**t-Test**

Kann verwendet werden, um zu prüfen, ob zwei Stichproben sich statistisch signifikant unterscheiden. Zum Beispiel: „sind Männer im Durschnitt größer als Frauen?“

Man unterscheidet zwischen:

* Unabhängiger t-Test
* Abhängiger t-Test
* Einstichproben t-Test

**Einstichproben t-Test:**

* Der Mittelwert aus einer Stichprobe wird geprüft ob es von einem bekannten Mittelwert abweicht
* Im Prinzip wie t-Test für abhängige Stichproben

Voraussetzung:

* Der zum Vergleich benutzte Mittelwert ist gegeben
* Nur eine Stichprobe

Schritte der Durchführung:

1. Mittelwert und Anzahl der Datenpunkte in der Stichprobe bestimmen
2. Berechnung der Standardabweichung
3. ****Standardfehler berechnen
4. Bestimmung der Freiheitsgrade: df = n-1
5. **Bestimmung des t-Werts
6. Bestimmung des p-Wertes und mit Alpha-Niveau vergleichen
7. Annahme oder Ablehnung der H0
8. Berechnung Cohen’s d

**Abhängiger t-Test:**

* Zum Vergleich von zwei verbundenen Mittelwerten
* Zum Beispiel: „vorher-nachher“ oder „mit Treatment-ohne Treatment“

Voraussetzung:

* Die Stichproben müssen paarweise zuordnungsbar sein
* n ≥ 30 (wenn verletzt, müssen die Daten normalverteilt sein)

Schritte der Durchführung:

1. Delta bilden, indem man die jeweils gepaarten Werte der Stichproben von einander abzieht (x1 -x2 = delta)
2. Mittelwert der Differenzen (delta) bestimmen
3. Berechnung der geschätzten Standardabweichung der Population
4. ****Standardfehler berechnen
5. Bestimmung der Freiheitsgrade: df = n-1
6. **Bestimmung des t-Werts
7. Bestimmung des p-Wertes und mit Alpha-Niveau vergleichen
8. Annahme oder Ablehnung der H0
9. Berechnung Cohen’s d

**Unabhängiger t-Test:**

* Wird genutzt um den Mittelwert zweier Gruppen zu vergleichen
* Frage: gibt es einen Unterschied zwischen beide Gruppen oder stammen sie aus gleicher Population?
* Jede Person geht nur in einen Mittelwert ein (wird nur einmal gemessen)
* Beide Stichproben müssen nicht gleichgroß sein

Voraussetzungen:

* Ziehungen der Stichproben sind unabhängig
* Intervallskalierte Variablen
* n1 + n1 > 50 (wenn verletzt, müssen die Daten normalverteilt sein)
* Streuungen der Populationen sind gleich (wenn verletzt, muss der Welch-Test verwendet werden)

Schritte der Durchführung:

1. Mittelwert, Varianz und Anzahl der VPs beider Stichproben bestimmen
2. Standardabweichung der Population bestimmen:
* Sigma pooled berechnen
* Standardabweichungen werden gemittelt, Streuung der größeren Stichproben fällt mehr in Gewicht (genauere Schätzung der Streuung)

$$\hat{σ}\_{pooled}=\sqrt{\frac{n\_{1}s\_{1}^{2}+n\_{2}s\_{2}^{2}}{n\_{1}+n\_{2}-2}}$$

1. Streuung der Mittelwertsdifferenzen bestimmen:
* Standardfehler (SE) berechnen

$$SE= \sqrt{\frac{1}{n\_{1}}+\frac{1}{n\_{2}}}\*\hat{σ}\_{pooled}$$

1. Bestimmung der Freiheitsgrade: df = n1 + n2 – 2
2. Bestimmung des t-Werts:

$$t=\frac{Δ\overbar{x}}{SE}$$

1. Bestimmung des p-Wertes und mit Alpha-Niveau vergleichen
2. Annahme oder Ablehnung der H0
3. Berechnung Cohen’s d

**Beeinflussung von t-Tests:**

* Gerichtete Hypothesen werden immer schneller signifikant als ungerichtete Hypothesen (Alpha-Niveau verteilt sich auf beide Seiten
* Einfluss der Stichprobengröße:
* Je größer die Stichprobe, desto kleiner der Standardfehler, desto größer der t-Wert, desto kleiner der p-Wert 🡺schneller signifikant
* Problem: mit genügend großer Stichprobe bekommt man alles signifikant
* Lösung: Berechnung der Effektstärke (Cohen’s d)

**Cohen’s d:**

* Bewertung der Signifikanz

$$d= \frac{\overbar{x}- µ}{\hat{σ}}$$

* Interpretation Cohen‘s d:
* |d| >= 0,2 🡺kleiner Effekt
* |d| >= 0,5 🡺mittlerer Effekt
* |d| >= 0,8 🡺großer Effekt

**Übersicht Ablauf von t-Tests:**

1. Hypothesen aufstellen
2. Signifikanzniveau festlegen
3. Mittelwert berechnen (bei abhängigen Daten Mittelwert der Differenzen)
4. Populationsstandardabweichung $\hat{σ}$ schätzen
5. Standardfehler SE berechnen
6. T-Wert berechnen
7. Freiheitsgrade bestimmen
8. Signifikanz berechnen
9. Entscheidung für / gegen H0
10. Berechnung Cohen’s d

**Übersicht Formeln:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Einstichproben t-Test** | **Abhängiger t-Test** | **Unabhängiger t-Test** |
| $$\hat{σ}$$ | $$\sqrt{\frac{n}{n-1}}\*s$$ | $$\sqrt{\frac{n}{n-1}}\*s$$ | $$\sqrt{\frac{n\_{1}s\_{1}^{2}+n\_{2}s\_{2}^{1}}{n\_{1}+n\_{2}-2}}$$ |
| **Standardfehler** | $$\frac{1}{\sqrt{n}}\*\hat{σ}$$ | $$\frac{1}{\sqrt{n}}\*\hat{σ}$$ | $$\sqrt{\frac{1}{n\_{1}}+\frac{1}{n\_{2}}}\*\hat{σ}\_{pooled}$$ |
| **df** | $$n-1$$ | $$n-1$$ | $$n\_{1}+n\_{2}-2$$ |
| **t** | $$\frac{\overbar{x}-µ}{SE}$$ | $$\frac{\overbar{x}\_{2}-\overbar{x}\_{1}}{SE}$$ | $$\frac{\overbar{x}\_{2}-\overbar{x}\_{1}}{SE}$$ |
| **Cohen‘s d** | $$\frac{\left|\overbar{x}-μ\right|}{\hat{σ}}$$ | $$\frac{\left|\overbar{x}\_{2}-\overbar{x}\_{1}\right|}{\hat{σ}}$$ | $$\frac{\left|\overbar{x}\_{2}-\overbar{x}\_{1}\right|}{\hat{σ}\_{pooled}}$$ |

**Befehle für die Berechnung in EXCEL:**

* =ANZAHL2() für n
* =MITTELWERT()
* =STABW.S() für die Berechnung von sigma\_dach
* =VAR.P() Varianz für dich Berechnung von sigma\_pooled bei unabhängigen Stichproben
* =T.VERT.RE(ABS(t); df) (\*2, wenn ungerichtet) zur Berechnung des p-Wertes