

05

ANOVA und Co.

Dominic Schmitz & Janina Esser

Überblick

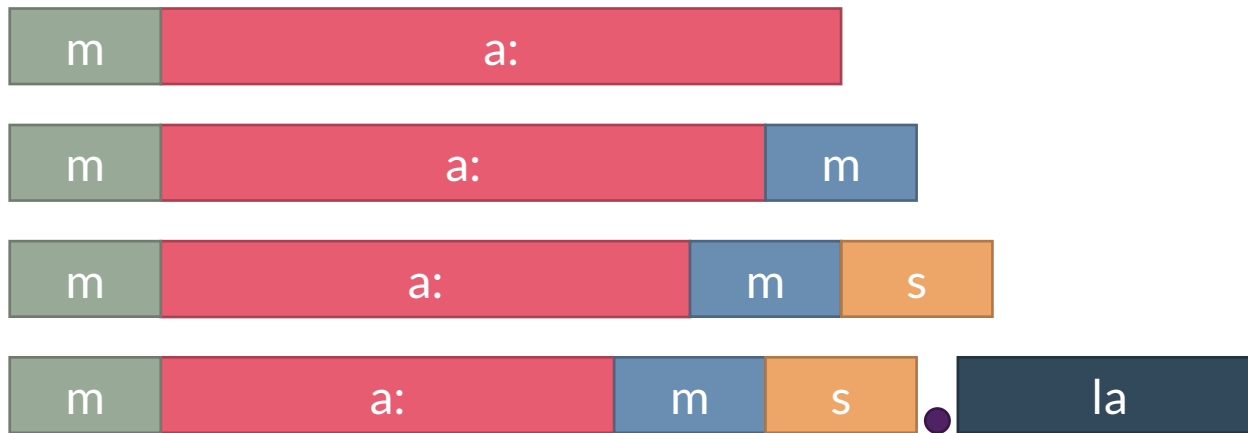
	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

Beispieldaten

- Für die folgenden Beispiele werden wir Daten folgender Studie nutzen:

Compensatory Vowel Shortening in German¹

- Stressed Vowels sind kürzer je nachdem wie viele Konsonanten ihnen folgen:



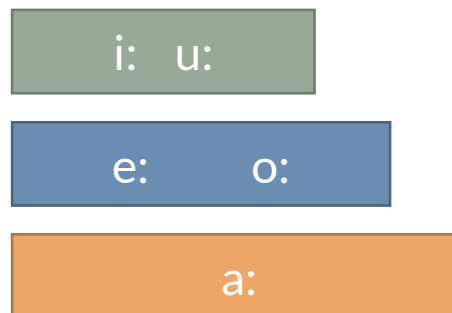
¹ Schmitz, D., Cho, H.-E., & Niemann, H. (2018). Vowel shortening in German as a function of syllable structure. Proceedings 13. Phonetik Und Phonologie Tagung (P&P13), 181–184.

Beispieldaten

- Für die folgenden Beispiele werden wir Daten folgender Studie nutzen:

Compensatory Vowel Shortening in German¹

- Unabhängig von diesem Vowel Shortening gilt, dass offene Vokale länger sind als halb-offene Vokale, und halb-offene Vokale sind länger als geschlossene Vokale:



¹ Schmitz, D., Cho, H.-E., & Niemann, H. (2018). Vowel shortening in German as a function of syllable structure. Proceedings 13. Phonetik Und Phonologie Tagung (P&P13), 181–184.

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

ANOVA – one-way

= one-way **analysis of variance**

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **1 abhängigen kontinuierlichen Variable** anhand von mehr als 2 Gruppen von **1 kategorischen Variable**

Annahmen

- Die Datenpunkte **der abhängigen Variable** müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

ANOVA – one-way

Beispiel

duration ~ vowel

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
vowel	4	0.085	0.021	5.998	0.000 ***
Residuals	443	1.578	0.004		

vowel: $\eta^2 = 0.05$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

ANOVA – two-way

= two-way **analysis of variance**

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **1 abhängigen kontinuierlichen Variable** anhand von mehr als 2 Gruppen von **2 kategorischen Variablen**

Annahmen

- Die Datenpunkte der abhängigen Variable müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

ANOVA – two-way

Beispiel

duration ~ vowel + structure

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
vowel	4	0.085	0.021	8.866	0.000 ***
structure	2	0.515	0.258	106.948	0.000 ***
Residuals	441	1.062	0.002		

vowel: $\eta^2 = 0.07$

structure: $\eta^2 = 0.33$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

MANOVA – one-way

= one-way multivariate analysis of variance

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **2 abhängigen kontinuierlichen Variablen** anhand von mehr als 2 Gruppen von **1 kategorischen Variable**

Annahmen

- Die Datenpunkte der abhängigen Variable müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

MANOVA – one-way

Beispiel

duration + **rate** ~ **structure**

duration	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
structure	2	0.517	0.259	100.52	0.000 ***
Residuals	445	1.145	0.003		

rate	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
structure	2	0.001	0.001	0.020	0.981
Residuals	445	13.147	0.030		

structure: $\eta^2 = 0.16$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

MANOVA – two-way

= two-way multivariate analysis of variance

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **2 abhängigen kontinuierlichen Variablen** anhand von mehr als 2 Gruppen von **2 kategorischen Variablen**

Annahmen

- Die Datenpunkte der abhängigen Variable müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

MANOVA – two-way

Beispiel

duration + **rate** ~ **structure** + **vowel**

duration	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
structure	2	0.517	0.259	107.415	0.000 ***
vowel	4	0.083	0.021	8.633	0.000 ***
Residuals	441	1.062	0.002		

rate	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
structure	2	0.001	0.001	0.019	0.981
vowel	4	0.023	0.006	0.190	0.944
Residuals	441	13.124	0.030		

structure: $\eta^2 = 0.16$

vowel: $\eta^2 = 0.4$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

ANCOVA – one-way

= one-way **an**alysis of **cov**ariance

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **1 abhängigen kontinuierlichen Variablen** anhand von mehr als 2 Gruppen von **1 kategorischen Variable** & **1 oder mehr konfundierenden Variablen**

Annahmen

- Die Datenpunkte der abhängigen Variable müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

ANCOVA – one-way

Beispiel

duration ~ **rate** + **structure**

	Df	F value	Pr(>F)
rate	2	6.338	0.000 ***
structure	4	101.379	0.000 ***

rate: $\eta^2 = 0.014$

structure: $\eta^2 = 0.313$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

ANCOVA – two-way

= two-way **an**alysis of **cov**ariance

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **2 abhängigen kontinuierlichen Variablen** anhand von mehr als 2 Gruppen von **1 kategorischen Variable** & **1 oder mehr konfundierenden Variablen**

Annahmen

- Die Datenpunkte der abhängigen Variable müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

ANCOVA – two-way

Beispiel

duration ~ **rate** + **structure** * **vowel**

	Df	F value	Pr(>F)
rate	1	5.859	0.000 ***
structure	2	106.930	0.000 ***
vowel	4	8.459	0.000 ***
structure:vowel	8	0.550	0.000 ***

rate: $\eta^2 = 0.013$

structure: $\eta^2 = 0.331$

vowel: $\eta^2 = 0.073$

structure:vowel: $\eta^2 = 0.010$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

MANCOVA

= multivariate analysis of covariance

- Erweiterung des t-Tests für die Analyse von **2 abhängigen kontinuierlichen Variablen** anhand von mehr als 2 Gruppen von **2 oder mehr kategorischen Variablen** & **2 oder mehr konfundierenden Variablen**

Annahmen

- Die Datenpunkte der abhängigen Variable müssen unabhängig voneinander sein → siehe Studiendesign
- Die Datenpunkte, die zu einem Level der kategorischen Variable gehören, müssen normalverteilt sein → Shapiro-Wilk Test
- Die Normalverteilungen (vorheriger Punkt) müssen die gleiche Varianz aufweisen → Levene's Test

MANCOVA

Beispiel

duration + rate ~ **confound** + **structure**

duration	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
confound	1	0.001	0.001	0.271	0.603
structure	2	0.519	0.260	100.924	0.000 ***
Residuals	444	1.142	0.003		

rate	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
confound	1	0.011	0.011	0.368	0.545
structure	2	0.001	0.001	0.024	0.976
Residuals	444	13.136	0.030		

confound: $\eta^2 = 0.00$

structure: $\eta^2 = 0.16$

Überblick

	abhängige Variable(n)	unabhängige Variable(n)	konfundierende Variable(n)
one-way ANOVA	1 numerische	1 kategorische	n.a.
two-way ANOVA	1 numerische	2 kategorische	n.a.
one-way MANOVA	2+ numerische	1 kategorische	n.a.
two-way MANOVA	2+ numerische	2 kategorische	n.a.
one-way ANCOVA	1 numerische	1 kategorische	1+ numerisch
two-way ANCOVA	1 numerische	2 kategorische	1+ numerisch
MANCOVA	2+ numerische	1+ kategorische	1+ numerisch

Extra: Kruskal-Wallis Test

= nicht-parametrische Alternative zur ANOVA

Beispiel

duration ~ structure

chi-squared = 120.87, df = 2, p-value < 2.2e-16

structure: $\eta^2 = 0.267$