zeigten zusätzlich die post-hoc tests  
# signifikante Unterschiede zwischen den Paaren  
# /h-sh/ mit /f/ ( $p < 0.01$ ) im linken Kontext und mit /th/ ( $p < 0.05$ )  
# im linken Kontext; und zwischen den Paaren /h-th/ ( $p < 0.05$ )  
# mit /th/ im linken Kontext und zwischen den Paaren /sh-th/  
# ( $p < 0.01$ ) mit /f/ im linken Kontext.
```