

# MSc. Research Methods - Statistikteil Lösungen 2018

Gian-Andrea Egeler

January 2019

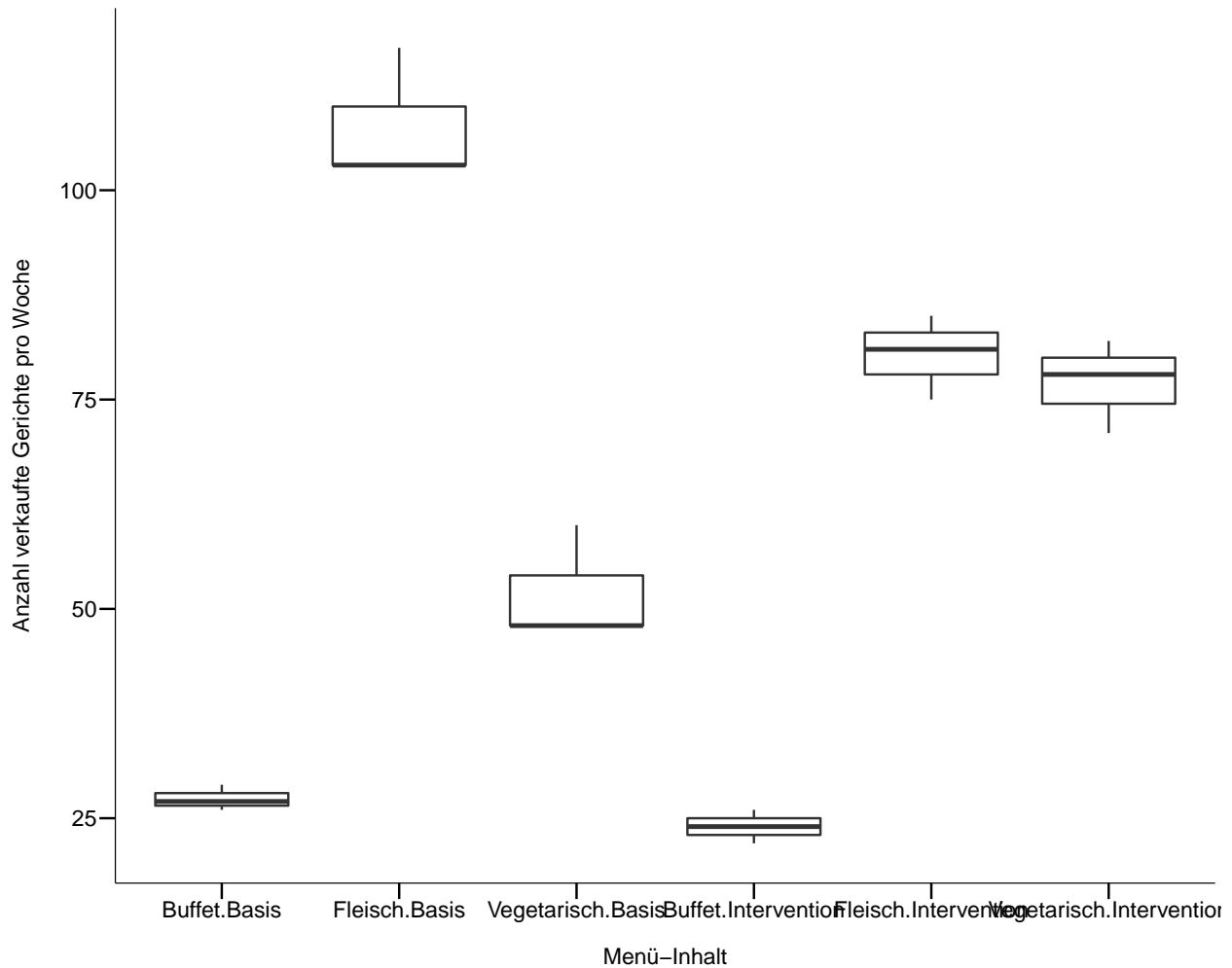
## Musterlösung Aufgabe 2.3S: ANOVA mit Interaktion

```
# klonen den originalen Datensatz
df <- nova

# fasst die vier Inhalte der Gerichte zu drei Inhalten zusammen.
df$label_content[grepl("Pflanzlich+",df$label_content)] <- "Vegetarisch"

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

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



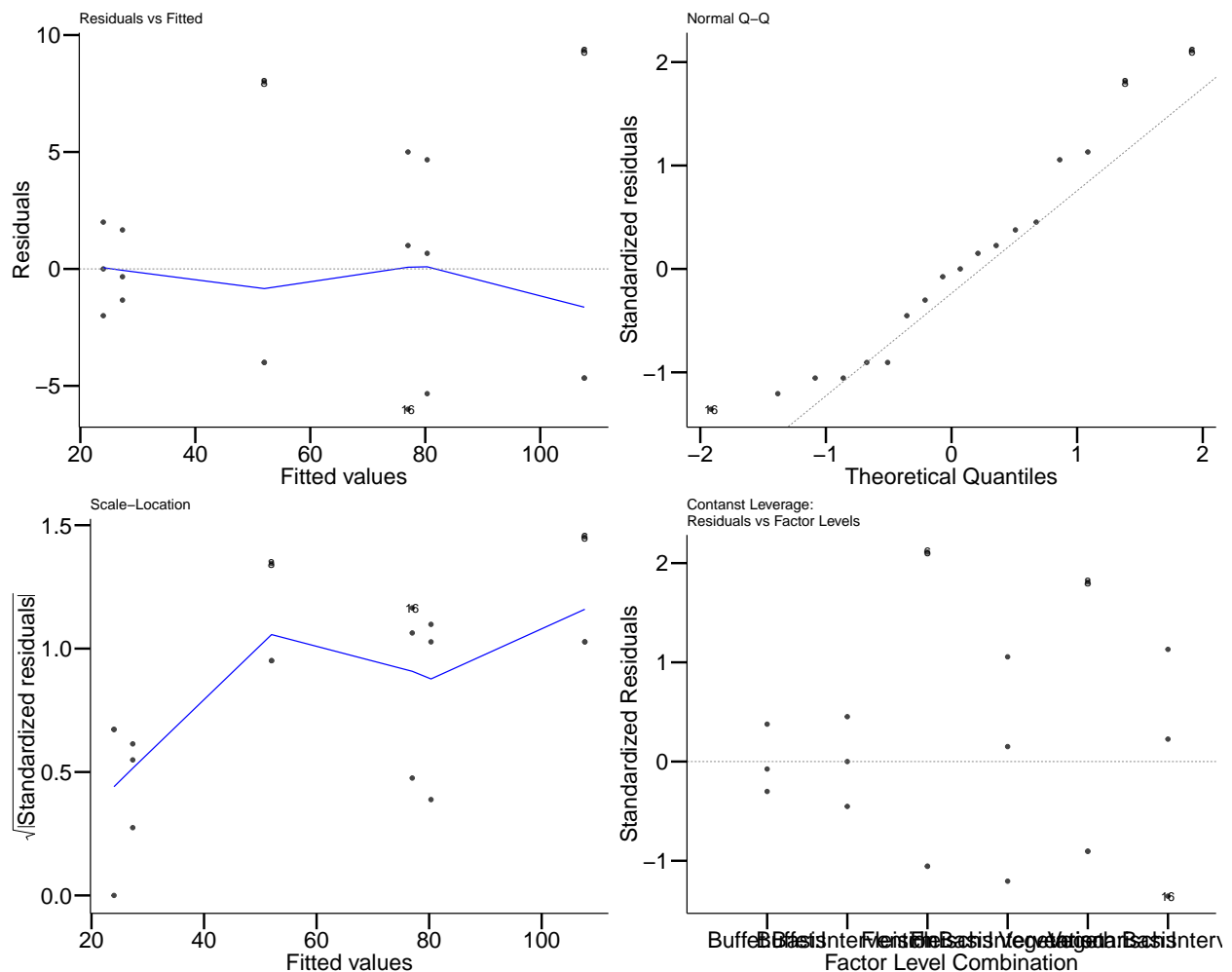
```
# definiert das Modell mit Interaktion
modell1 <- aov(tot_sold ~ label_content * condit, data = df_)

summary.lm(modell1)
```

```
##
## Call:
## aov(formula = tot_sold ~ label_content * condit, data = df_)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -6.0000 -4.0000 -0.1667  1.9167  9.3333
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value
## (Intercept)      27.333      3.127   8.741
## label_contentFleisch      80.333      4.422  18.166
## label_contentVegetarisch    24.667      4.422   5.578
## conditIntervention      -3.333      4.422  -0.754
## label_contentFleisch:conditIntervention    -24.000      6.254  -3.838
## label_contentVegetarisch:conditIntervention    28.333      6.254   4.531
##
## Pr(>|t|)
```

```
## (Intercept) 1.50e-06 ***
## label_contentFleisch 4.27e-10 ***
## label_contentVegetarisch 0.000120 ***
## conditIntervention 0.465516
## label_contentFleisch:conditIntervention 0.002363 **
## label_contentVegetarisch:conditIntervention 0.000689 ***
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 5.416 on 12 degrees of freedom
## Multiple R-squared: 0.9787, Adjusted R-squared: 0.9698
## F-statistic: 110.3 on 5 and 12 DF, p-value: 1.334e-09
```

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



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 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      68.33333  59.99107  76.67559 0.0e+00
## Vegetarisch-Bufferet   38.83333  30.49107  47.17559 1.0e-07
## Vegetarisch-Fleisch -29.50000 -37.84226 -21.15774 1.9e-06
##
## $condit
##           diff      lwr      upr    p adj
## Intervention-Basis -1.888889 -7.451701  3.673923 0.4736291
##
## $`label_content:condit`
##                                     diff      lwr
## Fleisch:Basis-Bufferet:Basis      80.333333  65.47963
## Vegetarisch:Basis-Bufferet:Basis   24.666667   9.81296
## Buffet:Intervention-Bufferet:Basis  -3.333333 -18.18704
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Basis  53.000000  38.14629
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Basis  49.666667  34.81296
## Vegetarisch:Basis-Fleisch:Basis   -55.666667 -70.52037
## Buffet:Intervention-Fleisch:Basis  -83.666667 -98.52037
## Fleisch:Intervention-Fleisch:Basis  -27.333333 -42.18704
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Basis -30.666667 -45.52037
## Buffet:Intervention-Vegetarisch:Basis -28.000000 -42.85371
## Fleisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  28.333333  13.47963
## Vegetarisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  25.000000  10.14629
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Intervention  56.333333  41.47963
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Intervention  53.000000  38.14629
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Intervention -3.333333 -18.18704
##                                     upr    p adj
## Fleisch:Basis-Bufferet:Basis      95.18704 0.0000000
## Vegetarisch:Basis-Bufferet:Basis   39.52037 0.0012966
## Buffet:Intervention-Bufferet:Basis  11.52037 0.9704018
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Basis  67.85371 0.0000006
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Basis  64.52037 0.0000012
## Vegetarisch:Basis-Fleisch:Basis   -40.81296 0.0000003
## Buffet:Intervention-Fleisch:Basis  -68.81296 0.0000000
## Fleisch:Intervention-Fleisch:Basis  -12.47963 0.0005207
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Basis -15.81296 0.0001771
## Buffet:Intervention-Vegetarisch:Basis -13.14629 0.0004174
## Fleisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  43.18704 0.0003741
## Vegetarisch:Intervention-Vegetarisch:Basis  39.85371 0.0011541
## Fleisch:Intervention-Bufferet:Intervention  71.18704 0.0000003
## Vegetarisch:Intervention-Bufferet:Intervention  67.85371 0.0000006
## Vegetarisch:Intervention-Fleisch:Intervention  11.52037 0.9704018
```

## Methoden

Ziel war es, die Unterschiede in den Verkaufszahlen pro Menü-Inhalt und pro Bedingung aufzuzeigen. Da die Kriteriumsvariable (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.

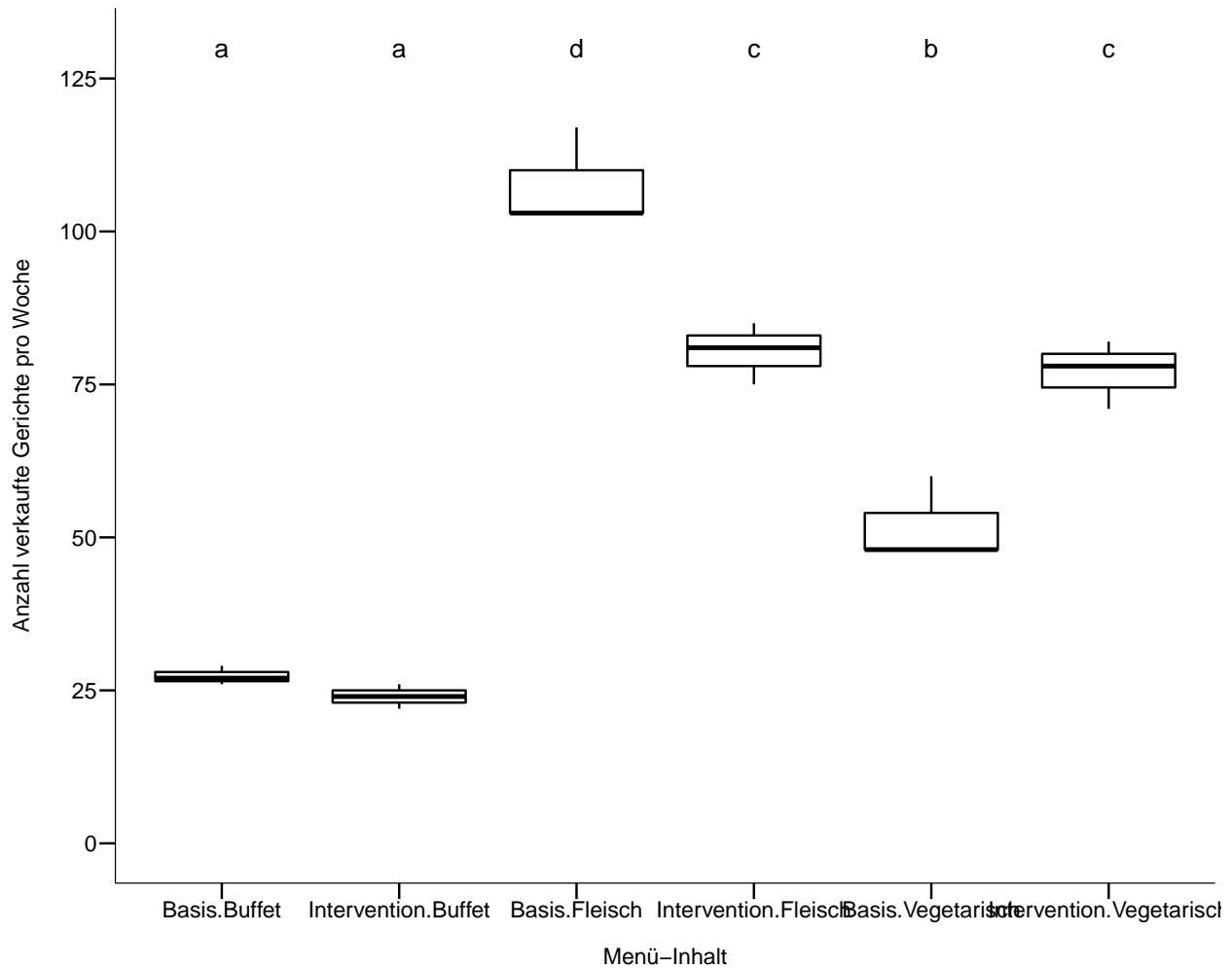


Figure 1: Box-Whisker-Plots der wöchentlichen Verkaufszahlen pro Menü-Inhalte. Kleinbuchstaben bezeichnen homogene Gruppen auf  $p < .05$  nach Tukeys post-hoc-Test.

## Ergebnisse

Die Menü-Inhalte (Fleisch, Vegetarisch und Buffet) zwischen den Bedingungen Basis oder Interventionswochen unterscheiden sich in den Verkaufszahlen signifikant ( $F(5, 12) = 110.252$ ,  $p < .001$ ). Anschliessend durchgeführte post-hoc-Tests (Tukey) zeigen vor allem zwei interessante Ergebnisse: 1) in den Interventionswochen wurden signifikant weniger Fleischgerichte gekauft als in den Basiswochen 2) in den Interventionswochen wurden signifikant mehr vegetarische Gerichte verkauft (siehe Figure 1 oder Figure 2).

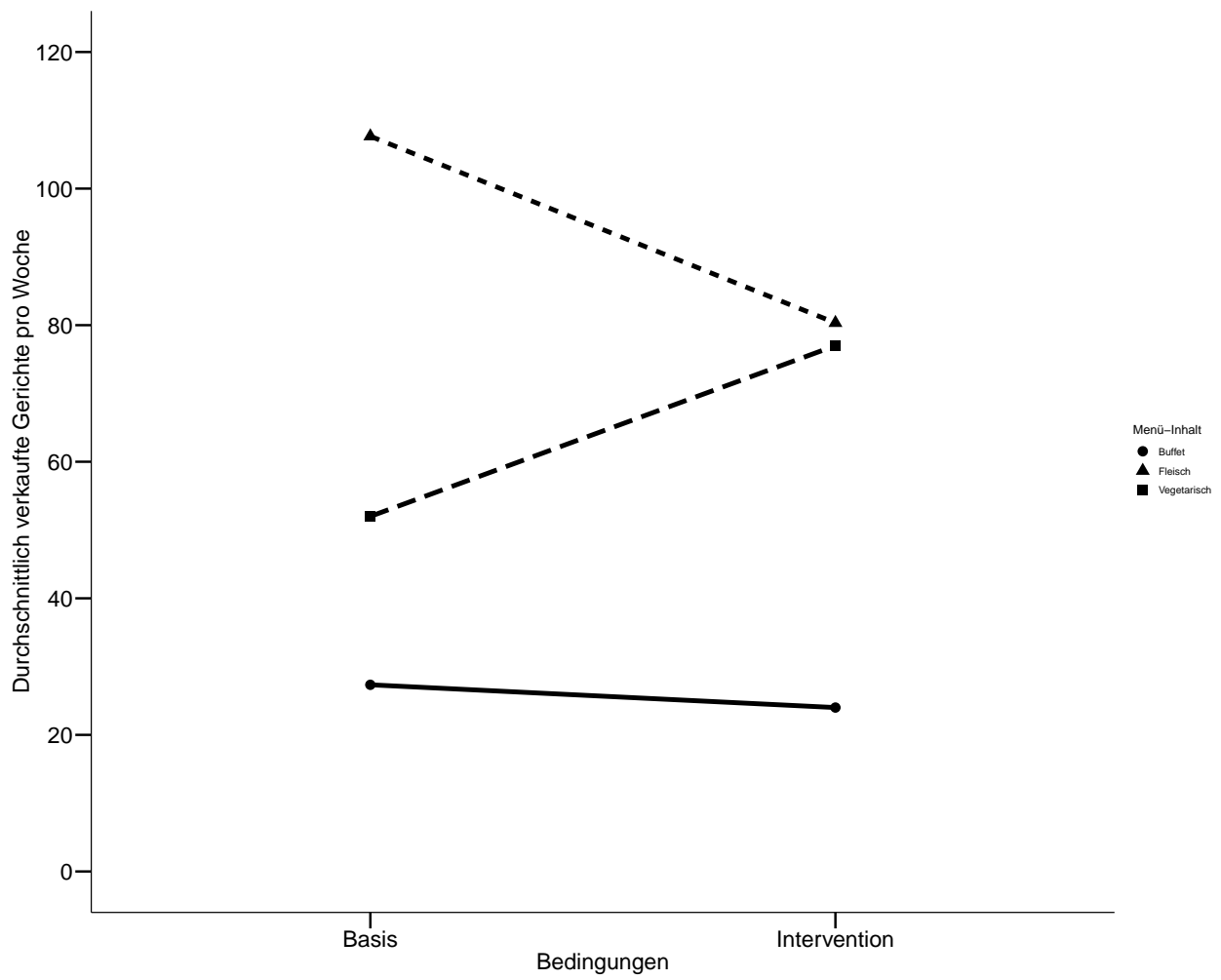


Figure 2: Wöchentliche Verkaufszahlen aggregiert für die drei Menü-Inhalte.