

MSc. Research Methods - Statistikteil Lösungen 2018

Gian-Andrea Egeler

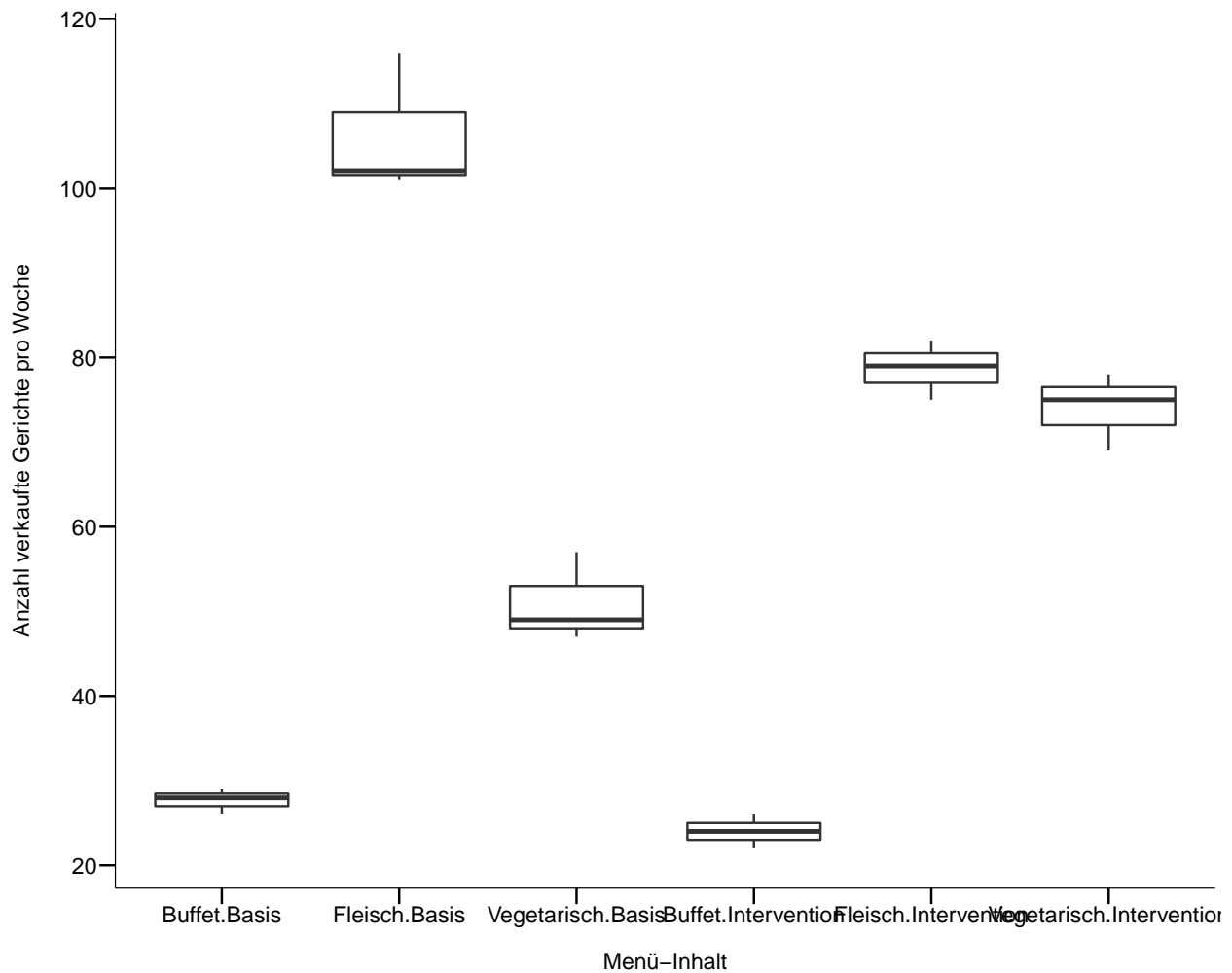
November 2018

Musterlösung Aufgabe 2.3S: ANOVA mit Interaktion

```
# gruppiert Daten gemäss Bedingungen, Menü-Inhalt und Wochen
df_ <- df %>%
  group_by(condit, label_content, week) %>%
  summarise(tot_sold = n()) %>%
  drop_na() # lässt die unbekannten Menü-Inhalte weg

# überprüfe Voraussetzungen für eine ANOVA

# Boxplots zeigt klare Varianzheterogenität
ggplot(df_, aes(x = interaction(label_content, condit), y = tot_sold)) +
  geom_boxplot(fill="white", size = 1) +
  labs(x = "\nMenü-Inhalt", y = "Anzahl verkaufte Gerichte pro Woche\n") +
  mytheme
```



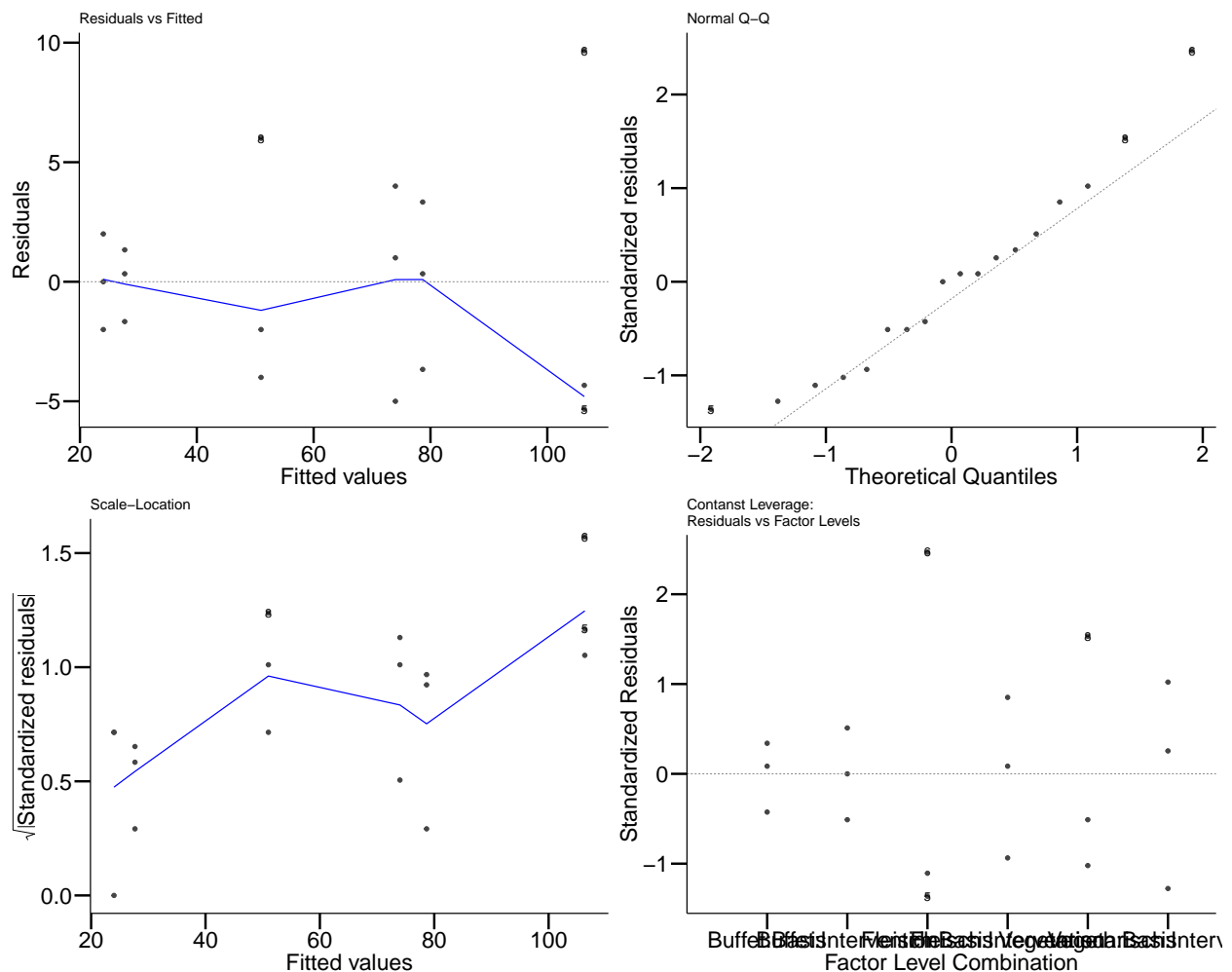
```
# definiert das Modell mit Interaktion
modell1 <- aov(tot_sold ~ label_content * condit, data = df_)

summary.lm(modell1) # Bei Interaktionen dürfen die Haupteffekte nicht mehr interpretiert werden
```

```
##
## Call:
## aov(formula = tot_sold ~ label_content * condit, data = df_)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -5.3333 -3.2500  0.1667  1.8333  9.6667
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value
## (Intercept)      27.667      2.769   9.992
## label_contentFleisch      78.667      3.916  20.090
## label_contentVegetarisch    23.333      3.916   5.959
## conditIntervention      -3.667      3.916  -0.936
## label_contentFleisch:conditIntervention    -24.000      5.538  -4.334
## label_contentVegetarisch:conditIntervention    26.667      5.538   4.815
##
##              Pr(>|t|)
```

```
## (Intercept) 3.61e-07 ***
## label_contentFleisch 1.32e-10 ***
## label_contentVegetarisch 6.62e-05 ***
## conditIntervention 0.367539
## label_contentFleisch:conditIntervention 0.000972 ***
## label_contentVegetarisch:conditIntervention 0.000422 ***
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 4.796 on 12 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.9823, Adjusted R-squared: 0.975
## F-statistic: 133.4 on 5 and 12 DF, p-value: 4.369e-10
```

```
autoplot(modell1) + mytheme # Inspektion der Modellvoraussetzung: sollte ok sein
```



Fazit: Die Inspektion des Modells zeigt keine schwerwiegenden Verletzungen der Modellvoraussetzung. Nächster Schritt Post hoc Tests nach Tukey.

```
# Post hoc Tests nach Tukey
```

```
TukeyHSD(modell1) # Tukey post hoc Tests
```

```
## Tukey multiple comparisons of means
## 95% family-wise confidence level
```

```
##
## Fit: aov(formula = tot_sold ~ label_content * condit, data = df_)
##
## $label_content
##           diff      lwr      upr p adj
## Fleisch-Bufferet      66.66667  59.27969  74.05365 0e+00
## Vegetarisch-Bufferet   36.66667  29.27969  44.05365 0e+00
## Vegetarisch-Fleisch -30.00000 -37.38698 -22.61302 4e-07
##
## $condit
##           diff      lwr      upr      p adj
## Intervention-Basis -2.777778 -7.703587 2.148031 0.2427422
##
## $`label_content:condit`
##                                     diff      lwr
## Fleisch:Basis-Bufferet:Basis      78.666667  65.513871
## Vegetarisch:Basis-Bufferet:Basis   23.333333  10.180538
## Buffet:Intervention-Bufferet:Basis  -3.666667 -16.819462
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Basis  51.000000  37.847205
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Basis  46.333333  33.180538
## Vegetarisch:Basis-Fleisch:Basis   -55.333333 -68.486129
## Buffet:Intervention-Fleisch:Basis  -82.333333 -95.486129
## Fleisch:Intervention-Fleisch:Basis  -27.666667 -40.819462
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Basis -32.333333 -45.486129
## Buffet:Intervention-Vegetarisch:Basis -27.000000 -40.152795
## Fleisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  27.666667  14.513871
## Vegetarisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  23.000000   9.847205
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Intervention  54.666667  41.513871
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Intervention  50.000000  36.847205
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Intervention  -4.666667 -17.819462
##                                     upr      p adj
## Fleisch:Basis-Bufferet:Basis      91.819462 0.0000000
## Vegetarisch:Basis-Bufferet:Basis   36.486129 0.0007250
## Buffet:Intervention-Bufferet:Basis   9.486129 0.9291473
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Basis  64.152795 0.0000002
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Basis  59.486129 0.0000007
## Vegetarisch:Basis-Fleisch:Basis   -42.180538 0.0000001
## Buffet:Intervention-Fleisch:Basis  -69.180538 0.0000000
## Fleisch:Intervention-Fleisch:Basis  -14.513871 0.0001479
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Basis -19.180538 0.0000313
## Buffet:Intervention-Vegetarisch:Basis -13.847205 0.0001871
## Fleisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  40.819462 0.0001479
## Vegetarisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  36.152795 0.0008244
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Intervention  67.819462 0.0000001
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Intervention  63.152795 0.0000003
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Intervention   8.486129 0.8326526
```

Methoden

Ziel war es die Unterschiede in den Verkaufszahlen pro Menü-Inhalt und pro Bedingung aufzuzeigen. Da die Kriteriumvariable (Verkaufszahlen) metrisch und die beiden Prädiktorvariablen kategorial sind, wurde eine zweifaktorielle ANOVA mit Interaktion gerechnet. Die visuelle Inspektion des Modells zeigte keine schwerwiegenden Verletzungen der Voraussetzungen. Um die Einzelvergleiche zu sehen, wurde ein Post hoc Test nach Tukey durchgeführt.

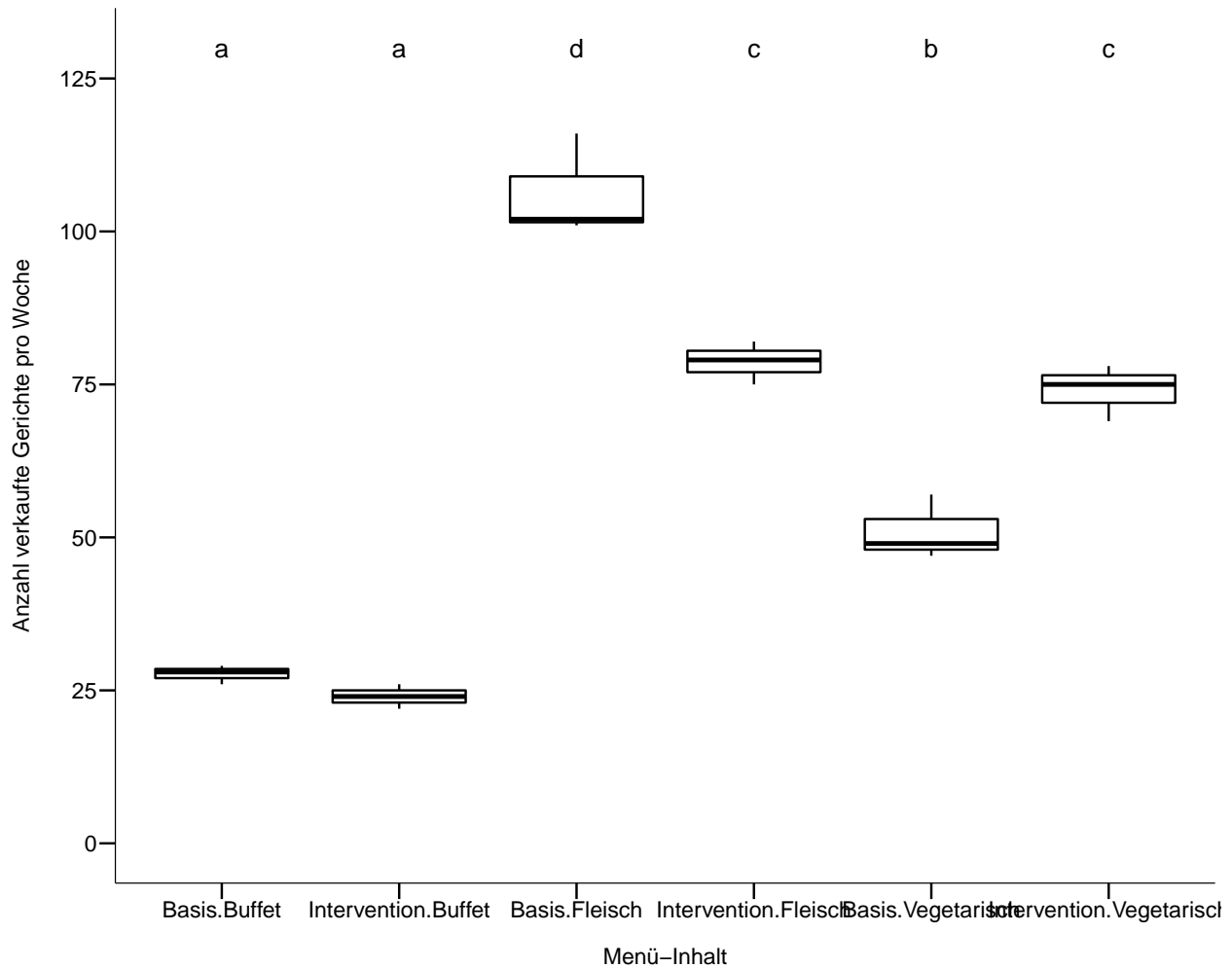


Figure 1: Box-Whisker-Plots der wöchentlichen Verkaufszahlen pro Menü-Inhalte. Kleinbuchstaben bezeichnen homogene Gruppen auf $p < .05$ nach Tukeys post-hoc-Test.

Ergebnisse

Die Menü-Inhalte (Fleisch, Vegetarisch und Buffet) zwischen den Bedingungen Basis oder Interventionswochen unterscheiden sich in den Verkaufszahlen signifikant ($F(5, 12) = 290.821, p < .001$). Anschliessend durchgeführte Post-hoc-Tests (Tukey-Tests) zeigen vor allem zwei interessante Ergebnisse: 1) in den Interventionswochen wurde signifikant weniger Fleischgerichte gekauft als in den Basiswochen 2) in den Interventionswochen wurden signifikant mehr vegetarische Gerichte verkauft (siehe Figure 1 oder Figure 2).

Box-Whisker-Plots der wöchentlichen Verkaufszahlen pro Menü-Inhalte. Kleinbuchstaben bezeichnen homogene Gruppen auf $p < .05$ nach Tukeys post-hoc-Test.

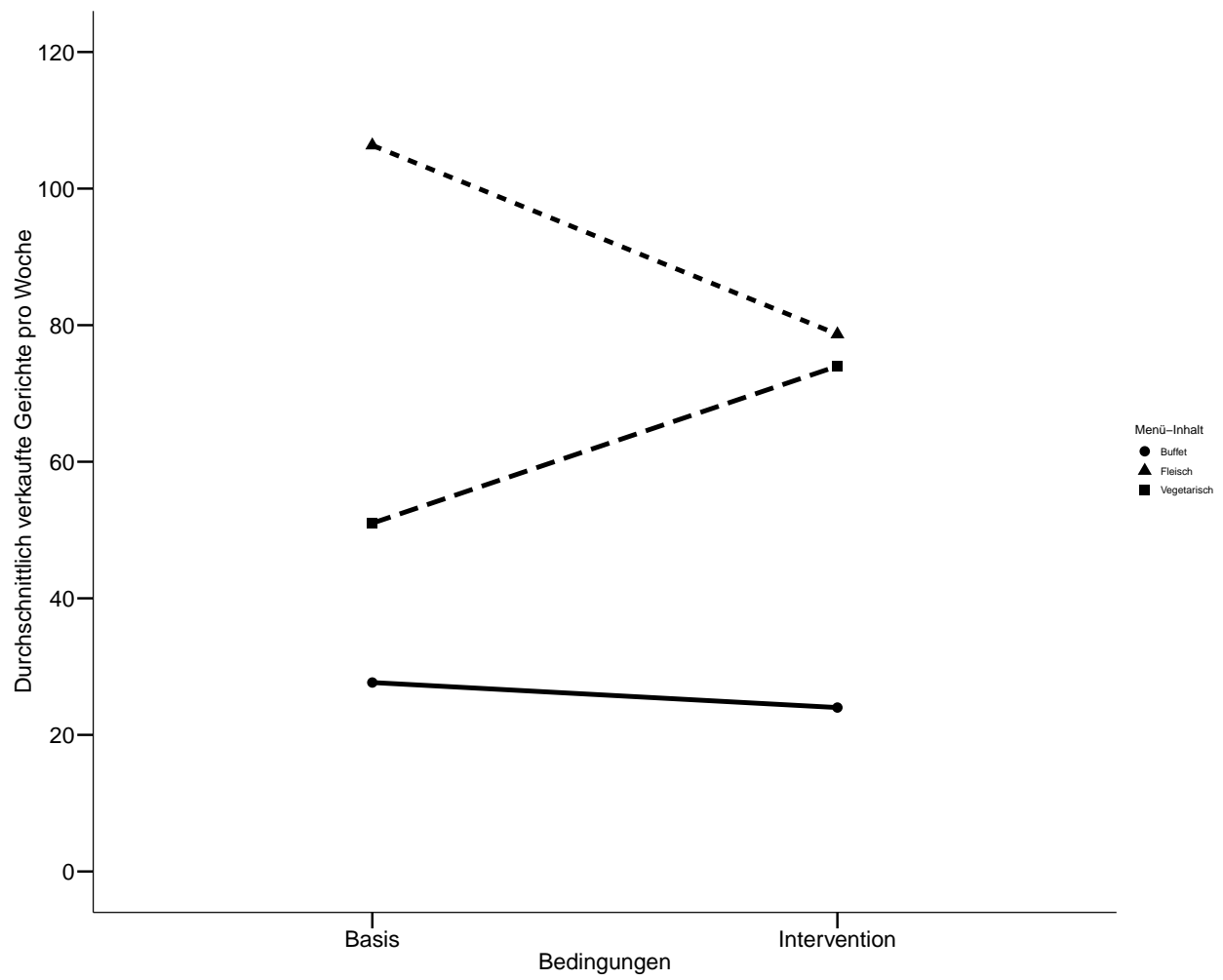


Figure 2: Wöchentliche Verkaufszahlen aggregiert für die drei Menü-Inhalte.