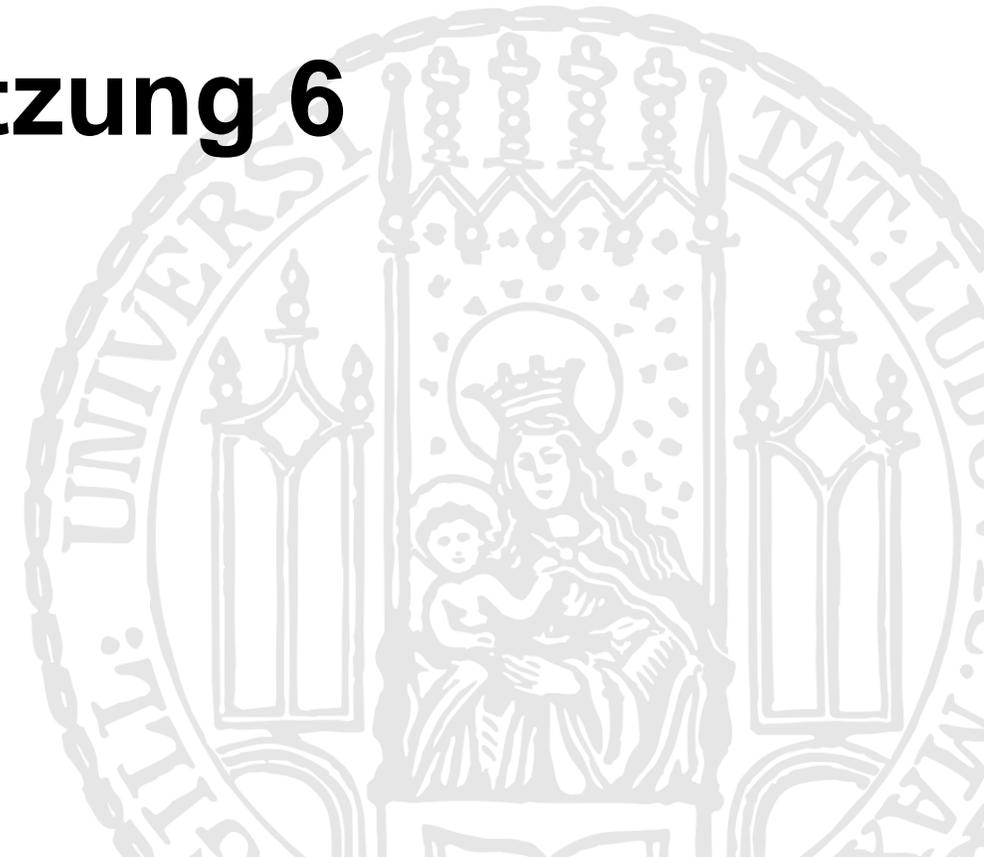


# Datenanalyse – Sitzung 6

*t*-Test

---

Institut für Kommunikationswissenschaft und Medienforschung  
Ludwig-Maximilians-Universität München



# Ablauf der Sitzung

1. Wiederholung: Der  $t$ -Test
2. Übungsblatt: Aufgabe 1 (Hausaufgabe)
3.  $t$ -Test für unabhängige Stichproben in R
4. Übungsblatt: Aufgabe 2 (mit R)
5.  $t$ -Test für abhängige Stichproben in R
6. Wide- zu Long-Format in R
7. Übungsblatt: Aufgabe 3 (mit R)
8. Übungsblatt: Aufgabe 4

# WIEDERHOLUNG: DER $t$ -TEST

# Der $t$ -Test

vergleicht zwei Reihen von Messwerten (metrisches Niveau)

1. Messung eines Merkmals bei zwei Gruppen
  - TV-Nutzungsdauer bei Frauen vs. bei Männern
  - Statistikenkenntnisse von KW- vs. von BWL-Studierenden
2. Messung zweier Merkmale bei einer Gruppe
  - Nutzungsdauer von Instagram vs. Nutzungsdauer von Twitter bei KW-Studierenden
3. Messung eines Merkmals bei einer Gruppe zu zwei Zeitpunkten
  - Nutzungsdauer von TikTok vor einem Jahr vs. Nutzungsdauer heute
  - Statistikenkenntnisse vor vs. nach dem 2. Semester

# Der $t$ -Test

- $t$ -Test für unabhängige Stichproben
  - Messung eines Merkmals bei zwei Gruppen
- $t$ -Test für abhängige Stichproben
  - Messung zweier Merkmale bei einer Gruppe
  - Messung eines Merkmals bei einer Gruppe zu zwei Zeitpunkten

## Voraussetzungen für den $t$ -Test für unabhängige Stichproben

- Die abhängige Variable ist (quasi-)metrisch skaliert.
- Die abhängige Variable ist in der Grundgesamtheit normalverteilt. Dafür ist nach dem zentralen Grenzwertsatz ein Stichprobenumfang größer 30 hinreichend.
- Beide Stichproben entstammen **unabhängigen** Grundgesamtheiten.
- Beide Stichproben müssen die gleiche Varianz haben. Die **Varianzhomogenität** (auch **Homoskedastizität**) wird mit dem Levene-Test ermittelt (Details folgen).

## Voraussetzungen für den $t$ -Test für abhängige Stichproben

- Die abhängige Variable ist (quasi-)metrisch skaliert.
- Die abhängige Variable ist in der Grundgesamtheit normalverteilt. Dafür ist nach dem zentralen Grenzwertsatz ein Stichprobenumfang größer 30 hinreichend.
- Beide Stichproben entstammen **abhängigen** Grundgesamtheiten.
- Die **Differenzen** der Wertepaare müssen **normalverteilt** sein. Dafür ist nach dem zentralen Grenzwertsatz ein Stichprobenumfang größer 30 hinreichend.

# ÜBUNGSBLATT: AUFGABE 1 (HAUSAUFGABE)

# Aufgabe 1

- In einer Stichprobe sehen Männer pro Tag länger fern ( $n = 10$ ;  $\bar{x} = 90$  Minuten,  $s^2 = 600$ ) als Frauen ( $n = 10$ ;  $\bar{x} = 60$  Minuten,  $s^2 = 605,56$ ). Lässt sich auf dieser Basis sagen, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die TV-Nutzungsdauer hat? (Signifikanzniveau 5%)
- Berechnen Sie die Prüfgröße, Cohens  $d$  und den Anteil der Varianzaufklärung.

# Lösung: Aufgabe 1

## Berechnung der Prüfgröße für unabhängige Stichproben

$$SE_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)} = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} = \sqrt{\frac{600 + 605,56}{2} \cdot \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)} = \mathbf{10,98}$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SE_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} = \frac{90 - 60}{10,98} = \mathbf{2,73}$$

# Lösung: Aufgabe 1

## Signifikanztest

- Freiheitsgrade:

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 10 + 10 - 2 = \mathbf{18}$$

- Zweiseitiger Test bei  $\alpha = 0,05$ :

$$t_{krit} = \mathbf{2,10}$$

- Testentscheidung:

$$t = 2,73 > t_{krit} \rightarrow \mathbf{H_0 \text{ wird abgelehnt}}$$

# Lösung: Aufgabe 1

## Effektstärke

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}} = \frac{90 - 60}{\sqrt{\frac{600 + 605,56}{2}}} = \mathbf{1,22}$$

$$f_s^2 = \frac{t^2}{df} = \frac{7,47}{18} = 0,41 \quad \rightarrow \quad \eta^2 = \frac{f_s^2}{1+f_s^2} = \frac{0,41}{1+0,41} = \mathbf{0,29}$$

**Ergebnis:** Der Befund aus der Stichprobe lässt sich auf die Grundgesamtheit übertragen. Männer sehen länger fern als Frauen. Das Geschlecht hat einen starken Effekt und erklärt 29 Prozent der Varianz ( $\bar{x}_M = 90$ ;  $\bar{x}_W = 60$ ;  $t = 2,73$ ;  $df = 18$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 1,22$ ;  $\eta^2 = 0,29$ ).

## Wichtige Take-Aways

- ***t*-Test für unabhängige Stichproben:** Prüft, ob sich zwei unterschiedliche Gruppen in einem (metrischen) Merkmal unterscheiden
- Effektstärken: **Cohens  $d$ ,  $\eta^2$**  (Anteil der Varianzaufklärung)
- ***t*-Test für abhängige Stichproben:** Prüft, ob sich dieselbe Gruppe in zwei (metrischen) Merkmalen oder zu zwei Zeitpunkten unterscheidet
- Effektstärken:  **$d_z$ ,  $\eta_p^2$**  (Anteil der Varianzaufklärung)



# $t$ -TEST FÜR UNABHÄNGIGE STICHPROBEN IN R

# t-Test für unabhängige Stichproben berechnen mittels `tidycomm`

Sie können den t-Test für unabhängige Stichproben mit dem `tidycomm` Package berechnen. Dafür können Sie die folgende Funktion nutzen:

```
t_test()
```

## Struktur:

```
data %>%  
t_test(independent_variable,  
       dependent_variable)
```

# t-Test für unabhängige Stichproben: R

**Beispielhypothese:** Unbefristet und befristet beschäftigte Journalist\*innen unterscheiden sich in der Wahrnehmung ihrer Autonomie

## Schritt 1:

- Mithilfe der Funktion `dplyr::group_by()` die zu vergleichenden Gruppen/unabhängige Variable definieren  
**Einsetzen:** unabhängige Variable/Gruppen (temp\_contract)
- Dann mit `tidycomm::describe` Voraussetzungen prüfen  
**Einsetzen:** abhängige Variable (autonomy\_emphasis)

## Befehl:

```
WoJ %>%  
  dplyr::group_by(temp_contract) %>%  
  describe(autonomy_emphasis)
```

# t-Test für unabhängige Stichproben: R

## Ausgabe (Schritt 1):

```
> WoJ %>%
+   dplyr::group_by(temp_contract) %>%
+   describe(autonomy_emphasis)
# A tibble: 3 × 16
# Groups:   temp_contract [3]
  temp_contract Variable      N Missing    M    SD  Min  Q25  Mdn  Q75  Max Range CI_95_LL CI_95_UL
* <fct>         <chr>      <int> <int> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1 Permanent    autonomy_emphasis  944     4  4.12 0.768    1    4    4    5    5    4    4.07  4.17
2 Temporary    autonomy_emphasis   53     0  3.89 0.870    2    3    4    4    5    3    3.65  4.13
3 NA           autonomy_emphasis  198     1  3.90 0.855    1    4    4    4    5    4    3.78  4.02
```

- ✓ Beide Teilstichproben > 30
- ✓ Abhängige Variable (autonomy\_emphasis) = quasimetrisch
- ✓ Unabhängige Variable dichotom aus unabhängigen Grundgesamtheiten
- ? (Varianzhomogenität: siehe übernächste Folie)

# t-Test für unabhängige Stichproben: R

**Schritt 2:** Mithilfe der Funktion `tidycmm::t_test()` den t-Test berechnen

**Einsetzen:** unabhängige Variable/Gruppen (`temp_contract`), abhängige Variable (`autonomy_emphasis`)

**Befehl:**

```
WoJ %>% t_test(temp_contract, autonomy_emphasis)
```

**Option:** Durch das Argument `levels` können zwei Ausprägungen mehrstufiger unabhängiger Variablen verglichen werden. Die Variable Beschäftigung (`employment`) liegt dreistufig vor (Freelancer, Full-Time und Part-Time). Im untenstehenden Beispiel werden nur die beiden Gruppen Full-Time versus Freelancer betrachtet.

```
WoJ %>% t_test(employment,
               autonomy_emphasis,
               levels = c("Full-time", "Freelancer")
               )
```

# t-Test für unabhängige Stichproben: R

## Ausgabe (Schritt 2):

Tidycomm gibt immer den **zweiseitigen p-Wert** aus  
(Bei Bedarf: einseitiger p-Wert =  $p / 2$ )

```
> WoJ %>% t_test(temp_contract, autonomy_emphasis)
# A tibble: 1 × 12
  Variable      M_Permanent SD_Permanent M_Temporary SD_Temporary Delta_M      t      df      p      d Levene_p var_equa
* <chr>      <num:.3!>  <num:.3!>  <num:.3!>  <num:.3!> <num:.3!> <num:.3!> <dbl> <num:.3!> <num:.3!> <dbl> <chr>
1 autonomy emphasis 4.124      0.768      3.887      0.870    0.237 2.171 995 0.030 0.306 0.277 TRUE
```

Die **Varianzhomogenität** wird mit dem Levene-Test ermittelt. Ist der Test signifikant (d.h.  $p < ,05$ ) unterscheiden sich die Varianzen der beiden Stichproben und es muss eine Korrektur der Freiheitsgrade vorgenommen werden. Die `t_test()`-Funktion rechnet dann automatisch den Welch-Test, der robust gegenüber Heteroskedastizität ist.

**Ergebnis:** Unbefristet beschäftigte Journalist\*innen nehmen sich als signifikant autonomer war als befristet beschäftigte Kolleg\*innen. Die Art der Beschäftigung hat einen schwachen Effekt ( $n_u = 944$ ;  $M_u = 4,12$ ;  $SD_u = 0,77$ ;  $n_b = 53$ ;  $M_b = 3,89$ ;  $SD_b = 0,87$  ;  $t(995) = 2,17$ ;  $p = ,030$ ;  $d = 0,31$ ).

# ÜBUNGSBLATT: AUFGABE 2 (MIT R)

## Aufgabe 2

Rufen Sie den Datensatz „WoJ“ in R auf.

Prüfen Sie die Hypothese, dass Journalist\*innen in Dänemark ein höheres Vertrauen in die das Parlament haben als in Österreich.

# Lösung: Aufgabe 2

## Schritt 1: Voraussetzungsprüfung

```
> WoJ %>%
+   group_by(country) %>%
+   describe (trust_parliament)
# A tibble: 5 × 16
# Groups:   country [5]
  country      Variable      N Missing      M      SD      Min      Q25      Mdn      Q75      Max Range CI_95_LL CI_95_UL Skewness Kurtosis
* <fct>      <chr>          <int>  <int> <dbl> <dbl>
1 Austria    trust_parliament  207     0     3     0.794     1     2     3     4     5     4     2.89     3.11    -0.175    2.62
2 Denmark    trust_parliament  376     0    2.96  0.806     1     2     3     3     5     4     2.88     3.04    -0.137    2.95
3 Germany    trust_parliament  173     0    3.33  0.877     1     3     3     4     5     4     3.20     3.46    -0.276    2.94
```

## Schritt 2: t-Test für unabhängige Stichproben

```
> WoJ %>%
+   t_test (country, trust_parliament, levels = c("Denmark", "Austria"))
The significant result from Levene's test suggests unequal variances among the groups, violating standard t-test assumptions. This necessitates the use of welch approximation to the degrees of freedom, which is robust against heteroscedasticity.
# A tibble: 1 × 12
  Variable      M_Denmark SD_Denmark M_Austria SD_Austria Delta_M      t      df      p      d Levene_p var_equal
* <chr>          <num:.3!> <num:.3!> <num:.3!> <num:.3!> <num:.3!> <num:.3!> <dbl> <num:.3!> <num:.3!> <dbl> <chr>
1 trust_parliament  2.957     0.806     3.000     0.794    -0.043    -0.616    430    0.538    -0.053    0.023 FALSE
```

**Ergebnis (einseitiger Test):** Journalist\*innen in Dänemark haben kein signifikant höheres Vertrauen in das Parlament als in Österreich ( $n_D = 376$ ;  $M_D = 2,96$ ;  $SD_D = 0,81$ ;  $n_Ö = 207$ ;  $M_Ö = 3,00$ ;  $SD_Ö = 0,79$  ;  $t(430) = -0,62$ ;  $p = ,269$ ;  $d = -0,05$ ).

# $t$ -TEST FÜR ABHÄNGIGE STICHPROBEN IN R

# t-Test für abhängige Stichproben berechnen mittels `tidycomm`

Sie können den t-Test für abhängige Stichproben mit dem `tidycomm` Package berechnen. Dafür können Sie die folgende Funktion nutzen:

```
t_test()
```

## Struktur:

```
data %>%  
  
  t_test(independent_variable,  
         dependent_variable,  
         paired = TRUE,  
         case_var = variable)
```

# t-Test für abhängige Stichproben: R

**Beispielhypothese:** Onlinekommentare, die Drohungen enthalten, werden als offensiver wahrgenommen als Onlinekommentare, die Beleidigungen enthalten.

## Schritt 1:

- (Vorbereitung des Datensatzes `incvlcomments_filtered`: Siehe [Kompendium](#))
- Mithilfe der Funktion `dplyr::group_by()` die zu vergleichenden Gruppen/unabhängige Variable definieren  
**Einsetzen:** unabhängige Variable/Gruppen (`type`)
- Dann mit der Funktion `tidycomm::describe()` die Voraussetzungen prüfen  
**Einsetzen:** abhängige Variable (`offensiveness`)

## Befehl:

```
incvlcomments_filtered %>%  
  dplyr::group_by(type) %>%  
  describe(offensiveness)
```

# t-Test für abhängige Stichproben: R

## Ausgabe (Schritt 1):

```
# A tibble: 2 × 16
# Groups:   type [2]
  type      Variable      N Missing    M    SD  Min  Q25  Mdn  Q75  Max Range CI_95_LL CI_95_UL Skewness Kurtosi
* <chr>    <chr>      <int> <int> <dbl> <dbl>
1 Profanity offensiveness 480     0  3.91  2.02    1  2    4    5.67    7    6    3.72    4.09    0.0490    1.7
2 Threats  offensiveness 480     0  5.07  1.94    1  3.67  5.5    7    7    6    4.89    5.24   -0.702    2.3
```

- ✓ Stichprobe > 30
- ✓ Abhängige Variable (offensiveness) = quasimetrisch
- ✓ Unabhängige Variable dichotom aus abhängigen Grundgesamtheiten

# t-Test für abhängige Stichproben: R

**Schritt 2:** Mithilfe der Funktion `tidycmm::t_test` und dem zusätzlichen Argument `paired = TRUE` den t-Test berechnen

**Einsetzen:** unabhängige Variable/Gruppen (type), abhängige Variable (offensiveness), Fall-ID (participant\_num)

**Befehl:**

```
incvcomments_filtered %>% t_test(type, offensiveness, paired = TRUE, case_var = participant_num)
```

**Ausgabe:**

```
# A tibble: 1 × 12
```

Variable	M_Threats	SD_Threats	M_Profanity	SD_Profanity	Delta_M	t	df	p	d
1 offensiveness	5.067	1.936	3.906	2.022	1.162	10.463	479	0.000	0.587

Zweiseitiger p-Wert  
(einseitig = p / 2)



**Ergebnis:** Teilnehmende nehmen Kommentare, die Drohungen enthalten, als signifikant offensiver wahr als Kommentare, die Beleidigungen enthalten. Der Effekt der ist mittelstark (N = 480;  $M_D = 5,07$  ;  $SD_D = 1,94$ ;  $M_B = 3,91$ ;  $SD_B = 2,02$ ;  $t(479) = 10,46$ ;  $p < ,001$ ;  $d_z = 0,59$ ).

# UMWANDLUNG WIDE- ZU LONG-FORMAT IN R

# Umwandlung Wide- zu Long-Format in R

z.B. als Vorbereitung für den t-Test für abhängige Stichproben

**Wide-Format**



participant_num	trust_parliament	trust_politicians
1	3	3
2	4	3
3	4	3



**Long-Format**



participant_num	trust_object	trust_score
1	parliament	3
1	politicians	3
2	parliament	4
2	politicians	3
3	parliament	4
3	politicians	3

# Umwandlung Wide- zu Long-Format in R

## Code:

```

WoJ_select <- WoJ %>%
  mutate(participant_num = row_number()) %>%
  select(participant_num, trust_parliament,
         trust_politicians)

WoJ_long <- WoJ_select %>% pivot_longer(
  cols = c("trust_parliament", "trust_politicians"),
  names_to = "trust_object",
  values_to = "trust_score",
  names_prefix = "trust_"
)

```

## Erklärung:

### Vorbereitung:

- WoJ-Datensatz aufrufen und überschreiben
- Variable für Teilnehmendenummer erstellen
- Relevante Variablen auswählen

### Umwandlung:

- Funktion `tidyr::pivot_longer()`
- Umzuwandelnde Variablen
- Variable „trust\_object“ für Zuordnung parliament/politicians
- Variable „trust\_score“ für jeweilige Werte
- (optimal: Entfernung von „trust\_“ vor parliament/politicians)

# ÜBUNGSBLATT: AUFGABE 3 (MIT R)

## Aufgabe 3

Rufen Sie den Datensatz „WoJ“ in R auf.

Prüfen Sie die Hypothese, dass Journalist\*innen dem Parlament stärker vertrauen als Politiker\*innen.

# Lösung: Aufgabe 3

## Schritt 1: Voraussetzungsprüfung

```
> WoJ_long %>%
+   dplyr::group_by(trust_object) %>%
+   describe(trust_score)
# A tibble: 2 × 16
# Groups:   trust_object [2]
  trust_object Variable      N Missing    M    SD  Min  Q25  Mdn  Q75  Max Range CI_95_LL CI_95_UL Skewness Kurtosis
* <chr>      <chr>      <int>  <int> <dbl> <dbl>
1 parliament trust_score  1200    0  3.05 0.811    1    3    3    4    5    4    3.01    3.10  -0.151  2.98
2 politicians trust_score  1200    0  2.52 0.712    1    2    3    3    4    3    2.48    2.56  -0.320  2.78
```

## Schritt 2: t-Test für abhängige Stichproben

```
> WoJ_long %>% t_test(trust_object, trust_score, paired = TRUE, case_var = participant_num)
# A tibble: 1 × 12
  Variable      M_parliament SD_parliament M_politician SD_politician  Delta_M      t    df      p      d
* <chr>      <num:.3!>   <num:.3!>   <num:.3!>   <num:.3!> <num:.3!> <num:.3!> <dbl> <num:.3!> <num>
1 trust_score      3.052       0.811       2.520       0.712    0.532  25.272  1199    0.000  0.697
```

**Ergebnis (einseitiger Test):** Journalist\*innen vertrauen dem Parlament signifikant stärker als Politiker\*innen. Der Effekt der ist mittelstark ( $N = 1200$ ;  $M_{Pa} = 3,05$  ;  $SD_{Pa} = 0,81$ ;  $M_{Po} = 2,52$ ;  $SD_{Po} = 0,71$ ;  $t(1199) = 25,27$ ;  $p < ,001$ ;  $d_z = 0,70$ ).

# Wichtige Take-Aways

- *t*-Test für unabhängige Stichproben in R: berechnen mit
  - `dplyr::group_by()` und `tidycomm::describe()` für die Voraussetzungsprüfung und
  - `tidycomm::t_test()`
- *t*-Test für abhängige Stichproben in R: berechnen mit
  - `dplyr::group_by()` und `tidycomm::describe()` für die Voraussetzungsprüfung und
  - `tidycomm::t_test` mit dem Argument `paired = TRUE`
  - Daten vorher ggf. mit `tidyr::pivot_longer()` in long format umwandeln



# ÜBUNGSBLATT: AUFGABE 4

## Aufgabe 4

Entscheiden Sie für die folgenden Fragestellungen bzw. Hypothesen jeweils:

→ Unabhängige oder abhängige Stichproben?

→ Gerichtet oder ungerichtet?

- a) Unterscheiden sich Männer und Frauen hinsichtlich der täglichen Fernsehnutzung?
- b) Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren schauen länger Paw Patrol als Tagesschau im TV.
- c) Unterscheidet sich das Statistikwissen derselben KW-Studierenden vor und nach dem zweiten Semester?
- d) Studierende der KW geben mehr Geld für Mittagessen aus als Studierende der BWL.

## Lösung: Aufgabe 4

Entscheiden Sie für die folgenden Fragestellungen bzw. Hypothesen jeweils:

→ Unabhängige oder abhängige Stichproben?

→ Gerichtet oder ungerichtet?

- a) Unterscheiden sich Männer und Frauen hinsichtlich der täglichen Fernsehnutzung? → **unabhängig, ungerichtet**
- b) Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren schauen länger Paw Patrol als Tagesschau im TV. → **abhängig, gerichtet**
- c) Unterscheidet sich das Statistikwissen derselben KW-Studierenden vor und nach dem zweiten Semester? → **abhängig, ungerichtet**
- d) Studierende der KW geben mehr Geld für Mittagessen aus als Studierende der BWL. → **unabhängig, gerichtet**

**VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**