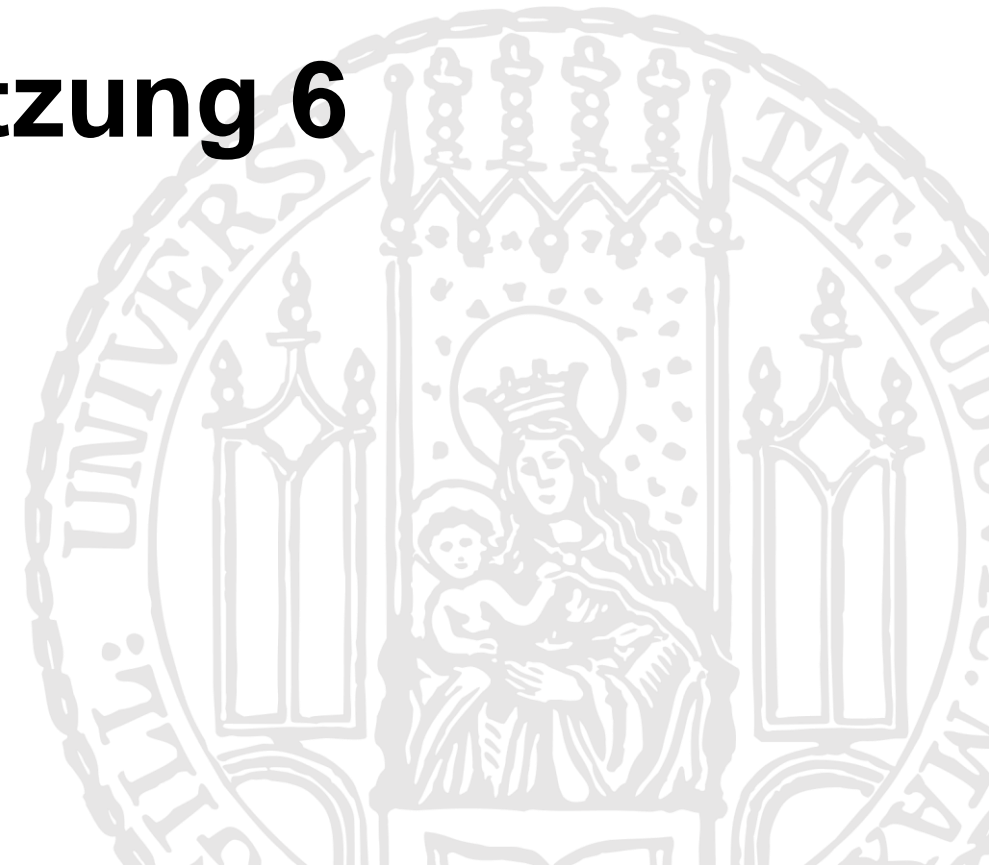


Datenanalyse – Sitzung 6

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 , η^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 , η_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 `tidycomm::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> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
1 Austria    trust_parliament  207     0  3.00  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> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <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> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <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!