

8. G*Power

<http://www.psych.uni-duesseldorf.de/abteilungen/aap/gpower3/>

8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

8. Stichprobenumfangsplanung, Effektstärken und Teststärkenberechnung mit G*Power 3.0

8.1 Stichprobenumfangsplanung

- t-Test
- Varianzanalyse

8.2 Effektstärkenberechnung

- t-Test
- Varianzanalyse

8.3 Teststärkenberechnung

- t-Test
- Varianzanalyse

8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Lernziele

- Wie berechnet man den optimalen Stichprobenumfang mit GPower?
- Wie berechnet man die Effektstärke mit GPower?
- Wie berechnet man die Teststärke mit GPower?

8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Zur Erinnerung: Determinanten des t-Tests (1)

WAHRSCHEINLICHKEITEN

- ...bezogen auf die Nullhypothese
 - $1 - \alpha$ H_0 gilt / Entscheidung für H_0
 - α H_0 gilt / Entscheidung für H_1 (Alphafehler)
- ...bezogen auf die Alternativhypothese
 - $1 - \beta$ H_1 gilt / Entscheidung für H_1 (Teststärke)
 - β H_1 gilt / Entscheidung für H_0 (Betafehler)

8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Zur Erinnerung: Determinanten des t-Tests (2)

STICHPROBENUMFANG

- Stichprobenumfang
 - N_{obs}

8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Zur Erinnerung: Determinanten des t-Tests (3) (Bortz, 1999)

EFFEKTSTÄRKE

- bezogen auf die Mittelwerte

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_x}$$

G*Power

- bezogen auf die Varianz (\Rightarrow Stichprobenebene)

$$\eta = \frac{QS_{\text{treat}}}{QS_{\text{tot}}}$$

SPSS

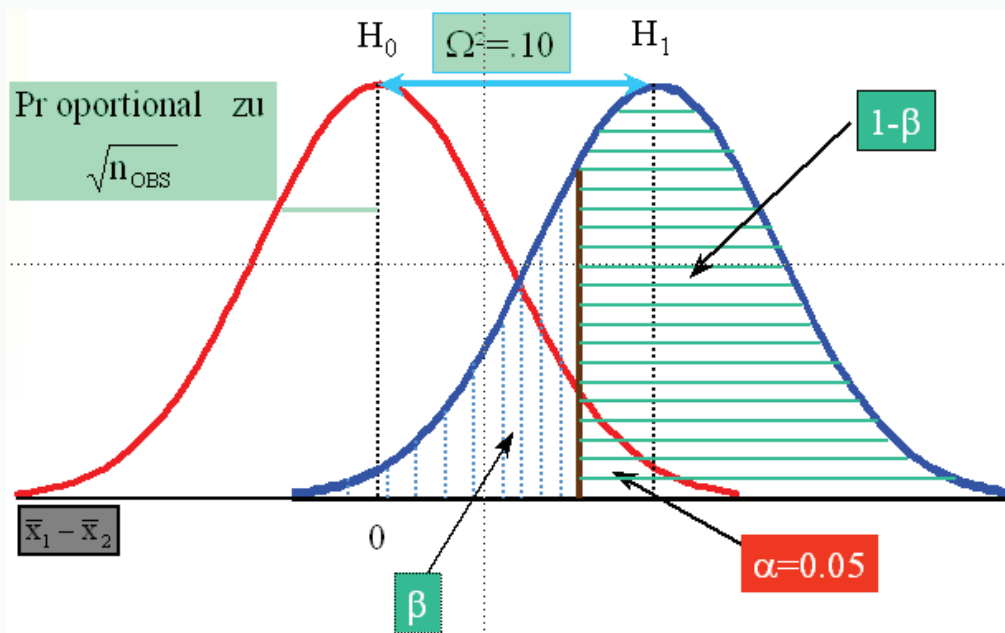
- bezogen auf die Varianz (\Rightarrow Populationsebene)

$$\omega^2 = \frac{QS_{\text{treat}} - (p-1) \cdot \sigma_{\text{Fehler}}^2}{QS_{\text{tot}} + \sigma_{\text{Fehler}}^2}$$

MANUELL

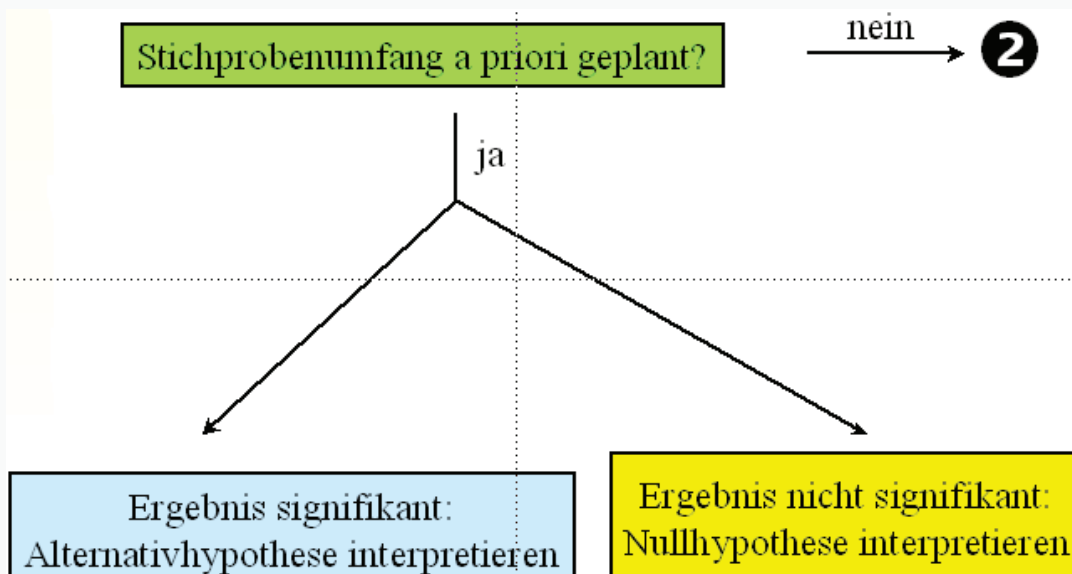
8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Zur Erinnerung: Zusammenhang der drei Größen



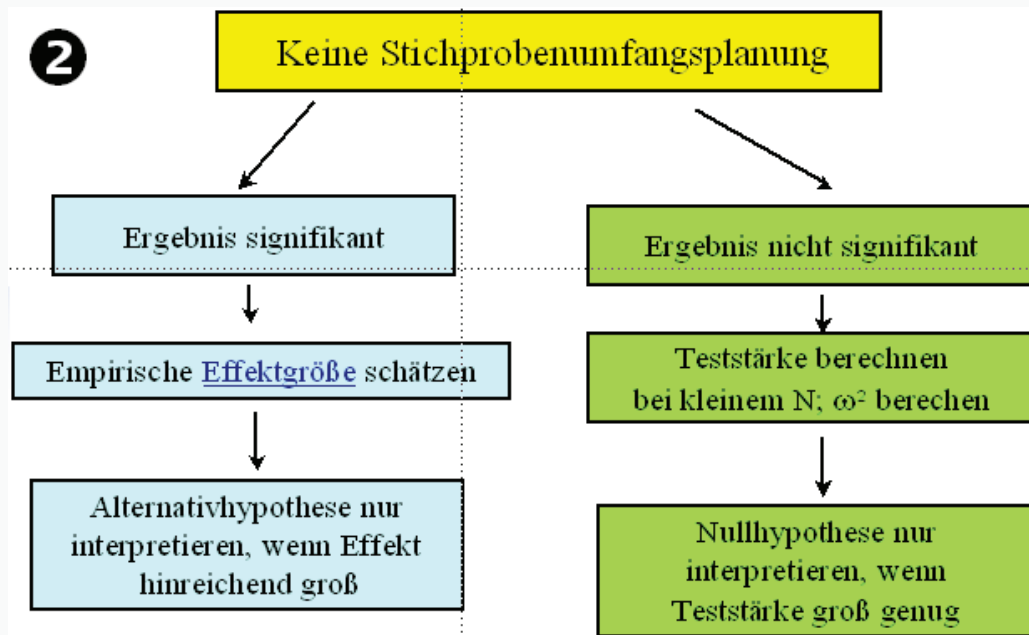
8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Zur Erinnerung: Vorgehensweise Versuchsplanung/-auswertung (1)



8. Stichprobenumfang, Effekt- und Teststärke

Zur Erinnerung: Vorgehensweise Versuchsplanung/-auswertung (2)



8.1 Stichprobenumfangsplanung

t-Test (1) - Beispiel

GEGEBEN

- $d = .50$
- $\alpha = .05$
- $\beta = .10$

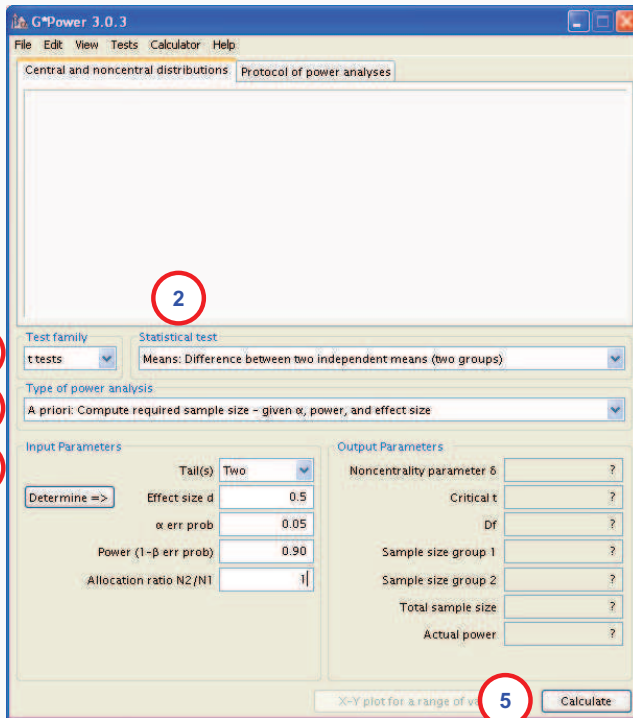
GESUCHT

- $n_1 = n_2 = ?$

Beispiel

8.1 Stichprobenumfangsplanung

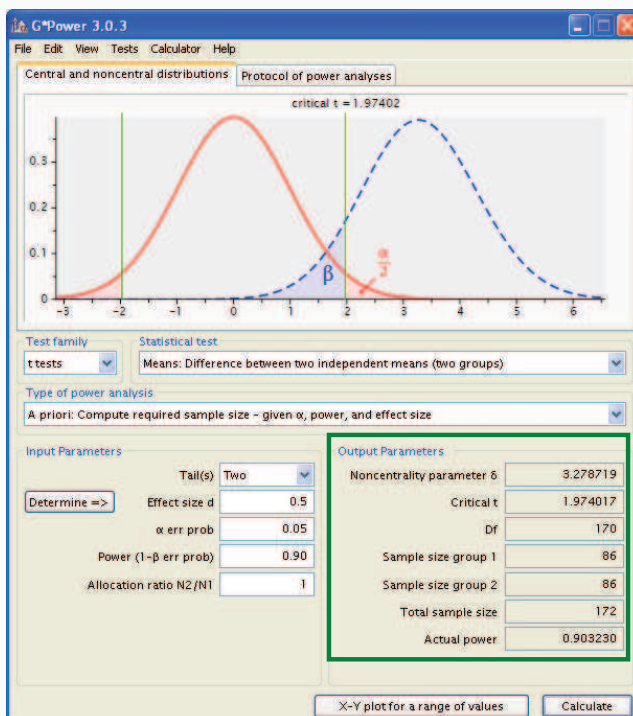
t-Test (2) – GPower: Eingabe



- Es müssen folgende Parameter eingegeben werden:
 1. Testklasse
⇒ **t-tests**
 2. Statistischer Test
⇒ **two independent means**
 3. Art der Analyse
⇒ **A priori**
 4. Determinanten
⇒ einseitig/zweiseitig
⇒ Effektgröße d
⇒ Alphafehler (a err prob)
⇒ Teststärke (power)
- Durch Klick auf **Calculate** (5) wird das Ergebnis berechnet

8.1 Stichprobenumfangsplanung

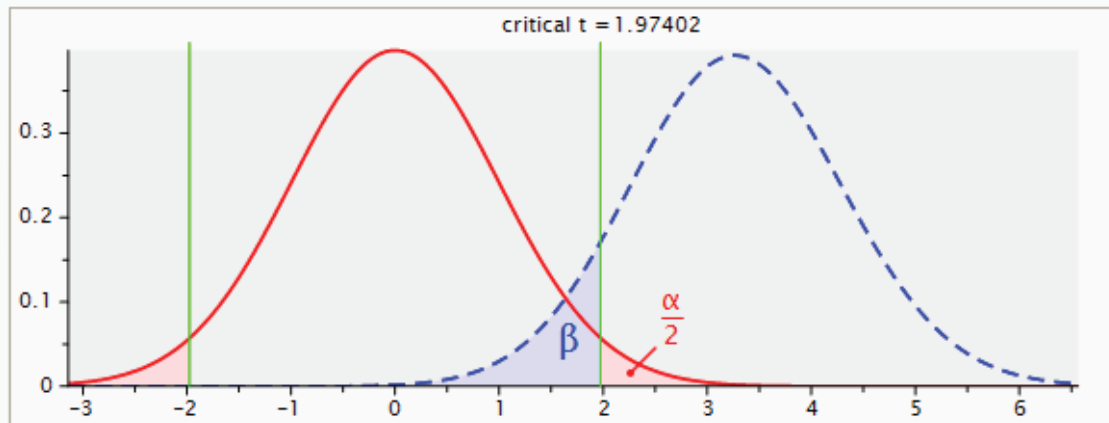
t-Test (3) – GPower: Ergebnis



Ergebnis der Stichprobenumfangsplanung

8.1 Stichprobenumfangsplanung

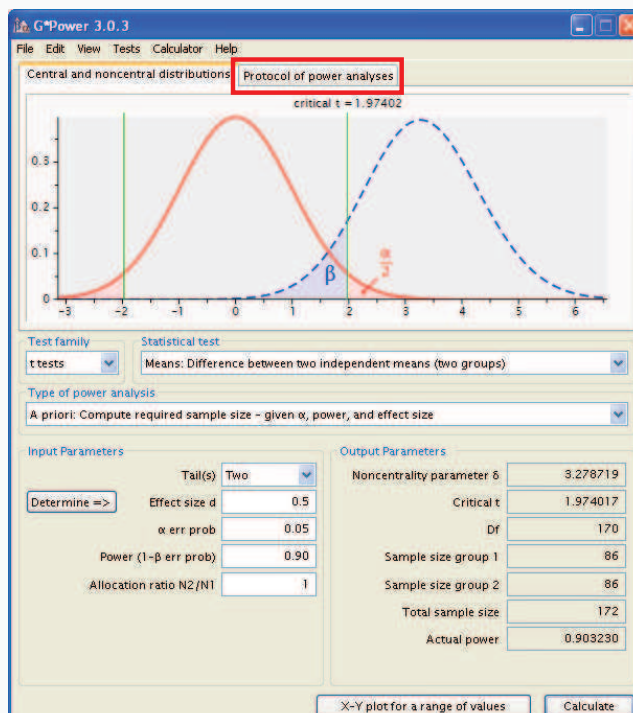
Interpretation



Ergebnis – zentrale und nonzentrale Verteilung

8.1 Stichprobenumfangsplanung

t-Test (4) – GPower: Ergebnisprotokoll

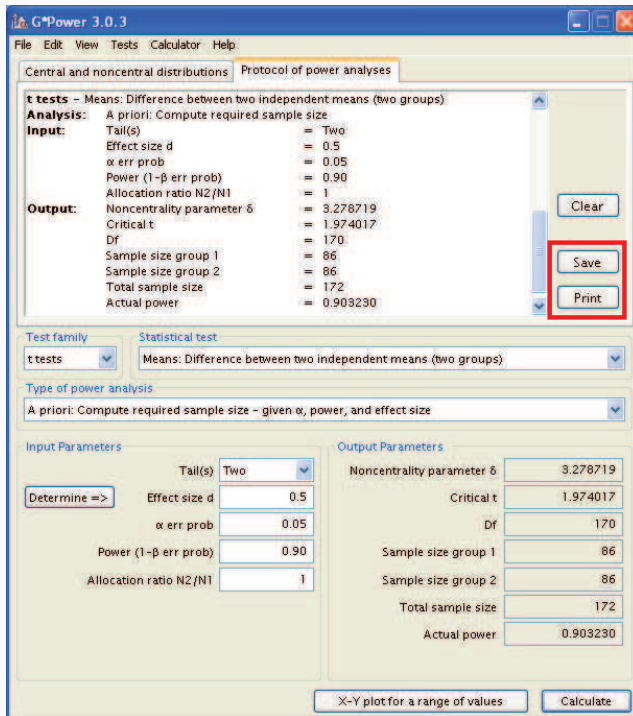


- Durch Klick auf **Protocol...**

Ergebnis der Stichprobenumfangsplanung

8.1 Stichprobenumfangsplanung

t-Test (4) – GPower: Ergebnisprotokoll

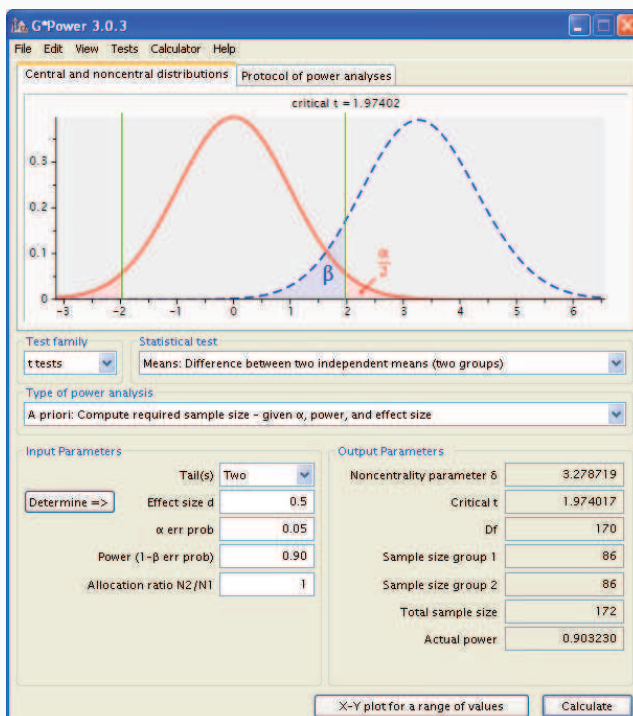


- ...wird der zweite Reiter angezeigt:
Hier findet man das Ergebnis auf einem Protokoll; man kann es sichern, oder ausdrucken.

Ergebnis der Stichprobenumfangsplanung - Protokoll

8.1 Stichprobenumfangsplanung

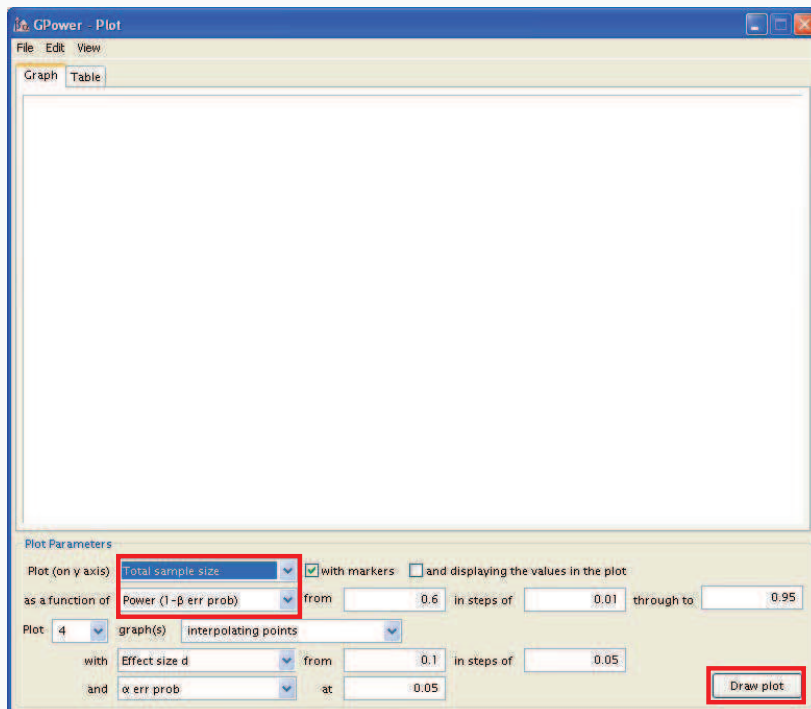
t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche



- Durch Klick auf **X-Y Plot...**

Ergebnis der Stichprobenumfangsplanung

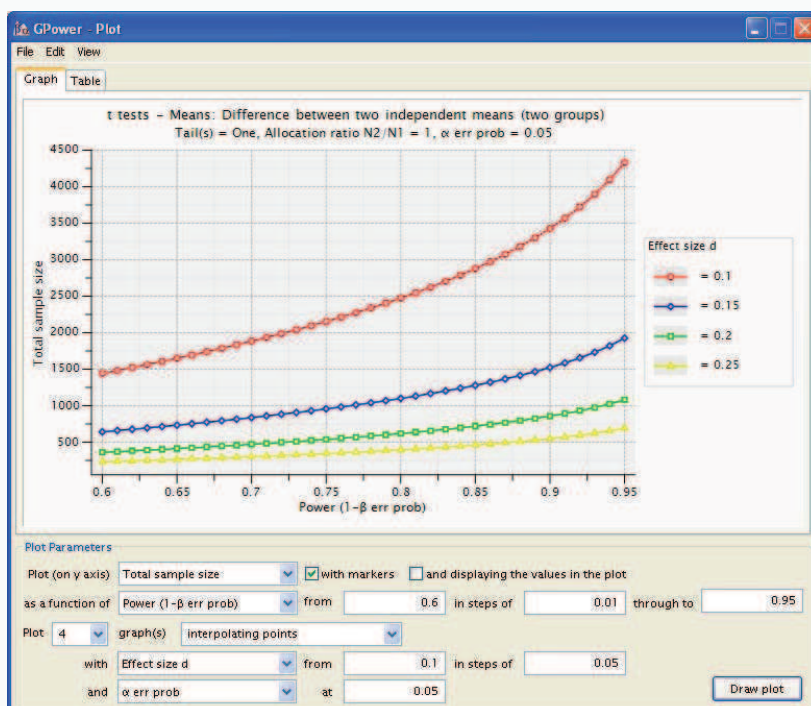
8.1 Stichprobenumfangsplanung t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche



- ...öffnet sich ein Fenster:
Hier kann man sich alle möglichen Zusammenhänge zwischen den Kennwerten des t-Tests anzeigen lassen.
- Man erhält das Ergebnis durch Klick auf **Draw Plot.**

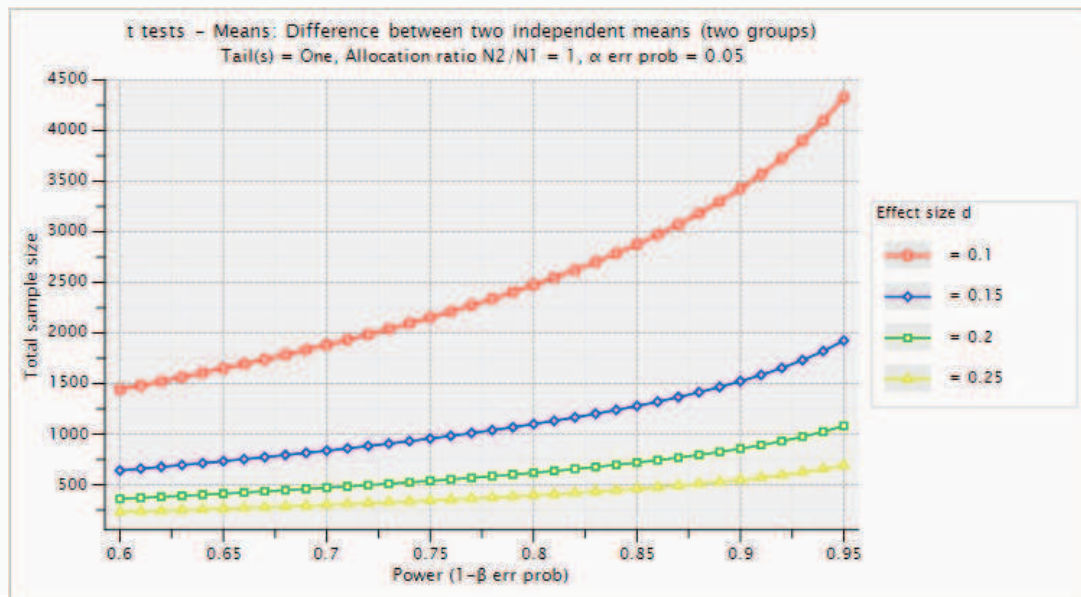
Auswahl Determinante

8.1 Stichprobenumfangsplanung t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche



hier:
Zusammenhang
Teststärke und
Stichprobenumfang
bei unterschiedlichen
Effektgrößen d

8.1 Stichprobenumfangsplanung Interpretation



hier: Zusammenhang Teststärke und Stichprobenumfang

8.1 Stichprobenumfangsplanung Parameter

- Wenn man eine Stichprobenumfangsplanung durchführen will, dann müssen folgende Parameter angegeben werden:

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: t-Test

- t-Test für unabhängige Stichproben

Test family

⇒ t-tests

Statistical test

⇒ Means: Difference between two independent means (two groups)

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ d

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: t-Test

- t-Test für abhängige Stichproben

Test family

⇒ t-tests

Statistical test

⇒ Means: Difference between two dependent means (matched pairs)

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ d

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: Varianzanalyse

- Einfaktorielle Varianzanalyse

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ f

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: Varianzanalyse

- Mehrfaktorielle Varianzanalyse

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Fixed effects, special, main effects and interactions

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ f

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (1)
- bezogen auf nicht messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, between factors

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ f

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (2)
- bezogen auf messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, within factors

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ f

8.1 Stichprobenumfangsplanung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (3)
 - bezogen auf Interaktion nicht messwiederholte Faktoren und messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Type of power analysis

⇒ A priori: Compute required sample size – given α , power, effect size

Effektgröße

⇒ f

8.2 Effektstärkenberechnung

t-Test (1) - Beispiel

GEGEBEN

- $n_1 = n_2 = 86$
- $\alpha = .05$
- $\beta = .10$

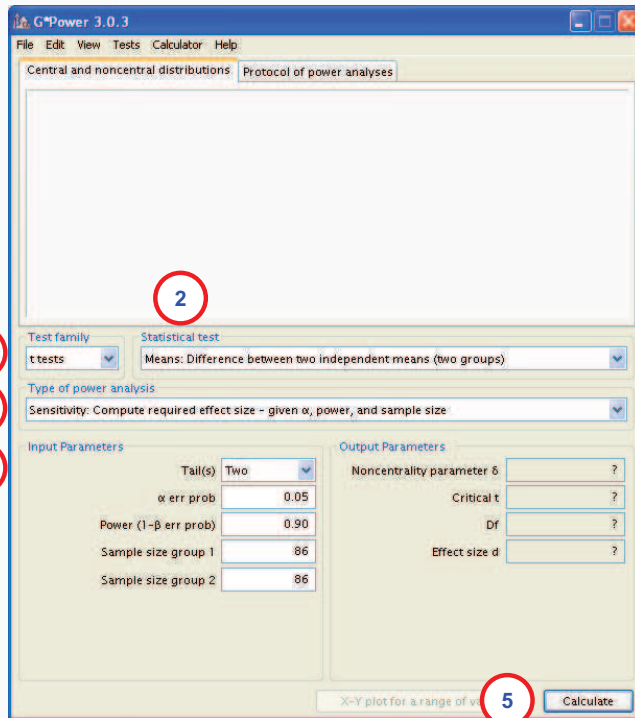
GESUCHT

- $d = ?$

Beispiel

8.2 Effektstärkenberechnung

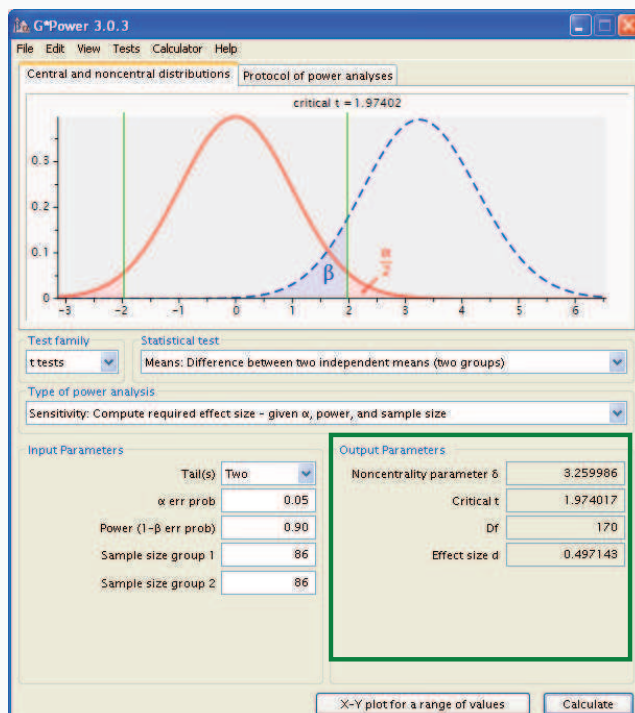
t-Test (2) – GPower: Eingabe



- Es müssen folgende Parameter eingegeben werden:
 1. Testklasse
⇒ **t-tests**
 2. Statistischer Test
⇒ **two independent means**
 3. Art der Analyse
⇒ **Compute required effect size**
 4. Determinanten
⇒ einseitig/zweiseitig
⇒ Sample size 1 / 2
⇒ Alphafehler (α err prob)
⇒ Teststärke (power)
- Durch Klick auf **Calculate** (5) wird das Ergebnis berechnet

8.2 Effektstärkenberechnung

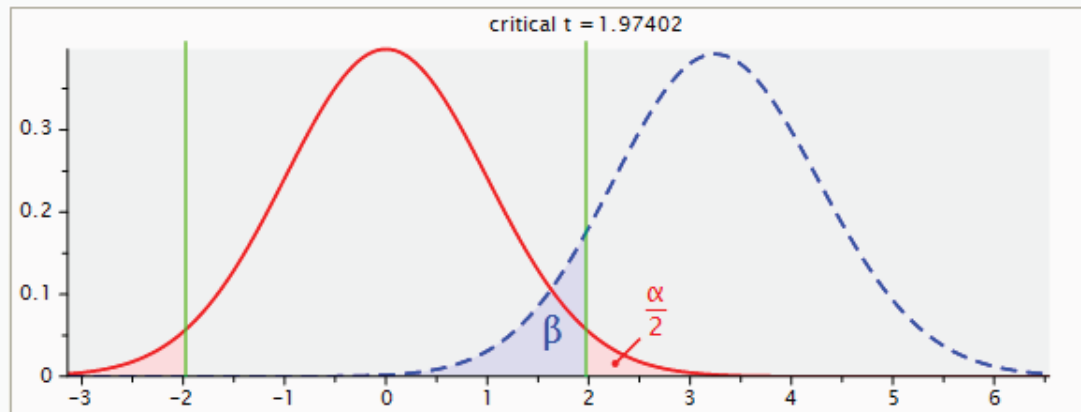
t-Test (3) – GPower: Ergebnis



Ergebnis der Effektstärkenberechnung

8.2 Effektstärkenberechnung

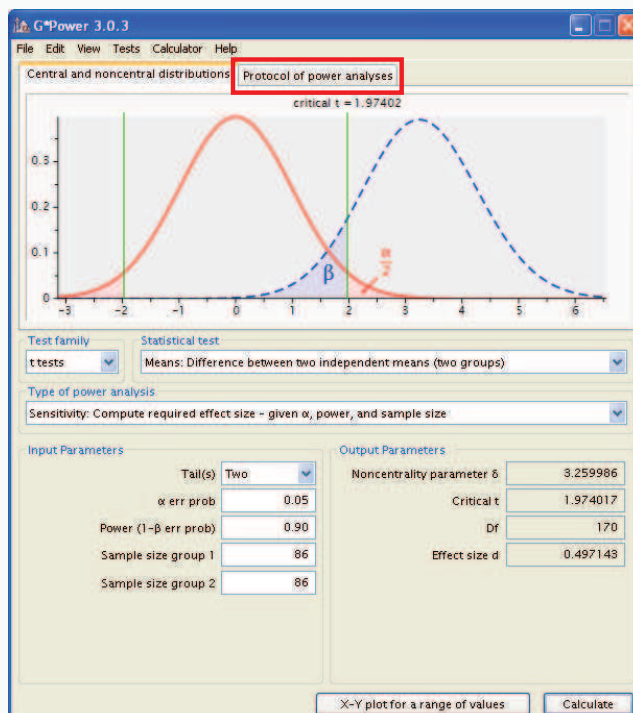
Interpretation



Ergebnis der Effektstärkenberechnung

8.2 Effektstärkenberechnung

t-Test (4) – GPower: Ergebnisprotokoll



- Durch Klick auf **Protocol...**

Ergebnis der Effektstärkenberechnung

8.2 Effektstärkenberechnung t-Test (4) – GPower: Ergebnisprotokoll

Central and noncentral distributions Protocol of power analyses

[1] -- Monday, June 25, 2007 -- 19:03:49

t tests - Means: Difference between two independent means (two groups)

Analysis: Sensitivity: Compute required effect size

Input:

Tail(s)	= Two
α err prob	= 0.05
Power (1- β err prob)	= 0.90
Sample size group 1	= 86
Sample size group 2	= 86

Output:

Noncentrality parameter δ	= 3.259986
Critical t	= 1.974017
Df	= 170
Effect size d	= 0.497143

Clear

Save

Print

Test family: t tests Statistical test: Means: Difference between two independent means (two groups)

Type of power analysis: Sensitivity: Compute required effect size - given α , power, and sample size

Input Parameters:

Tail(s)	Two
α err prob	0.05
Power (1- β err prob)	0.90
Sample size group 1	86
Sample size group 2	86

Output Parameters:

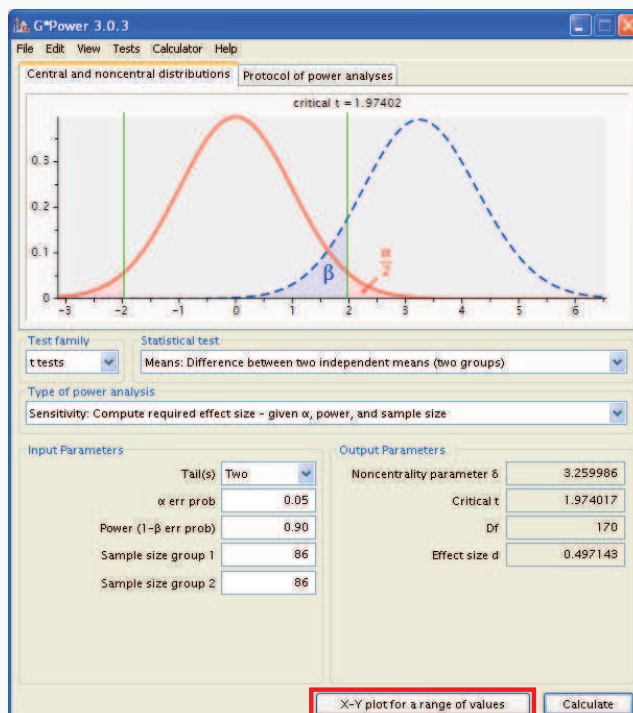
Noncentrality parameter δ	3.259986
Critical t	1.974017
Df	170
Effect size d	0.497143

X-Y plot for a range of values Calculate

- ...wird der zweite Reiter angezeigt:
Hier findet man das Ergebnis auf einem Protokoll; man kann es sichern, oder ausdrucken.

Ergebnis der Effektstärkenberechnung - Protokoll

8.2 Effektstärkenberechnung t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche

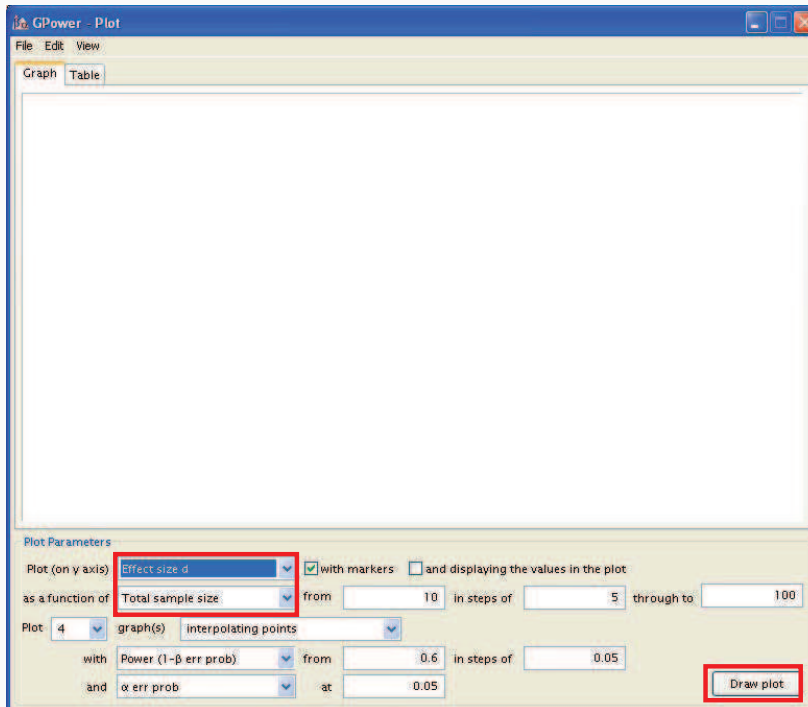


- Durch Klick auf **X-Y Plot...**

Ergebnis der Effektstärkenberechnung

8.2 Effektstärkenberechnung

t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche

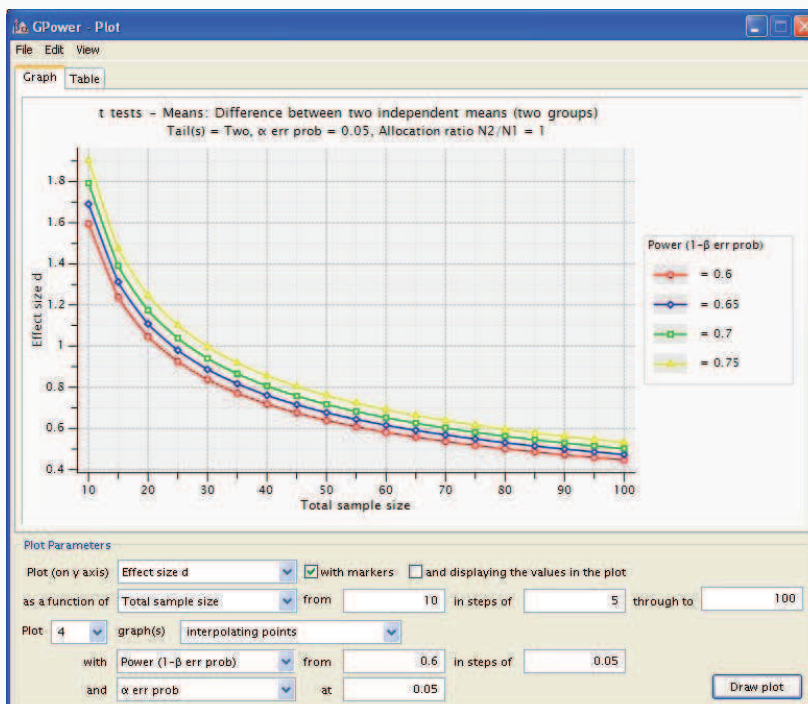


- ...öffnet sich ein Fenster:
Hier kann man sich alle möglichen Zusammenhänge zwischen den Kennwerten des t-Tests anzeigen lassen.
- Man erhält das Ergebnis durch Klick auf **Draw Plot.**

Auswahl Determinanten

8.2 Effektstärkenberechnung

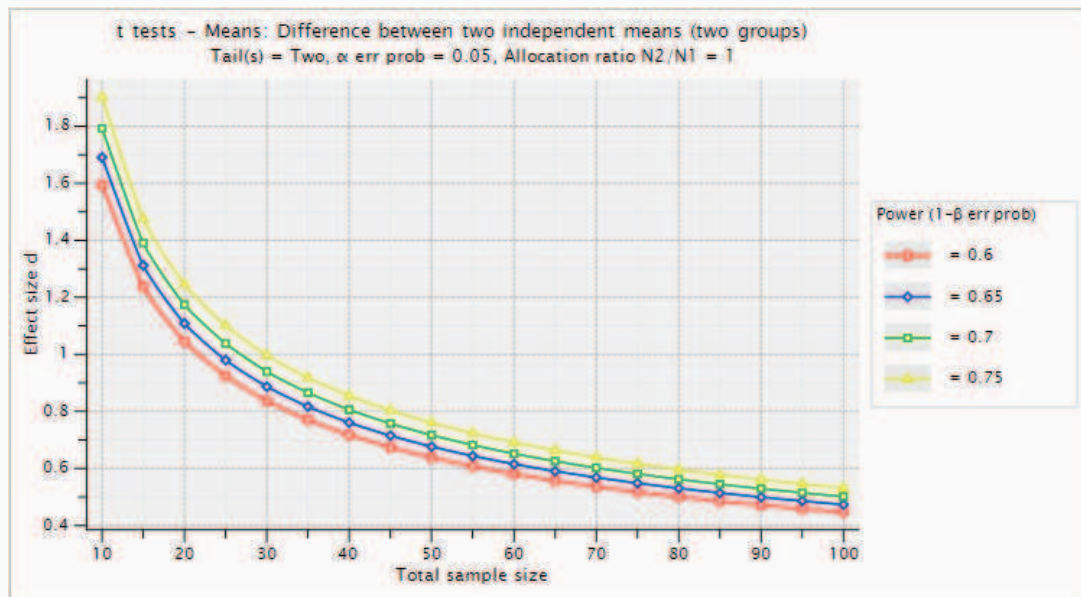
t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche



hier:
Zusammenhang
Stichprobenumfang und
Effektstärke d
bei unterschiedlichen
Teststärken

8.2 Effektstärkenberechnung

Interpretation



hier: Zusammenhang Stichprobenumfang und Effektstärke d

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter

- Wenn man eine Effektstärkenberechnung durchführen will, dann müssen folgende Parameter angegeben werden:

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: t-Test

- t-Test für unabhängige Stichproben

Test family

⇒ t-tests

Statistical test

⇒ Means: Difference between two independent means (two groups)

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ d

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: t-Test

- t-Test für abhängige Stichproben

Test family

⇒ t-tests

Statistical test

⇒ Means: Difference between two dependent means (matched pairs)

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ d

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Einfaktorielle Varianzanalyse

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ f

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Mehrfaktorielle Varianzanalyse

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Fixed effects, special, main effects and interactions

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ f

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (1)
- bezogen auf nicht messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, between factors

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ f

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (2)
- bezogen auf messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, within factors

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ f

8.2 Effektstärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (3)
 - bezogen auf Interaktion nicht messwiederholte Faktoren und messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Type of power analysis

⇒ Sensitivity: Compute required effect size – given α , power and sample size

Effektgröße

⇒ f

8.3 Teststärkenberechnung

t-Test (1) - Beispiel

GEGEBEN

- $d = .50$
- $n_1 = n_2 = 86$
- $\alpha = .05$

GESUCHT

- $1 - \beta = ?$

Beispiel

8.3 Teststärkenberechnung

t-Test (2) – GPower: Eingabe

Central and noncentral distributions: Protocol of power analyses

Test family: **1** t tests

Statistical test: **2** Means: Difference between two independent means (two groups)

Type of power analysis: **3** Post hoc: Compute achieved power - given α , sample size, and effect size

Input Parameters: **4**

Tail(s): Two

Determine => Effect size d: 0.5

α err prob: 0.05

Sample size group 1: 86

Sample size group 2: 86

Output Parameters:

Noncentrality parameter δ : ?

Critical t: ?

Df: ?

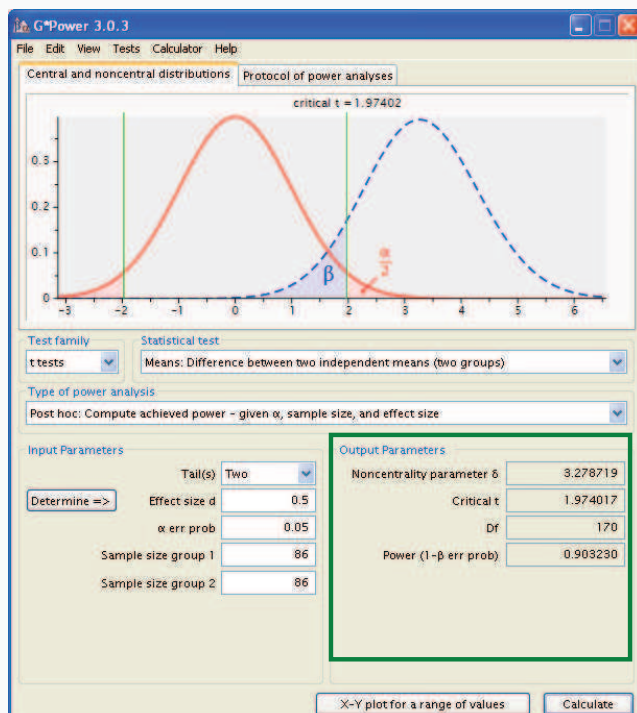
Power (1 - β err prob): ?

5 Calculate

- Es müssen folgende Parameter eingegeben werden:
 1. Testklasse
 - ⇒ **t-tests**
 2. Statistischer Test
 - ⇒ **two independent means**
 3. Art der Analyse
 - ⇒ **Compute achieved power**
 4. Determinanten
 - ⇒ einseitig/zweiseitig
 - ⇒ Effect size d
 - ⇒ Sample size 1 / 2
 - ⇒ Alphafehler (α err prob)
- Durch Klick auf **Calculate** (5) wird das Ergebnis berechnet

8.3 Teststärkenberechnung

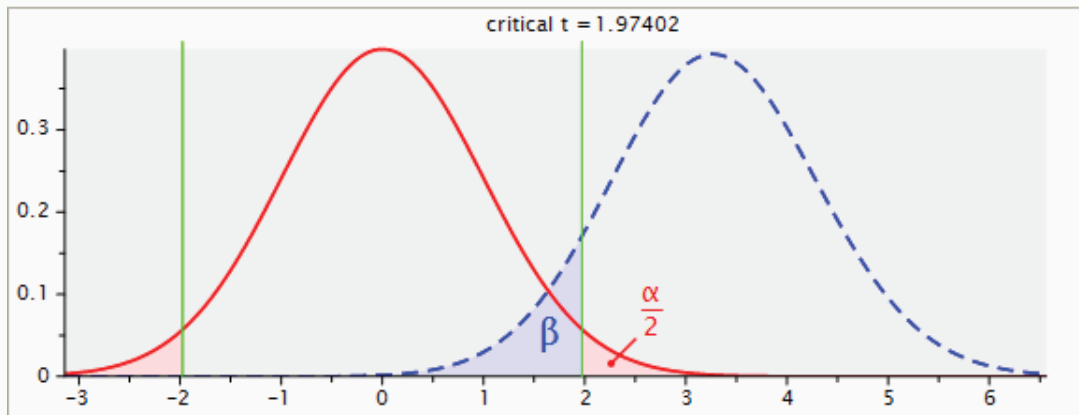
t-Test (3) – GPower: Ergebnis



Ergebnis der Teststärkenberechnung

8.3 Teststärkenberechnung

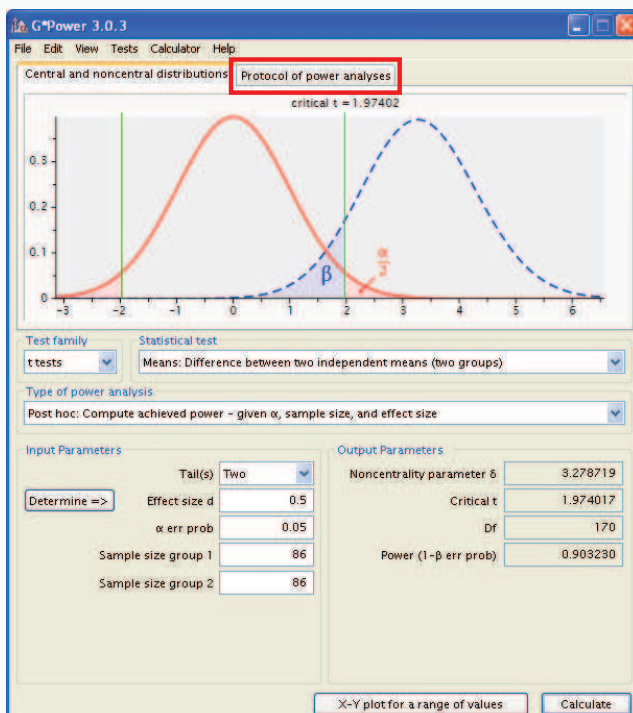
Interpretation



Ergebnis – zentrale und nonzentrale Verteilung

8.3 Teststärkenberechnung

t-Test (4) – GPower: Ergebnisprotokoll

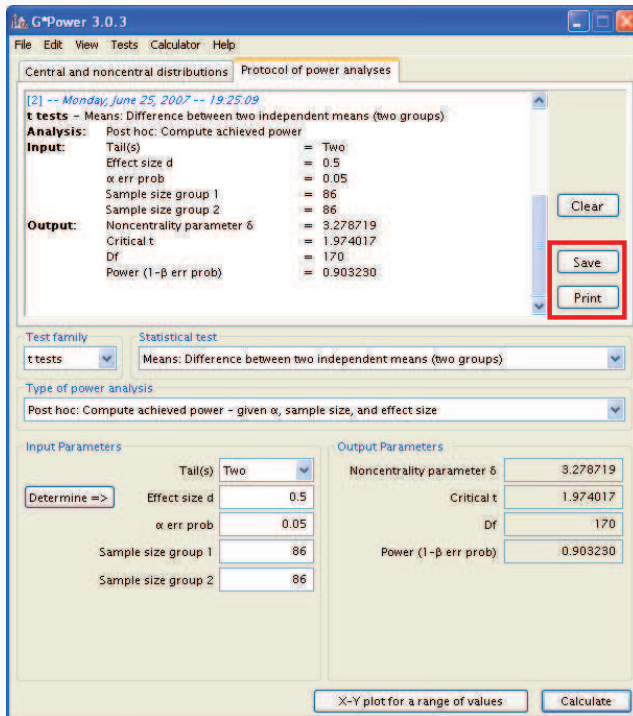


- Durch Klick auf **Protocol...**

Ergebnis der Teststärkenberechnung

8.3 Teststärkenberechnung

t-Test (4) – GPower: Ergebnisprotokoll

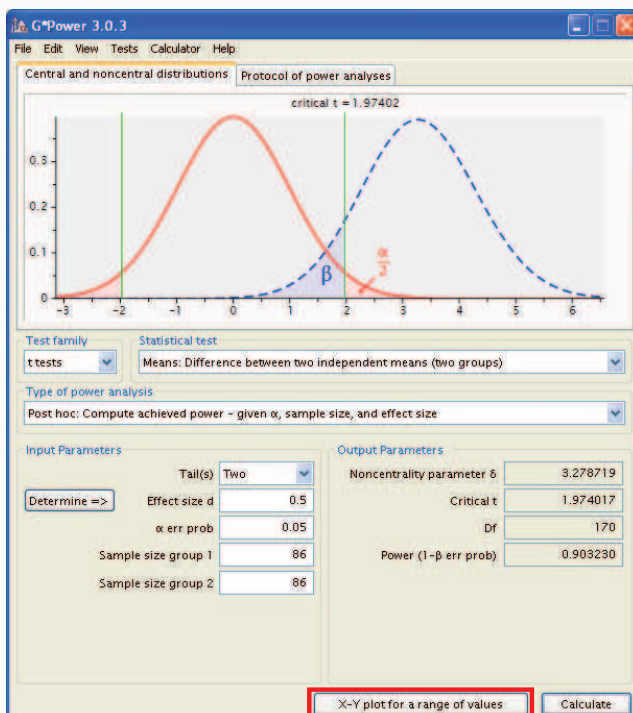


- ...wird der zweite Reiter angezeigt:
Hier findet man das Ergebnis auf einem Protokoll; man kann es sichern, oder ausdrucken.

Ergebnis der Teststärkenberechnung - Protokoll

8.3 Teststärkenberechnung

t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche

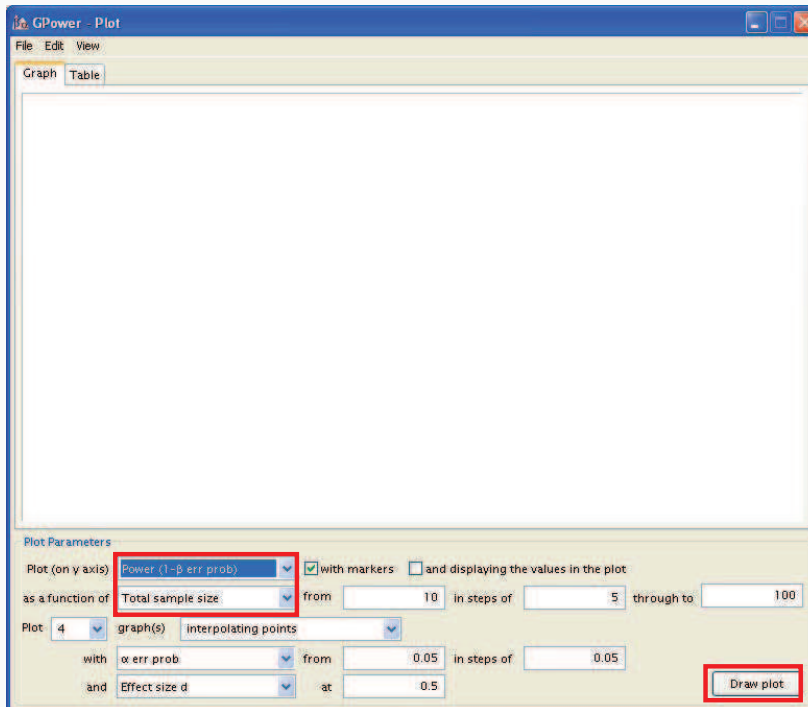


- Durch Klick auf **X-Y Plot...**

Ergebnis der Teststärkenberechnung

8.3 Teststärkenberechnung

t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche

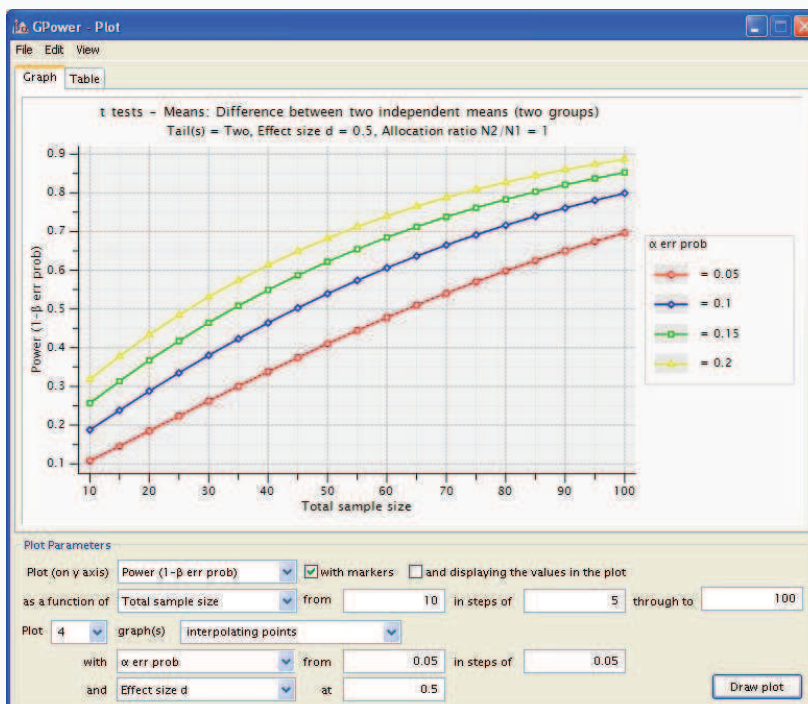


- ...öffnet sich ein Fenster:
Hier kann man sich alle möglichen Zusammenhänge zwischen den Kennwerten des t-Tests anzeigen lassen.
- Man erhält das Ergebnis durch Klick auf **Draw Plot**.

Auswahl Determinanten

8.3 Teststärkenberechnung

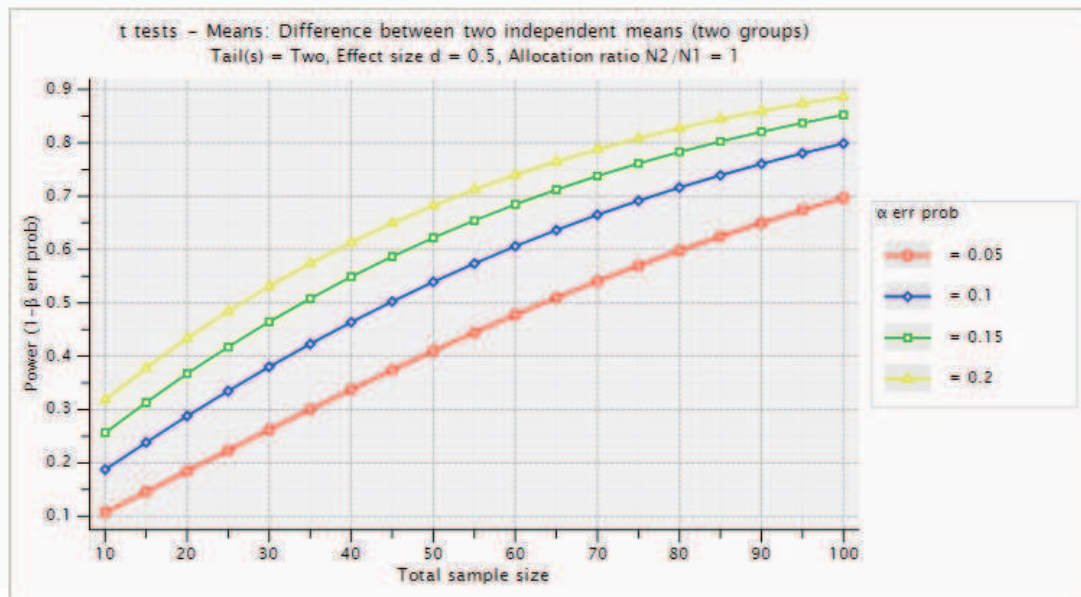
t-Test (5) – GPower: Anzeige der Wertebereiche



hier:
Zusammenhang
Stichprobenumfang und
Effektstärke d
bei unterschiedlichen
Teststärken

8.3 Teststärkenberechnung

Interpretation



hier: Zusammenhang Stichprobenumfang und Effektstärke d

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter

- Wenn man eine Teststärkenberechnung durchführen will, dann müssen folgende Parameter angegeben werden:

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: t-Test

- t-Test für unabhängige Stichproben

Test family

⇒ t-tests

Statistical test

⇒ Means: Difference between two independent means (two groups)

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ d

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: t-Test

- t-Test für abhängige Stichproben

Test family

⇒ t-tests

Statistical test

⇒ Means: Difference between two dependent means (matched pairs)

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ d

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Einfaktorielle Varianzanalyse

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ f

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Mehrfaktorielle Varianzanalyse

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Fixed effects, special, main effects and interactions

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ f

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (1)
- bezogen auf nicht messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, between factors

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ f

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (2)
- bezogen auf messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, within factors

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ f

8.3 Teststärkenberechnung

Parameter: Varianzanalyse

- Varianzanalyse mit Messwiederholung (3)
 - bezogen auf Interaktion nicht messwiederholte Faktoren und messwiederholte Faktoren -

Test family

⇒ F-tests

Statistical test

⇒ ANOVA: Repeated measures, within-between interaction

Type of power analysis

⇒ Post hoc: Compute achieved power – given a, sample size, and effect size

Effektgröße

⇒ f