Bern University of Applied Sciences

Bern Movement Lab

BSc PHY – Angewandte Statistik

LE4 Statistische Tests

Patric Eichelberger & Aglaja Busch
aF&E Physiotherapie

patric.eichelberger@bfh.ch | aglaja.busch@bfh.ch
Moodlekurs

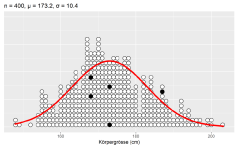
29. Juli 2025

Intro

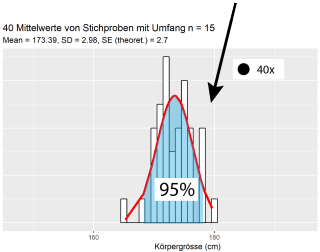
Rückblick Schätzung

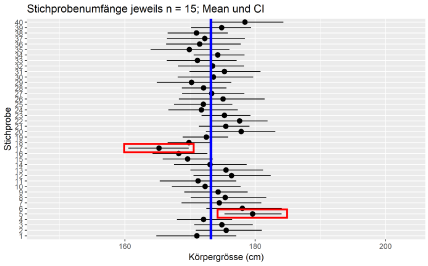
- Es gibt Punkt- und Intervallschätzer.
- Die Intervallschätzung liefert einen Bereich in dem der wahre Wert mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt und ist zu bevorzugen.
- Auswahl der richtigen Schätzmethode ist wichtig:
  - Populationsmittelwert
    - $n > 100$ oder Daten normalverteilt: t-Test (one-sample)
  - Abhängige Daten
    - $n > 100$ oder Differenzen normalverteilt: t-Test (gepaart)
  - Unabhängige Daten
    - $n > 100$ oder Daten normalverteilt in beiden Gruppen: t-Test (ungepaart)
    - Falls Varianzen ungleich sind: Welch-Test
- Nicht normalverteilt: Behandlung in der Lerneinheit zu statistischen Tests!
- Ungleiche Varianzen: Behandlung in der Lerneinheit zu statistischen Tests!

Rückblick Schätzung (cont.)



Der Mittelwert einer genügend grossen Anzahl Zufallsexperimente ist näherungsweise normalverteilt.





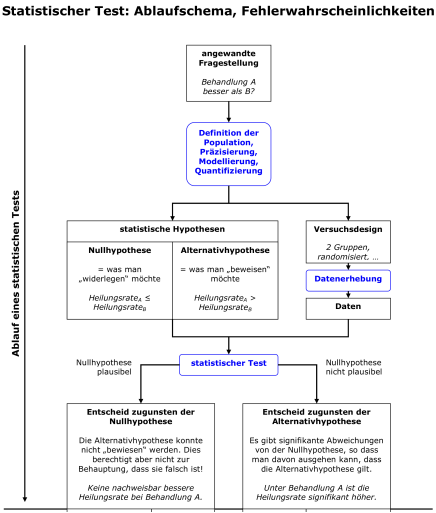
$$(1-\alpha)\cdot 40 = 0.95 \cdot 40 = 38$$

Wenn wir das Experiment (Stichprobenmittelwert schätzen) 40x wiederholen, dann liegt der wahre Wert 38 Mal im Vertrauensintervall drin.

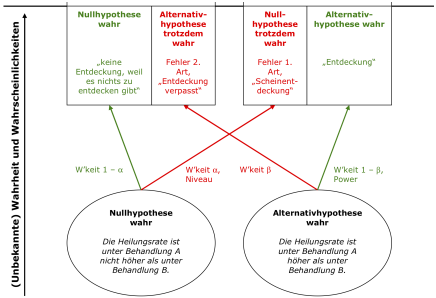
Lernziele Statistische Tests

- Die Studierenden formulieren zu einer Fragestellung inhaltliche und statistische Null- und Alternativhypothese.
- Die Studierenden vergleichen zwei Stichprobenmittelwerte mit statistischen Tests.
- Die Studierenden erläutern den p-Wert und ziehen daraus Schlussfolgerungen über die Null- und Alternativhypothese.
- Die Studierenden wählen für eine Fragestellung und einen gegebenen Datensatz den richtigen statistischen Test.
- Die Studierenden erläutern den Zusammenhang zwischen statistischem Test und Vertrauensintervall.
- Die Studierenden interpretieren Ergebnisse eines statistischen Tests.
- Die Studierenden unterscheiden zwischen statistischer Signifikanz und praktischer Relevanz eines Testergebnisses.

Statistischer Test



Wahrheit und Wahrscheinlichkeit



Quelle: Michael Vock, IMSV, Universität Bern

Fragestellung und Hypothesen

Angewandte Fragestellung

- Ausgangspunkt ist die wissenschaftliche Fragestellung, die man untersuchen möchte. Zum Beispiel: Sind Frauen beweglicher als Männer?
- Dazu folgt eine Behauptung, die man mit Hilfe von Daten und statistischen Methoden untersuchen möchte.

Beispiel

Behauptung: Frauen sind beweglicher als Männer.

Präzisierung

Die Fragestellung bzw. Behauptung muss man meistens noch konkretisieren und präzisieren:

- Über welche Gruppe von Personen will man etwas aussagen?
- Wie kann man Beweglichkeit messen? Was sind die interessierenden Variablen?

Beispiel

- Eine Idee wäre zum Beispiel das Merkmal Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion zu messen.
- Wir haben nicht die Möglichkeit eine zufällige Stichprobe aus der ganzen Schweiz oder der ganzen Welt zu ziehen.
- Wir beschränken uns auf die Studierenden der Physiotherapie an der BFH Gesundheit.

Statistische Hypothesen

- Nullhypothese H_0
  - Darunter versteht man die Behauptung die man ablehnen möchte.
  - In unserem Beispiel: Das Merkmal Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion bei weiblichen und männlichen Studierenden der PHY an der BFH G ist gleich gross.
- Alternativhypothese H_1
  - Diese wird der Nullhypothese gegenüber gestellt.
  - Sie enthält die Motivation des Experiments.
  - In unserem Beispiel: Das Merkmal Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion bei weiblichen und männlichen Studierenden der PHY an der BFH G ist nicht gleich gross.

Statistische Hypothesen (cont.)

Die Hypothesen können mathematisch formuliert werden:

$$H_0 : \mu_w = \mu_m$$

und

$$H_1 : \mu_w \neq \mu_m$$

wobei μ_w und μ_m die mittlere Rotation der Hüfte innen passiv in Flexion weiblicher bzw. männlicher Studierender in der Population (Studierende der PHY an der BFH G) bezeichnen.

Versuchsdesign und Daten

Versuchsdesign

- Passend zu den formulierten Hypothesen entwickelt man ein Versuchsdesign.
- Möglichst viele Einflussgrössen die einem nicht interessieren konstant halten.
  - Ermüdungsstatus zum Messzeitpunkt
  - Akute Infekte zum Messzeitpunkt
  - ...
- Ist dies nicht möglich, so muss man solche Störgrössen im Design und bei der Auswertung beachten.

Ein- oder Mehrgruppenfall / abhängig oder unabhängig

- Ja nach Fragestellung hat man einen Ein- oder Mehrgruppenfall.
- In unserem Beispiel haben wir zwei Gruppen: Frauen und Männer
- Hat man mehrere Gruppen, können diese abhängig oder unabhängig (auch verbunden/unverbunden; gepaart/ungepaart) sein.
- In unserem Beispiel: unabhängige Gruppen, da die zu vergleichenden Messwerte von unterschiedlichen Personen stammen.
- Hätte man Messungen wiederholt an gleichen Personen gemacht (z.B. vor und nach Behandlung) hätte man abhängige Gruppen.

Stichprobengrösse

Die ideale Stichprobengrösse hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- der Streuung der Daten
- dem relevanten Unterschied
- dem statistischen Test der benützt wird
- dem Signifikanzniveau
- der Power

Ebenfalls müssen ökonomische Faktoren berücksichtigt werden, da Studien mit hohen Fallzahlen teuer sind.

Datenerhebung

Schliesslich sammelt man die Daten, indem man Versuche bzw. Beobachtungen durchführt.

Beispiel

- In unserem Beispiel müssten wir jetzt zufällig Studierende der PHY an der BFH G auswählen und deren Rotation der Hüfte innen passiv in Flexion messen.
- Unser Datensatz ist anders entstanden, der Übung wegen arbeiten wir aber trotzdem damit weiter.

Daten

Wenn man die Daten schliesslich erhoben hat:

- Daten mit einer geeigneten Darstellung visualisieren
- Kennzahlen berechnen
- Für die statistischen Tests beurteilen ob die Daten normalverteilt sind

Beispiel

Dies haben wir ja schon im Hinblick auf die Vertrauensintervalle gemacht und sind zum Schluss gekommen:

- Das Merkmal könnte bei den weiblichen Studierenden normalverteilt sein.
- Bei den männlichen Studierenden ist der Stichprobenumfang ($n = 23$) zu klein um die Normalverteilung zu überprüfen ($n < 30$).
- Die Varianz ist in beiden Gruppen etwa gleich.

Statistischer Test

Statistischer Test

- Um den statistischen Test durchzuführen, muss zunächst die sogenannte Teststatistik aus den Daten berechnet werden.

$$\text{Teststatistik} = \frac{\text{Durch Modell erklärte Varianz}}{\text{Durch Modell nicht erklärte Varianz}} = \frac{\text{Effekt}}{\text{Fehler}}$$

- Im Falle des t-Tests zum Vergleich von Mittelwerten

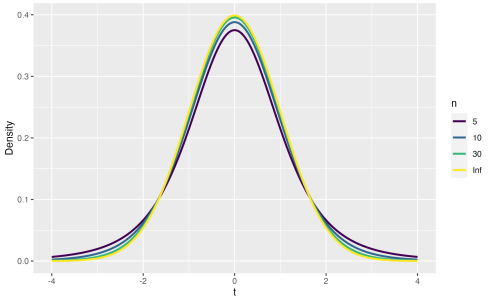
$$t = \frac{\text{Differenz zw. Gruppenmittelwerten}}{\text{Standardfehler}}$$

Merke

t wird grösser falls:

- Die Differenz, d.h. der Effekt, grösser wird.
- Der Standardfehler kleiner wird: Stichprobenstreuung wird kleiner und/oder der Stichprobenumfang wird grösser.

Exkurs: t-Verteilung und t-Wert



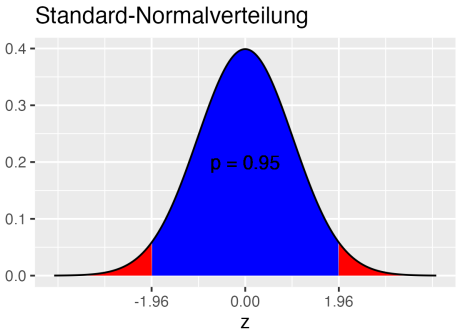
- Beim Schätzen von Mittelwerten in normalverteilten Populationen.
- Wenn Stichproben klein sind.
- Wenn die Populations Standardabweichung nicht bekannt ist.

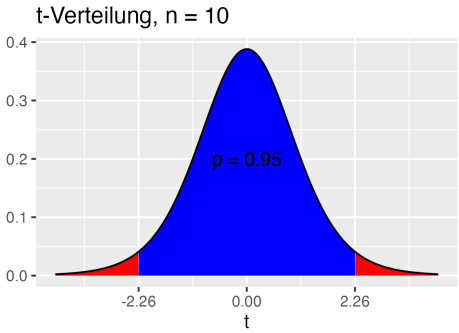
$$t = \frac{\text{Differenz zw. Gruppenmittelwerten}}{\text{Standardfehler}} = \frac{d}{SE} = \frac{d}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

Merke

Wenn t-Verteilung vorliegt müssen auf der x-Achse andere Werte gewählt werden als bei Normalverteilung um die 95%-Fläche zu berechnen.

Exkurs: t-Verteilung und t-Wert (cont.)



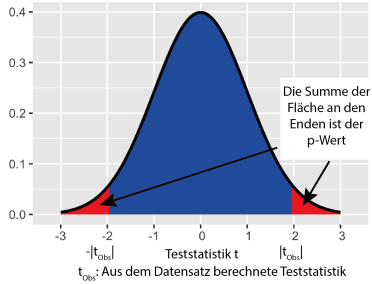


$$CI = \bar{x} \pm 1.96 \cdot SE$$

$$CI = \bar{x} \pm 2.26 \cdot SE$$

p-Wert

- Man berechnet den sogenannten p-Wert: die Wahrscheinlichkeit, dass der beobachtete Wert der Teststatistik unter der Nullhypothese vorkommen kann.
- Ist diese Wahrscheinlichkeit genügend klein, so ist die Nullhypothese nicht plausibel.
- Als übliche Grenze (sogenanntes Signifikanzniveau) nimmt man meistens 5%.
- Man betrachtet dann also eine Nullhypothese gerade noch als plausibel, wenn sie in 5% der Fälle zufällig zu einer extremeren Teststatistik führen würde.



$$t_{\text{Obs}} = \frac{d}{SE}$$

Merke

Die Nullhypothese wird abgelehnt wenn der beobachtete t-Wert t_{Obs} den dem Signifikanzniveau zugehörigen kritischen t-Wert t_{Crit} überschreitet.

Kritischer t-Wert t_{Crit} (A. Field, Miles und Z. Field 2012)

A.2 Critical values of the *t*-distribution

	Two-Tailed Test		One-Tailed Test	
df	0.05	0.01	0.05	0.01
1	12.71	63.66	6.31	31.82
2	4.30	9.92	2.92	6.96
3	3.18	5.84	2.35	4.54
4	2.78	4.60	2.13	3.75
5	2.57	4.03	2.02	3.36
6	2.45	3.71	1.94	3.14
7	2.36	3.50	1.89	3.00
8	2.31	3.36	1.86	2.90
9	2.26	3.25	1.83	2.82
10	2.23	3.17	1.81	2.76
		⋮		
26	2.06	2.78	1.71	2.48
27	2.05	2.77	1.70	2.47
28	2.05	2.76	1.70	2.47
29	2.05	2.76	1.70	2.46
30	2.04	2.75	1.70	2.46
35	2.03	2.72	1.69	2.44
40	2.02	2.70	1.68	2.42
45	2.01	2.69	1.68	2.41
50	2.01	2.68	1.68	2.40
60	2.00	2.66	1.67	2.39
70	1.99	2.65	1.67	2.38
80	1.99	2.64	1.66	2.37
90	1.99	2.63	1.66	2.37
100	1.98	2.63	1.66	2.36
∞ (*z*)	1.96	2.58	1.64	2.33

Entscheid

p-Wert kleiner als Signifikanzniveau

- Wenn der p-Wert kleiner ist als das Signifikanzniveau (sogenannt signifikanter p-Wert), also $t_{\text{Obs}} > t_{\text{Crit}}$, entscheidet man sich also zugunsten der Alternativhypothese.
- Es gibt in diesem Fall signifikante Abweichungen von der Nullhypothese, so dass man davon ausgehen kann, dass die Alternativhypothese gilt.

p-Wert nicht kleiner als Signifikanzniveau

- Die Alternativhypothese kann nicht „bewiesen“ werden.
- Dies berechtigt aber nicht zur Behauptung, dass sie falsch ist!

Entscheid für Beispiel

- Aus unseren Daten erhalten wir einen p-Wert von 0.000869.
- Dieser p-Wert ist natürlich kleiner als das Signifikanzniveau von 0.05.
- Man entscheidet sich zugunsten der Alternativhypothese.
- Die weiblichen Studierenden der PHY an der BFH G unterscheiden sich im Merkmal Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion signifikant von den männlichen Studierenden.
- Die weiblichen Studierenden sind also beweglicher.

Wann benutze ich welchen Test?

Quantitative Daten

eine Gruppe	grosser Umfang (>100)			Student's t (one sample)
	kleiner Umfang	normalverteilt		Student's t (one sample)
		nicht normalverteilt		Wilcoxon Rank (WVR-Test)
zwei Gruppen	grosse Umfänge (in jeder Gruppe >100)		abhängig	Student's t (paired)
			unabhängig	Varianzen gleich: Student's t (unpaired)
				Varianzen ungleich: Welch's t (unpaired)
	kleine Umfänge	normalverteilt	abhängig	Student's t (paired)
			unabhängig	Varianzen gleich: Student's t (unpaired)
				Varianzen ungleich: Welch's t (unpaired)
		nicht normalverteilt	abhängig	Wilcoxon-Rank (WVR-Test)
			unabhängig	Mann-Whitney U (WR-Test)
mehrere Gruppen	grosse Umfänge (in jeder Gruppe >100)		abhängig	ANOVA (repeated-measures)
			unabhängig	ANOVA
	kleine Umfänge	normalverteilt	abhängig	ANOVA (repeated-measures)
			unabhängig	ANOVA
		nicht normalverteilt	abhängig	Friedmann-Test
			unabhängig	Kruskal-Wallis-Test

WVR-Test: Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest
WR-Rest: Wilcoxon-Rangsummentest, Mann-Whitney-U-Test
ANOVA: Varianzanalyse

Kategorielle Daten

kleine Häufigkeiten (<5)			Fisher's Exact Test, Binomial Test
grosse Häufigkeiten	eine Variable		Chi^2-Test
	zwei Variablen	abhängig	McNemar-Test
		unabhängig	Chi^2-Test
	>2 Variablen		Log-Linear Analyse

Parametrische Tests

Bei den sogenannten parametrischen Tests (t-Test, ANOVA, usw.) müssen folgende Annahmen beachtet werden:

- Unabhängige Daten
  - Bei kleinen Stichprobenumfängen (für uns $n < 100$) müssen die Daten beider Gruppen normalverteilt sein.
  - Die Streuung in den verschiedenen Gruppen etwa gleich gross sein (für einige Tests gibt es aber Korrekturen dafür).
- Abhängige Daten
  - Bei kleinen Stichprobenumfängen (fur uns $n < 100$) müssen die Differenzen zwischen den Gruppen normalverteilt sein.

Nichtparametrische Test

Ist die Verteilung der Daten nicht bekannt, müssen andere Testverfahren verwendet werden, nämlich die sogenannten nichtparametrischen Methoden.

- Die meisten nichtparametrischen Verfahren sind Rangtests. (Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummen-Test, Wilcoxon-Rangsummen-Test, Friedmann-Test, usw.)
- Die Teststatistik ist nur eine Funktion der rangierten Beobachtungswerte.
- Diese Verfahren sind somit robuster und sind auch auf ordinal skalierte Daten anwendbar.

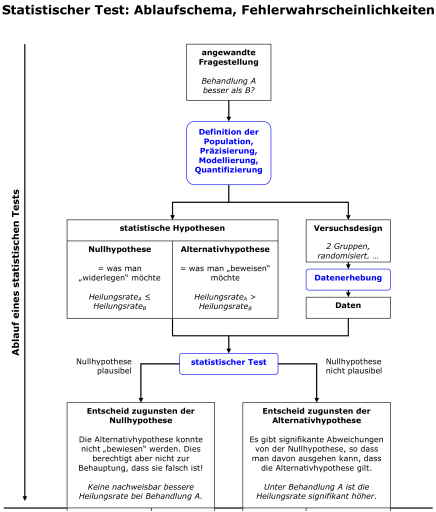
Testauswahl

Beispiel

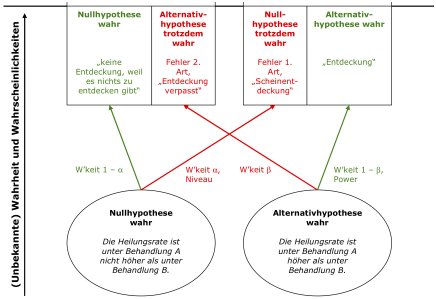
- In unserem Beispiel hatten wir zwei unabhängige Gruppen mit kleinen Umfängen.
- Da wir keine Möglichkeit haben, die Normalverteilung der Daten der männlichen Studierenden zu überprüfen, müssen wir davon ausgehen, dass keine Normalverteilung vorliegt.
- In diesem Fall ist ein Wilcoxon-Rangsummen-Test, auch Mann-Whitney-U-Test genannt, der richtige Test.

Wahrheit und Wahrscheinlichkeit

Statistischer Test



Wahrheit und Wahrscheinlichkeit



Quelle: Michael Vock, IMSV, Universität Bern

Binäre Klassifikation - Entscheid und Irrtum

Decision	True state	
	Not different - H0 True	Different - H1 True
Not different	Correct desicion Frequency $1 - \alpha$ True negative Specifity	Incorrect desicion Frequency β False negative Type 2 error
Different	Incorrect desicion Frequency α False positive Type 1 error	Correct desicion Frequency $1 - \beta$ True positive Sensitivity (Power)

Fehler 1. Art

Decision	True state	
	Not different - H0 True	Different - H1 True
Not different	Correct desicion Frequency $1-\alpha$ True negative Specifity	Incorrect desicion Frequency β False negative Type 2 error
Different	Incorrect desicion Frequency α False positive Type 1 error	Correct desicion Frequency $1-\beta$ True positive Sensitivity (Power)

- Falls die Nullhypothese wahr ist und der p-Wert kleiner als das Signifikanzniveau ist, wird fälschlicherweise die Alternativhypothese angenommen.
- Diese Fehlentscheidung nenn man Fehler 1. Art.
- Die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers 1. Art nennt man α-Fehler.
- Dieser Fehler kann kontrolliert werden, er entspricht dem gewählten Signifikanzniveau

Fehler 2. Art

Decision	True state	
	Not different - H0 True	Different - H1 True
Not different	Correct desicion Frequency $1-\alpha$ True negative Specifity	Incorrect desicion Frequency β False negative Type 2 error
Different	Incorrect desicion Frequency α False positive Type 1 error	Correct desicion Frequency $1-\beta$ True positive Sensitivity (Power)

- Falls die Alternativhypothese wahr ist und der p-Wert grösser als das Signifikanzniveau ist, wird fälschlicherweise die Nullhypothese beibehalten.
- Diese Fehlentscheidung nenn man Fehler 2. Art.
- Die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers 2. Art nennt man β-Fehler.
- Dieser Fehler kann mit der passenden Wahl des Stichprobenumfangs kontrolliert werden.

Power: Stichprobenumfang, Streuung und Differenzen

Die Power, Macht oder Güte eines Tests, ist die Wahrscheinlichkeit, bei wahrer Alternativhypothese die Nullhypothese zu verwerfen, und ist durch

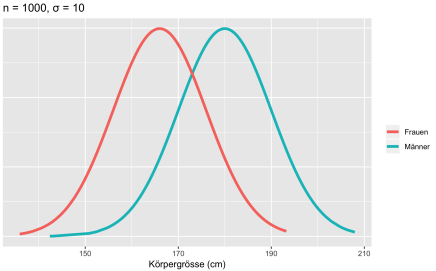
$$\gamma = 1 - \beta$$

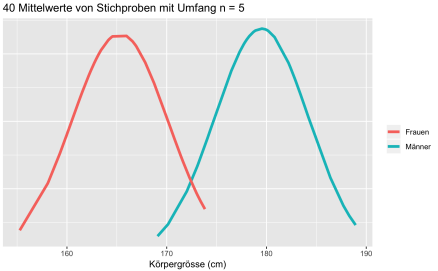
gegeben.

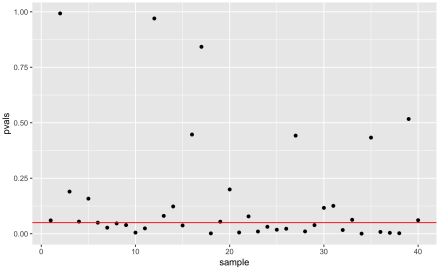
Merke

- Die Power wird grösser wenn...
  - Die Stichproben grösser sind.
  - Die Streuungen der Stichproben kleiner sind.
  - Die Differenz zwischen den Stichproben grösser ist.

Beispiel Fehler 2. Art $n = 5$

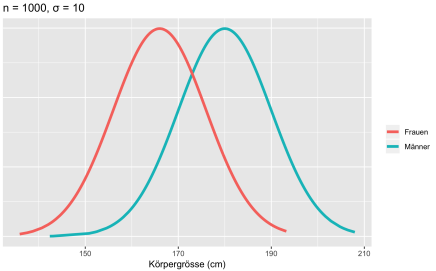


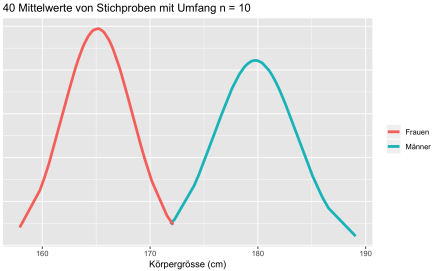


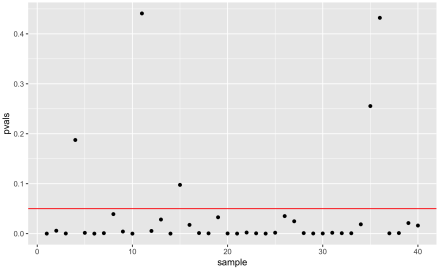


- Theoretische Power: 0.495
- True (+): 19 / False (-): 21
- $(1 - \beta) = \frac{19}{40} = 0.475$

Beispiel Fehler 2. Art $n = 10$

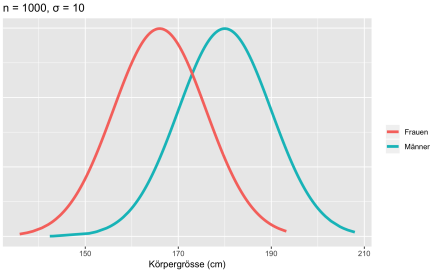


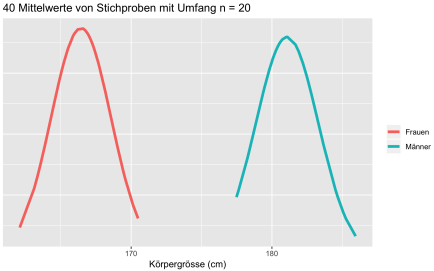


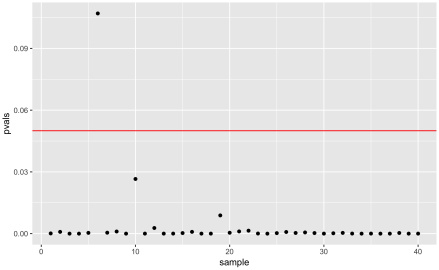


- Theoretische Power: 0.841
- True (+): 35 / False (-): 5
- $(1 - \beta) = \frac{35}{40} = 0.875$

Beispiel Fehler 2. Art $n = 20$

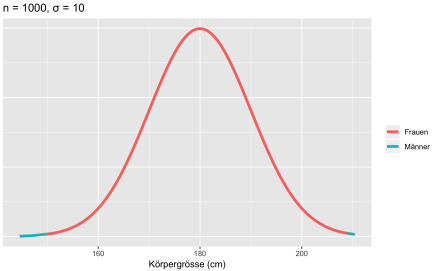


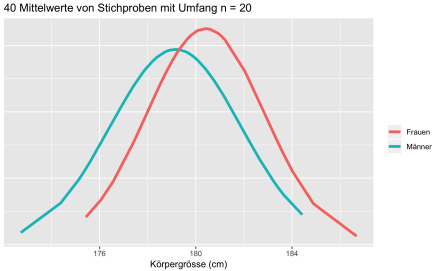


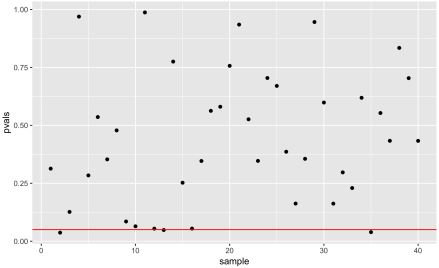


- Theoretische Power: 0.991
- True (+): 39 / False (-): 1
- $(1 - \beta) = \frac{39}{40} = 0.975$

Beispiel Fehler 1. Art

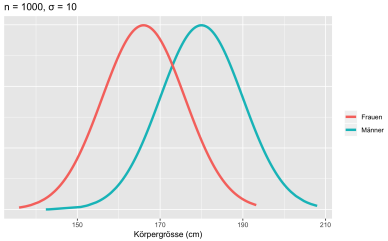






- Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$
- True (-): 38 / False (+): 2
- $\alpha = \frac{2}{40} = 0.05$

Bestimmen des Stichprobenumfangs



Effektstärke (Cohen's d)

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

- Klein: 0.2 bis 0.3
- Mittel: 0.5 bis 0.8
- Stark: > 0.8

- Festlegen von...
  - Signifikanzniveau
  - Power. Üblich sind 0.8 oder 0.9.
  - Effektstärke. Oft 0.5.
- Berechnen der Stichprobengrösse um den Effekt mit der gewünschten Power bei gegebenem Signifikanzniveau nachzuweisen.

Effektstärke für Beispiel

$$d = \frac{180 - 166}{10} = 1.4$$

Statistischer Test vs. Vertrauensintervall

- Zu vielen statistischen Tests gibt es ein entsprechendes Vertrauensintervall.
- Mit einem statistischen Test kommt man immer zur gleichen Schlussfolgerung wie mit dem entsprechenden Vertrauensintervall.

Praxis mit R

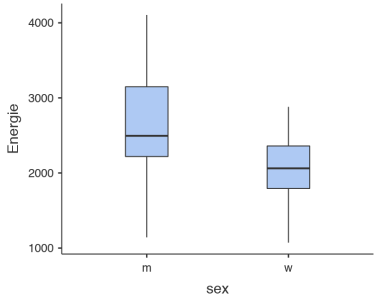
Praxis mit R
Unabhängig parametrisch

Beispiel 1: Vergleich unabhängig parametrisch

- Daten: `ERB_Daten.csv`
- Wir möchten die Kalorienaufnahme von weiblichen und männlichen Jugendlichen vergleichen.
- Wir haben die Messungen von $n = 56$ weiblichen und $n = 46$ männlichen Jugendlichen und nehmen wiederum an, die Stichprobe sei zufällig gezogen worden.
- Wir müssen die Annahme der Normalverteilung in beiden Gruppen überprüfen.
- Zudem müssen wir beurteilen ob von gleichen Varianzen ausgegangen werden kann.

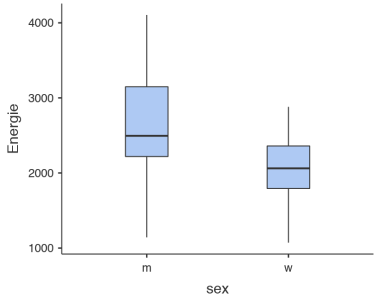
Beispiel 1: Vergleich unabhängig parametrisch (cont.)

- In der Mitte des QQ-Plots der männlichen Jugendlichen ist eine Kurve zu sehen, die Daten liegen nicht schön auf einer Gerade.
- Auch im Boxplot der männlichen Jugendlichen sieht man, dass die Daten nicht schön symmetrisch sind.
- Die Daten sind also bei den männlichen Jugendlichen nicht normalverteilt, aber der Übung halber machen wir jetzt doch weiter, als wäre es so.



Beispiel 1: Vergleich unabhängig parametrisch (cont.)

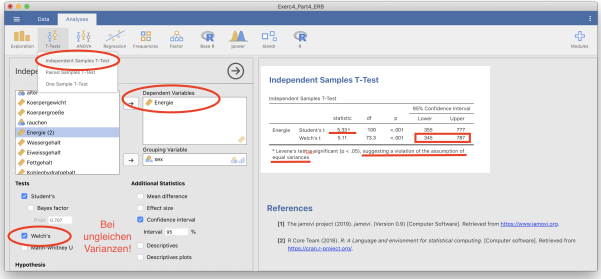
- Bei den männlichen Jugendlichen beträgt die Standardabweichung 651 kcal, bei den weiblichen Jugendlichen ist sie mit 415 kcal deutlich tiefer.
- Auch im Boxplot sehen wir deutlich, dass bei den männlichen Jugendlichen eine höhere Streuung vorliegt, als bei den weiblichen Jugendlichen. Also ist die Streuung nicht in beiden Gruppen gleich.



Descriptives

	sex	Energie
N	m	46
	w	56
Missing	m	0
	w	0
Mean	m	2630
	w	2064
Standard deviation	m	651
	w	415

Beispiel 1: Vergleich unabhängig parametrisch (cont.)



- Wegen ungleichen Varianzen den Test Welch's t zur Bestimmung des Vertrauensintervalls verwenden.
- Wir erhalten ein 95%-Vertrauensintervall von [345,787] kcal.
- O ist nicht im Vertrauensintervall. Die männlichen Jugendlichen scheinen also eine höhere Kalorienaufnahme zu haben als die weiblichen Studierenden.

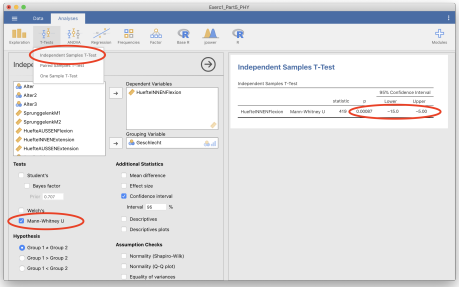
Praxis mit R

Unabhängig nicht-parametrisch

Beispiel 2: Vergleich unabhängig nicht-parametrisch

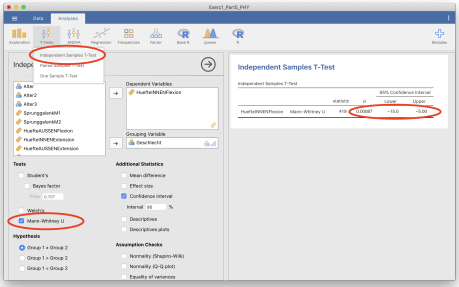
- Daten: `HipData.csv`
- Nullhypothese Das Merkmal Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion bei weiblichen und männlichen Studierenden der PHY an der BFH G ist gleich gross.
- Alternativhypothese Das Merkmal Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion bei weiblichen und männlichen Studierenden der PHY an der BFH G ist nicht gleich gross.
- Anzuwendender Test: Wilcoxon-Rangsummen-Test (Mann-Whitney U in Jamovi)

Beispiel 2: Vergleich unabhängig nicht-parametrisch (cont.)



- Für den Vergleich des Merkmals Hüfte INNEN Rotation passiv in Flexion erhalten wir einen p-Wert von 0.00087 und wir entscheiden zugunsten der Alternativhypothese.
- Die weiblichen Studierenden haben also eine grössere passive Hüft-Innenrotation in Flexion als die männlichen Studierenden.

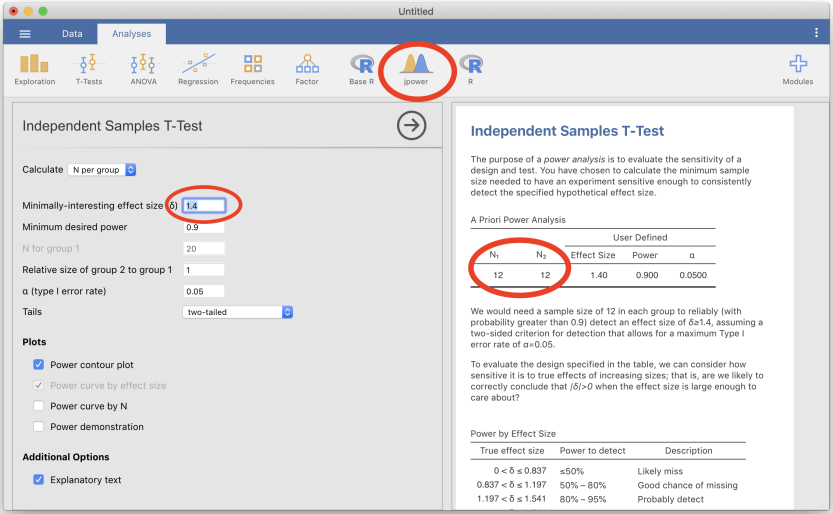
Beispiel 2: Vergleich unabhängig nicht-parametrisch (cont.)



- Mit dem Vertrauensintervall $[-15, -5]$ kommt man zum gleichen Schluss.
- Für die Interpretation des Vorzeichens die deskriptive Statistik beachten!

Praxis mit R
Stichprobengrösse

Beispiel 2 - Stichprobengrösse



Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Wir haben gesehen wie ein statistischer Test abläuft.
- Dabei werden aus einer Fragestellung statistische Hypothesen formuliert.
- Um die Hypothesen zu testen müssen Daten erhoben werden.
- Je nach Versuchsdesign und Verteilung der Daten ist ein passender Test auszuwählen.
- Die Entscheidung anhand eines Tests heisst nicht, dass es in der Wirklichkeit so ist.
- Statistische Signifikanz heisst nicht klinische Relevanz! Differenzen und Effektgrössen beachten!

Beispiel

Gerichtsprozess vs. klinische Studie – Übernommen von Terry Mills Legal vs clinical trials: an explanation of sampling errors and sample size

Ausgangspunkt

Gerichtsprozess

- Unschuldsvermutung

Klinische Studie

- Nullhypothese (H_0)
- Neue Behandlung ist nicht besser als Standardbehandlung

Ausgangspunkt

Gerichtsprozess

- Alternative: Angeklagter ist schuldig

Klinische Studie

- Alternativhypothese (H_1)
- Neue Behandlung ist besser als Standardbehandlung

Prozess

Gerichtsprozess
Gerichtsanhörung:

- Beweise werden gesammelt und präsentiert

Klinische Studie
Durchführung der Studie:

- Daten werden gesammelt und analysiert

Entscheidung

Gerichtsprozess
Urteil:

- „schuldig“
- oder...
- „nicht schuldig“ (Gericht entscheidet nicht ob die Person unschuldig ist!)

Klinische Studie
Testergebnis:

- „Datenlage zeigt Überlegeneheit an“ (H_0 verwerfen)
- oder...
- „Datenlage zeigt Überlegenheit nicht an“ (H_0 nicht verwerfen; nicht: H_0 annehmen!)

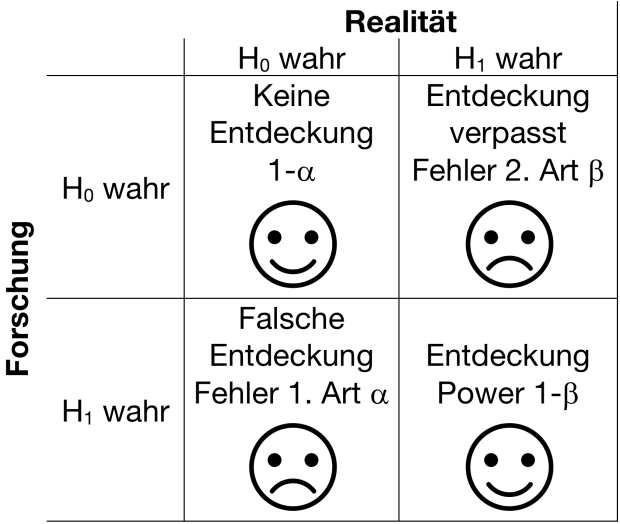
Mögliche Fehler

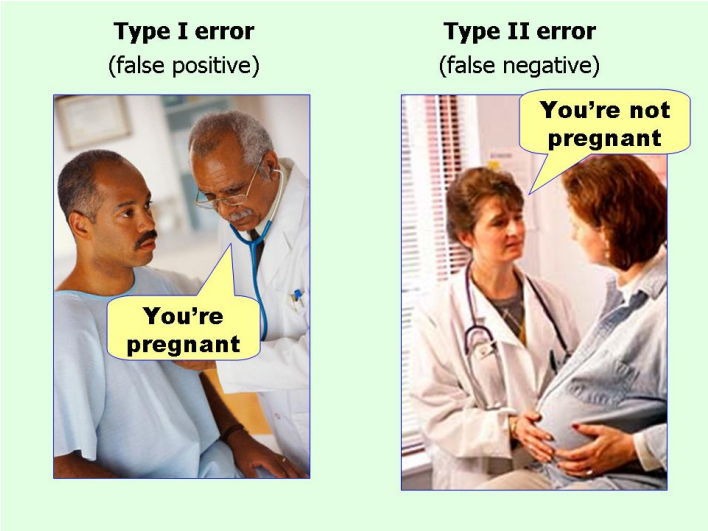
Gerichtsprozess
Urteil:

- Unschuldige Person schuldig gesprochen
- oder...
- Schuldige Person nicht schuldig gesprochen

Klinische Studie
Testergebnis:

- Daten zeigen an, dass die neue Behandlung überlegen ist, obwohl es in Wirklichkeit nicht so ist. Wahre H_0 verwerfen (Fehler 1. Art).
- oder...
- Daten zeigen nicht an, dass die neue Behandlung überlegen ist, obwohl es in Wirklichkeit so ist. Falsche H_0 nicht verwerfen (Fehler 2. Art).





Quelle: effectsizefaq.com