

## Übung 4

### Lernziele dieser Übung

Nach der heutigen Übung können Sie

- *R* und *RStudio* zur Analyse von Daten verwenden
- Daten von *wide* zu *long* Format transformieren
- Durchführen von *t*-Tests für unabhängige Stichproben in *R*
  - Überprüfen von Hypothesen zum Vergleich zweier Stichprobenmittelwerte von unabhängigen Gruppen
  - Prüfen der Voraussetzungen
  - Berechnen des Tests
  - Interpretieren der Resultate
- Durchführen von *t*-Tests für abhängige Stichproben in *R*
  - Überprüfen von Hypothesen zum Vergleich zweier Stichprobenmittelwerte von abhängigen/verbundenen Gruppen
  - Prüfen der Voraussetzungen
  - Berechnen des Tests
  - Interpretieren der Resultate

### Voraussetzungen

1. Packages `{tidyverse}`, `{Hmisc}`, `{esquisse}`, `{pwr}`, `{car}`, `{effsize}` sind installiert.
2. [Hier](#) kann der Projektordner mit den Daten heruntergeladen werden. Vor dem ersten Verwenden muss der Ordner entzippt werden, dann kann das *RProject* namens `ttests.Rproj` geöffnet werden. Der Ordner enthält:
  - *RProject* namens `ttest.Rproj`
  - Datensätze für Übung 4 in `data`-Ordner des *RPro-*

*jects* `ttests`:

- `couples_quality.csv`
- `couples_extraversion.csv`

- (die weiteren Dateien und *RNotebooks* werden in der Vorlesung verwendet)

## Aufgabe 4.1: Projektumgebung

*Falls obige Anforderungen noch nicht erfüllt:*

- Laden Sie den Projektordner herunter und entzippen Sie den Ordner.
- Öffnen Sie das *RProjekt ttests*.
- Installieren Sie die benötigten Packages (falls noch nicht geschehen:
  - das Package `{pwr}` in der Konsole mit `install.packages("pwr")` oder mit `Tools > Install Packages...`
  - das Package `{car}` in der Konsole mit `install.packages("car")` oder mit `Tools > Install Packages...`
  - das Package `{effsize}` in der Konsole mit `install.packages("effsize")` oder mit `Tools > Install Packages...`
- Erstellen ein *RNotebook* names `uebung-04`.

## Aufgabe 4.2: T-Test ausführen

### Studienbeschreibung

Sie wollen untersuchen, ob sich die Beziehungsqualität von Paaren durch ein Kommunikationstraining verbessern lässt. Sie untersuchen daher zwei Gruppen mit insgesamt 60 Paaren. Eine Gruppe (30 Paare) erhält während zwei Monaten ein Kommunikationstraining (KT). Die andere Gruppe (30 Paare) erhält in diesen zwei Monaten ein Rechtschreibetraining (RS) mit gleicher Intensität. Nach zwei Monaten werden alle Paare zu zweit zu ihrer Beziehungsqualität befragt. Diese Befragung ergibt **einen** Wert für Beziehungsqualität pro Paar, also 30

Werte in der *KT*-Gruppe und 30 Werte in der *RS*-Gruppe. Das Signifikanzniveau wird auf  $\alpha = 0.05$  festgelegt.

**Forschungsfrage:** Besteht nach dem Training ein Unterschied in der Einschätzung der Beziehungsqualität zwischen den beiden Gruppen?

**Bearbeiten Sie nun Schritt für Schritt folgende Aufgaben:**

**a.** Muss gerichtet oder ungerichtet getestet werden? Wie lautet die  $H_0$  und die  $H_1$ ?

Ungerichtetes Testen: "Besteht ein Unterschied..."

$H_0$ : Die Mittelwerte der beiden Gruppen (Kommunikationstraining vs. Rechtsschreibetraining) unterscheiden sich nicht bezüglich der Beziehungsqualität, d.h. die Differenz ist 0.  $\mu_{KT} = \mu_{RS}$

$H_1$ : Die Mittelwerte der beiden Gruppen (Kommunikationstraining vs. Rechtsschreibetraining) unterscheiden sich bezüglich der Beziehungsqualität, d.h. die Differenz ist ungleich 0.  $\mu_{KT} \neq \mu_{RS}$

**b.** Welches Signifikanzniveau wurde festgelegt? Was bedeutet das?

$\alpha = 0.05$ -Niveau.

Wird ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0.05$  festgelegt, bedeutet dies, dass bei der Verwerfung der Nullhypothese eine 5% Wahrscheinlichkeit besteht, dass eigentlich kein Unterschied besteht und irrtümlicherweise einer angenommen wurde.

**c.** Laden Sie das Package {tidyverse}. Lesen Sie den Datensatz `couples_quality.csv` aus dem Ordner `data` ein und speichern Sie ihn in die Variable `d_quality`.

```
___(tidyverse)

___ <- read.csv("___/___")
glimpse(___)
```

```
library(tidyverse)
```

```
-- Attaching core tidyverse packages ----- tidyverse 2.0.0 --
```

```
v dplyr      1.1.4      v readr      2.1.5
v forcats    1.0.0      v stringr    1.5.1
v ggplot2    3.5.1      v tibble     3.2.1
v lubridate  1.9.4      v tidyr      1.3.1
v purrr      1.0.2
```

```
-- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
```

```
x dplyr::filter() masks stats::filter()
```

```
x dplyr::lag()     masks stats::lag()
```

```
i Use the conflicted package (<http://conflicted.r-lib.org/>) to force all conflicts to become
```

```
d_quality <- read.csv("data/couples_quality.csv")
glimpse(d_quality)
```

```
Rows: 150
```

```
Columns: 3
```

```
$ id      <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 1~
```

```
$ condition <chr> "KT", "RS", "KT", "RS", "KT", "RS", "KT", "RS", "KT", "RS", ~
```

```
$ quality  <dbl> 18.79, 23.48, 25.49, 21.85, 35.75, 29.39, 24.58, 24.78, 26.1~
```

d. Konvertieren Sie `id` zu einem Faktor, da Versuchspersonenidentifikationen ja keine numerischen Werte haben, sondern nominalskaliert sind (z.B. ist Versuchsperson 10 ja nicht doppelt so viel wie Versuchsperson 5). Der Datensatz sollte danach immer noch `d_quality` heissen.

```
d_quality <- d_quality |>
  mutate(id = __(id))
```

```
d_quality <- d_quality |>
  mutate(id = as.factor(id))
```

#### Tipp

- Beginnen Sie mit `d_quality <- d_quality |>`
- Nutzen Sie die Funktion `mutate()` und `as.factor()`.
- Lesen Sie [hier](#) nach.

e. Schauen Sie sich die Variablen und die Deskriptivstatistik an. Wie lauten die Mittelwerte und die Standardabweichungen der beiden Gruppen? Was fällt Ihnen auf?

*Vorgehen:*

- Gruppieren Sie den Datensatz nach Bedingungen.
- Berechnen Sie den Mittelwert und die Standardabweichung
- Erstellen Sie mit den obigen Schritten eine neue Variable namens `d_quality_summary`.
- Schauen Sie sich die Werte in `d_quality_summary` an.

#### Tipp

- Beginnen Sie mit `d_quality_summary <- ___`. Fügen Sie den Namen des Datensatzes ein.
- Fahren Sie dann mit der Pipe `|>` weiter.
- Verwenden Sie `group_by()` zum Gruppieren. Als Argument muss hier die Gruppierungsvariable (UV) eingegeben werden.
- Berechnen Sie den Mittelwert und die Standardabweichung mit `mean()` und `sd()`.

[Für eine Anleitung sehen Sie hier nach](#)

```
___ <- ___ |>
  group_by(___) |>
  summarise(mean_quality = mean(___),
            sd_quality = sd(___))
d_quality_summary
```

```
d_quality_summary <- d_quality |>
  group_by(condition) |>
  summarise(mean_quality = mean(quality),
            sd_quality = sd(quality))
d_quality_summary
```

```
# A tibble: 2 x 3
  condition mean_quality sd_quality
  <chr>          <dbl>         <dbl>
1 KT             25.5           5.45
2 RS             23.8           5.64
```

Tiefere Mittelwerte der Beziehungsqualität in der “RS”-Gruppe im Vergleich zur “KT”-Gruppe. Die Standardabweichungen sind sehr ähnlich.

f. Welchen statistischen Test führen Sie durch?

Es muss ein t-Test für unabhängige Stichproben verwendet werden, da die beiden Gruppen unabhängig sind (keine natürlichen Paare oder Messwiederholung): Da die Paare nicht “aufgetrennt” werden, sondern in die Gruppen eingeteilt und pro Paar nur **ein** Wert erhoben wurde.

g. Überprüfen Sie die Voraussetzung der Varianzhomogenität für diesen Test.

Die Varianzhomogenität wird mit dem Levene-Test überprüft. Dafür kann das Package {car} verwendet werden.

```
car::___(___ ~ ___, # av ~ uv
        data = ___) # dataset

car::leveneTest(quality ~ condition, data = d_quality)
```

Warning in leveneTest.default(y = y, group = group, ...): group coerced to factor.

```
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group   1  0.1842 0.6684
      148
```

Was bedeutet das Ergebnis des Levene-Tests?

Der Levene-Test ist auf dem 5%-Niveau nicht signifikant, daher wird Homoskedastizität angenommen.

**h.** Führen Sie einen t-Test mit der Funktion `t.test()` durch. Wie lautet Ihre Testentscheidung?

```
# t-Test für unabhängige Stichproben durchführen
t.test(formula = ___ ~ ___, # av ~ uv
       alternative = "___", # one.sided or two.sided
       var.equal = TRUE,
       data = ___) # dataset
```

```
# t-Test für unabhängige Stichproben durchführen
t.test(formula = quality ~ condition,
       alternative = "two.sided",
       var.equal = TRUE,
       data = d_quality)
```

Two Sample t-test

data: quality by condition

t = 1.8339, df = 148, p-value = 0.06868

alternative hypothesis: true difference in means between group KT and group RS is not equal to

95 percent confidence interval:

-0.128904 3.453171

sample estimates:

mean in group KT mean in group RS

25.51040 23.84827

**i.** Berechnen Sie die Effektgrösse mit der Funktion `cohen.d()` aus dem Package `{effsize}`. Wie gross ist der Effekt nach Cohen (1998)?

```
# Effektgrösse berechnen
```

```
____::____(formula = ____ ~ ____, # av ~ uv  
           data = ____) # dataset
```

```
# Effektgrösse berechnen
```

```
effsize::cohen.d(formula = quality ~ condition, data = d_quality)
```

Cohen's d

d estimate: 0.2994742 (small)

95 percent confidence interval:

lower upper

-0.02502902 0.62397745

#### j. Interpretation und Berichten

Schreiben Sie 1-2 Sätze zu den Ergebnissen für einen wissenschaftlichen Artikel.

[Hier finden Sie ein Beispiel.](#)

#### 💡 Zusatzaufgaben

Weitere Möglichkeiten, um mit diesem Datensatz zu arbeiten:

- Berechnen Sie eine A-priori Poweranalyse. Hierfür darf der Datensatz nicht verwendet werden, da diese VOR der Datenerhebung durchgeführt werden muss.
- Erstellen Sie einen Boxplot aus den Daten und überprüfen Sie visuell, ob sich die Gruppen und die Varianzen unterscheiden. Was fällt Ihnen auf?

### Aufgabe 4.3: T-Test ausführen

#### Studienbeschreibung

Sie fragen sich, ob das Sprichwort “Gegensätze ziehen sich an” bei romantischen Paaren zutrifft. Sie untersuchen daher, ob



sich die Persönlichkeitsmerkmale von Partnern unterscheiden und haben dazu bei 250 Paaren das Persönlichkeitsmerkmals *Extraversion* erhoben. Die abhängige Variable *Extraversion* wurde jeweils bei beiden Partner mit dem gleichen Messinstrument erhoben. Das Signifikanzniveau wird auf  $\alpha = 0.05$  festgelegt.

**Forschungsfrage:** Unterscheiden sich das Persönlichkeitsmerkmal *Extraversion* signifikant zwischen Partnern?

[Artikel zum Studienbeispiel:  
Claxton et al. \(2012\)](#)

**Bearbeiten Sie nun Schritt für Schritt folgende Aufgaben:**

**a.** Muss gerichtet oder ungerichtet getestet werden? Wie lautet die  $H_0$  und die  $H_1$ ?

Ungerichtetes Testen: “Unterscheiden sich...”

$H_0$ : Die Mittelwerte der beiden Messungen (Partner A vs. Partner B) unterscheiden sich nicht bezüglich der Ausprägung von Extraversion, d.h. die Differenz ist 0.  $\mu_A = \mu_B$

$H_1$ : Die Mittelwerte der beiden Messungen (Partner A vs. Partner B) unterscheiden sich bezüglich der Ausprägung von Extraversion, d.h. die Differenz ist ungleich 0.  $\mu_A \neq \mu_B$

**b.** Welches Signifikanzniveau wurde festgelegt? Was bedeutet das?

$\alpha = 0.05$ -Niveau.

Wird ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0.05$  festgelegt, bedeutet dies, dass bei der Verwerfung der Nullhypothese eine 5% Wahrscheinlichkeit besteht, dass eigentlich kein Unterschied besteht und irrtümlicherweise einer angenommen wurde.

**c.** Lesen Sie den Datensatz `couples_extraversion.csv` aus dem `data` Ordner ein und speichern Sie ihn in die Variable `d_extraversion`.

```
___ <- read.csv("___/___")
glimpse(___)
```

```
d_extraversion <- read.csv("data/couples_extraversion.csv")
glimpse(d_extraversion)
```

Rows: 125

Columns: 3

```
$ id      <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, ~
$ extra1  <dbl> 30.85, 30.82, 20.77, 26.79, 28.25, 22.65, 27.49, 36.07, 31.99, ~
$ extra2  <dbl> 33.97, 30.37, 22.16, 31.65, 29.34, 18.30, 26.57, 35.76, 34.05, ~
```

d. Schauen Sie sich die Variablen und die Deskriptivstatistik an.

- In welchem Format ist der Datensatz? Inwiefern unterscheidet er sich zu Aufgabe 4.2.?

Es handelt sich um einen Datensatz im **wide**-Format. Im Gegensatz zu Aufgabe 4.2.

- Wie lauten die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Variablen? Was fällt Ihnen auf?

```
d_extraversion_summary <- ___ |>
  summarise(mean_extra1 = mean(___),
            sd_extra1 = sd(___),
            mean_extra2 = ___(___),
            sd_extra2 = ___(___))
d_extraversion_summary
```

```
d_extraversion_summary <- d_extraversion |>
  summarise(mean_extra1 = mean(extra1),
            sd_extra1 = sd(extra1),
            mean_extra2 = mean(extra2),
            sd_extra2 = sd(extra2))
d_extraversion_summary
```

```
  mean_extra1 sd_extra1 mean_extra2 sd_extra2
1    28.93912  5.073961    29.79656  5.05109
```

e. Welchen statistischen Test führen Sie durch?

Es muss ein t-Test für abhängige Stichproben verwendet werden, da die beiden Gruppen abhängig sind (natürlichen Paare).

f. Welche Voraussetzungen müssen für den Test erfüllt sein? Welche überprüfen wir?

Die Varianzhomogenität muss nicht erfüllt sein, daher wird kein Levene-Test durchgeführt.

Normalverteilung setzen wir zum aktuellen Zeitpunkt voraus.

g. Führen Sie einen t-Test mit der Funktion `t.test()` durch. Wie lautet Ihre Testentscheidung?

```
# t-Test für abhängige Stichproben durchführen
t.test(d_extraversion$___, d_extraversion$___, #av1, av2
       alternative = "two.sided",
       paired = ___, # TRUE: abhängig, FALSE: unabhängig
       data = ___) # Datensatz
```

```
# t-Test für abhängige Stichproben durchführen
t.test(d_extraversion$extra1, d_extraversion$extra2,
       alternative = "two.sided",
       paired = TRUE,
       data = d_extraversion)
```

Paired t-test

```
data: d_extraversion$extra1 and d_extraversion$extra2
t = -2.2816, df = 124, p-value = 0.02422
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.6012755 -0.1136045
sample estimates:
mean difference
 -0.85744
```

Es muss ein paired t-test durchgeführt werden. Der p-Wert ist 0.024, d.h. es gibt einen signifikanten Unterschied innerhalb der Paare.

**h.** Berechnen Sie die Effektgrösse mit der Funktion `cohen.d()` aus dem Package `{effsize}`. Wie gross ist der Effekt nach Cohen (1998)?

```
# Effektgrösse berechnen
___::cohen.d(___ $ ___, # av 1
             ___ $ ___, # av 2
             paired = ___) #TRUE: abhängig, FALSE: unabhängig
```

```
# Effektgrösse berechnen
effsize::cohen.d(d_extraversion$extra1, # av 1
                 d_extraversion$extra2, # av 2
                 paired = TRUE)
```

Cohen's d

```
d estimate: -0.1693679 (negligible)
95 percent confidence interval:
      lower      upper
-0.31662024 -0.02211563
```

**i.** Interpretation und Berichten

Schreiben Sie 1-2 Sätze zu den Ergebnissen für einen wissenschaftlichen Artikel.

[Hier finden Sie ein Beispiel.](#)

#### Zusatzaufgaben

Weitere Möglichkeiten, um mit diesem Datensatz zu arbeiten:

- Berechnen Sie eine A-priori Poweranalyse. Hierfür darf der Datensatz nicht verwendet werden, da diese VOR der Datenerhebung durchgeführt werden muss.

- Erstellen Sie einen Boxplot aus den Daten und überprüfen Sie visuell, ob sich die Gruppen und die Varianzen unterscheiden. Nutzen Sie hierfür `esquisse::esquisser()` Was fällt Ihnen auf?

Daten im *Wide*-Format eignen sich schlecht zum visualisieren. Die Werte scheinen zusammenzuhängen.

#### Aufgabe 4.4: Zusatzaufgabe

##### Zusatzaufgaben

**Zusatzaufgaben müssen nicht gelöst werden.**

Diskutieren Sie folgende Fragen:

- Wie könnte das Design des Experiments der Aufgabe 4.3 verbessert werden?
  - Welche Probleme könnten bei dem bestehenden Design auftreten? (z.B. das fälschlicherweise ein Effekt angenommen wird, obwohl keiner existiert?)
  - Welche zusätzlichen Messzeitpunkte könnten aufschlussreiche Daten liefern?
  - Könnten die Daten dieses verbesserten Designs mit einem unabhängigen oder abhängigen  $t$ -Tests analysiert werden?