

Hypothesenbasierende Untersuchungen

Hypothesenbasierende Untersuchungen

- Unterschiedshypothesen
- Zusammenhangshypothesen
- Veränderungshypothesen

- Äquivalenzhypothesen

Definition: wissenschaftliche Hypothese

Eine wissenschaftliche Hypothese behauptet eine mehr oder weniger präzise Beziehung zwischen zwei oder mehr Variablen, die für eine bestimmte Population vergleichbarer Objekte oder Ergebnisse gelten soll.

wissenschaftlich interessante Fragestellungen



Überführung in wissenschaftliche Hypothesen

(Hypothese = gr. Vermutung)

4 Kriterien einer wissenschaftlichen Hypothese

1. reale Sachverhalte, die empirisch untersuchbar sind
2. Allgemein gültige über den Einzelfall hinausgehende Behauptung

4 Kriterien einer wissenschaftlichen Hypothese

3. Konditionalsatz
(wenn-dann oder je-desto)
4. Behauptung muss falsifizierbar sein
(es müssen Ereignisse denkbar sein, die dem Konditionalsatz widersprechen)

Wenn-Teil (Bedingung)
und
Dann-Teil
(Folge, Konsequenz)
einer Hypothese stellen
Ausprägungen von
Variablen dar.

Wenn-Teil
 \Rightarrow
unabhängige Variable

Dann-Teil
 \Rightarrow
abhängige Variable.

ungerichtete Hypothesen
(zweiseitige Fragestellung)

-

gerichtete Hypothesen
(einseitige Fragestellung)

Effektgröße

- Enge des postulierten Zusammenhangs
- Größe des postulierten Unterschieds

Gibt es eine Vermutung über die
Kausalbeziehung, der in der
Hypothese postulierten
Variablenbeziehung???

wissenschaftliche Hypothese

⇒

Überführung in statistische
Hypothesen

Statistische Hypothese

Welche quantitativen Maße
können die Variablenbeziehung
am besten beschreiben?

Statistische Hypothese

Bezieht sich auf
Gesamtpopulation, der
Stichproben zugrunde liegt

⇒

Stichprobenkennwerte werden in griechischen
Buchstaben angegeben

Statistische Hypothese

Definiert als Annahme über die
Verteilung einer Zufallsvariablen
oder eines Parameters dieser
Verteilung

⇒

Bei statistischen Hypothesen handelt es sich um
Wahrscheinlichkeitsaussagen

Statistische Hypothesen
sind
Wahrscheinlichkeitsaussagen

⇒

Hypothese kann **nicht** durch
Nachweis einzelner Gegenbeispiele
widerlegt (falsifiziert) werden.

Problem!

Statistische Hypothesen
sind
Wahrscheinlichkeitsaussagen

⇒

Hypothese kann auch **nicht** durch
Nachweis vieler Positivbeispiele
bestätigt (**verifiziert**) werden.

Lösung!

(willkürlich) festgelegte
Prüfkriterien erzeugen
Falsifizierbarkeit

⇒

Wichtigstes Prüfkriterium ist die
statistische Signifikanz

(eingeführt von Fischer 1925)

Beachte!

Statistisch nicht falsifizierte
(=signifikante) Beziehung
zwischen Variablen

≠

bestätigte Kausalbeziehung

monokausale Hypothese

Unabhängige Variable erklärt
praktisch die gesamte Variabilität
der abhängigen Variable

⇒

extrem seltene Konstellation

Normalerweise hat man multikausale
Konstellationen

multikausale Verhältnisse

⇒

der Anspruch eines vollständigen
Erklärungsmodells ist von
vornherein zum Scheitern
verurteilt

Aussagekraft

interne Validität
(Eindeutigkeit)

vs

externe Validität
(Generalisierbarkeit)

Relativer Erklärungswert
mehrerer unabhängiger
Variablen



Theorie

(theoria gr. Erforschung der
Wahrheit)

Theorie



soll Sachverhalte beschreiben,
erklären und vorhersagen
können

Kein Anspruch auf absolute
Wahrheit

Theorie

Kann durch Stichproben nicht
sicher verifiziert werden

Kann durch Falsifikation
eingeschränkt oder gekippt
werden

Interpretation statistischer Hypothesenprüfungen

Daten geben nur die Grundlage zur
Entscheidung für oder gegen eine
Hypothese – eine Fehlentscheidung
kann nie ausgeschlossen werden

Praktische Durchführung einer Untersuchung

Ausgangspunkt ist idealerweise eine
Theorie

⇒

Ableitung einer inhaltlichen Hypothese

⇒

Formulierung einer statistischen
Hypothese

Statistische Hypothesenprüfung

Bildung eines Hypothesenpaares

Alternativhypothese (H_1)

vs

Nullhypothese (H_0)

Statistische Hypothesenprüfung

Alternativhypothese postuliert einen bestimmten Effekt, den die Nullhypothese negiert

Signifikanzniveau

Konvention 5% oder 1%

⇒

Nur wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit unter 5 % (1%) liegt ist die Annahme der Alternativhypothese akzeptabel

Signifikanzniveau

Irrtumswahrscheinlichkeit
=
 α -Fehler-Wahrscheinlichkeit
=
Wahrscheinlichkeit, dass die
Nullhypothese stimmt

Problem!

Mit steigendem
Stichprobenumfang geht die
Irrtumswahrscheinlichkeit gegen
Null
 \Rightarrow
Nullhypothese hat keine Chance.

Lösung!

Festlegung eines **biologisch
relevanten** (Mindest-)
Unterschiedes

=

Effektgröße

β -Fehler-Wahrscheinlichkeit

=

Wahrscheinlichkeit, dass die korrekte
Alternativhypothese irrtümlich
ausgeschlossen wird

Problem!

Mit sinkendem
Stichprobenumfang geht die
 β -Fehler-Wahrscheinlichkeit
gegen 100%

⇒

Alternativhypothese hat keine
Chance.

Lösung!

Festlegung einer maximalen
Höhe des β -Fehlers

⇒

Konvention

β -Fehlers = 4 x α -Fehler

⇒ 20 %

Teststärke oder Power

Wahrscheinlichkeit, dass ein
Signifikanztest zugunsten der
Alternativhypothese entscheidet

$$= 1 - \beta\text{-Fehler}$$

Optimaler Stichprobenumfang

Teststärke bei 80 %

größeres n \Rightarrow irrelevante Unterschiede
werden erkannt

kleineres n \Rightarrow Gefahr der fehlerhaften
Ablehnung der Alternativhypothese

Teststärke oder Power

Einflussfaktoren:

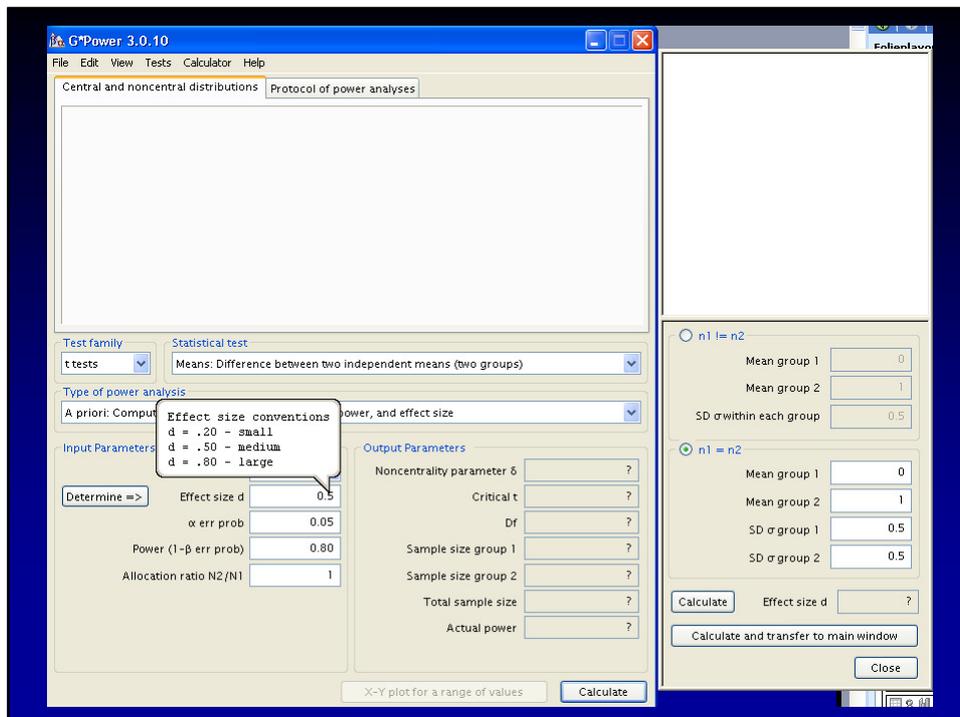
1. Signifikanzniveau
2. Effektgröße
3. Stichprobenumfang
4. gerichtete – ungerichtete Fragestellung

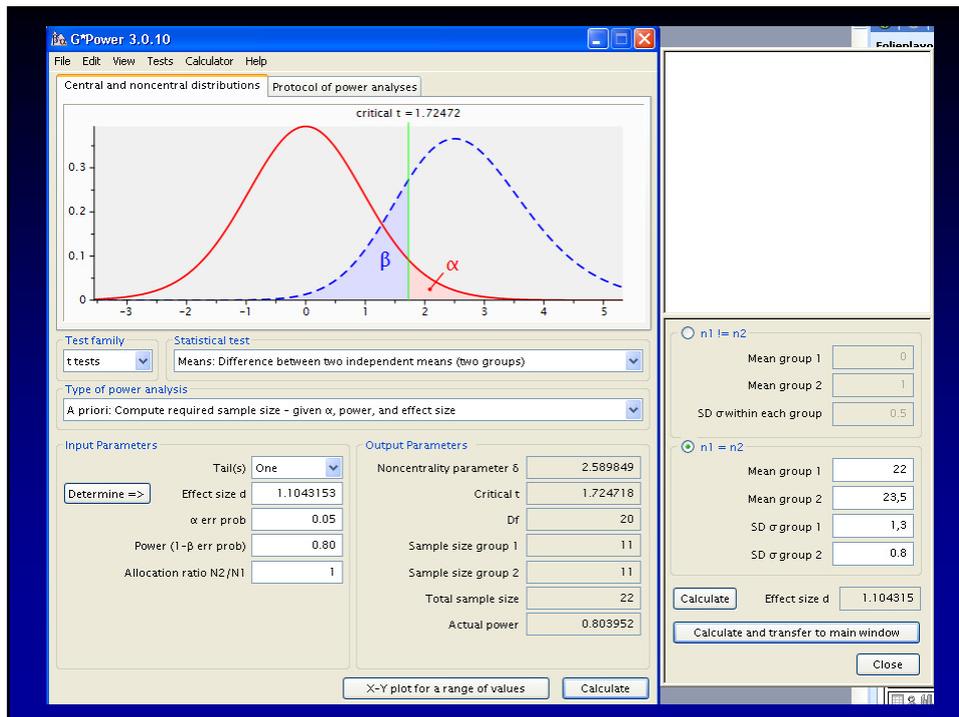
Berechnung des optimalen Stichprobenumfangs

- keine biologisch relevante Differenz (Effektgröße) definiert
⇒ Berechnung nicht möglich
- Effektgröße und Varianz in den Stichproben bekannt
⇒ Berechnung für normalverteilte Stichproben sicher möglich

Software zur Berechnung der Power

1. G*Power 3.01.0 (Freeware)
2. SPSS Sample Power
3. BIAS für Windows





Hypothesenprüfende Untersuchungen

1. Unterschiedshypothesen
2. Zusammenhangshypothesen
3. Veränderungshypothesen
4. Nullhypothese soll bestätigt werden
 \Rightarrow Äquivalenztests/Homogenitätstest

Unterschiedshypothesen

Vergleich der Lagemaße („Mittelwerte“) von mehreren Stichproben

A. Intervallskalierte, normalverteilte Variablen

Anzahl der miteinander zu vergleichenden Stichproben	Abhängigkeit	Testverfahren
2	unabhängig	t-Test nach Student
2	abhängig	t-Test für abhängige Stichproben
>2	unabhängig	einfache Varianzanalyse = einfaktorielle ANOVA
>2	abhängig	einfache Varianzanalyse mit Meßwiederholung

Unterschiedshypothesen

B. Ordinalskalierte oder nicht-normalverteilte Variablen

Anzahl der miteinander zu vergleichenden Stichproben	Abhängigkeit	Testverfahren (Auswahl)
2	unabhängig	U-Test nach Mann und Whitney
2	abhängig	Wilcoxon-Test
>2	unabhängig	H-Test nach Kruskal und Wallis
>2	abhängig	Friedman-Test

Parametrisches oder nichtparametrisches Testverfahren?

Wichtige Parameter:

- Skalenniveau der Daten?
 - Normalverteilung?
- Varianzenhomogenität?

Parametrisches oder nichtparametrisches Testverfahren?

1. ist die abhängige Variable kardinalskaliert

wenn nein

⇒

nichtparametrische Testverfahren

Parametrisches oder nichtparametrisches Testverfahren?

2. Prüfung der mathematisch-statistischen Voraussetzung

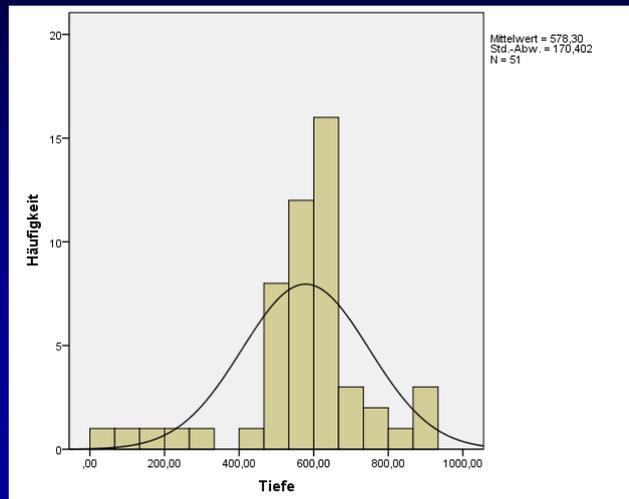
besteht Varianzenhomogenität?
liegt eine Normalverteilung vor?

Parametrisches oder nichtparametrisches Testverfahren?

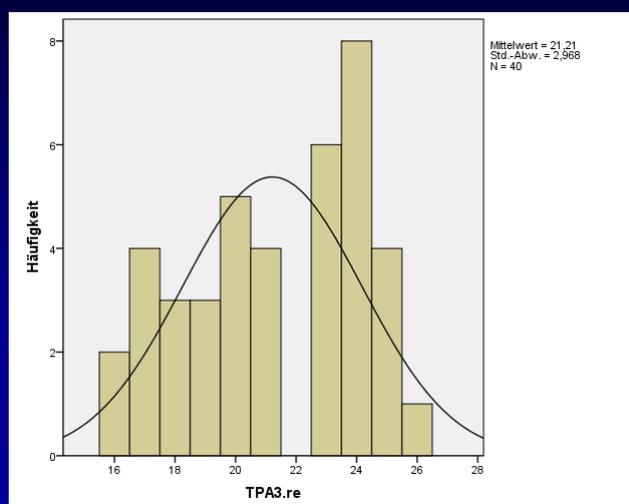
2. Prüfung der mathematisch-statistischen Voraussetzung

Visualisierung der Verteilung über
Histogramm

Parametrisches oder nichtparametrisches Testverfahren?



Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?



Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

2. Prüfung der mathematisch-statistischen Voraussetzung

Test auf Varianzenhomogenität:
Levene-Test

Test auf Normalverteilung:
Test nach Kolmogorov-Smirnov korrigiert nach
Lilliefors

Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

3. Interpretation der mathematisch-statistischen Voraussetzung

keine grobe Abweichung von Normalverteilung

+

homogene Varianzen

⇒

parametrisches Testverfahren

Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

3. Interpretation der mathematisch-statistischen Voraussetzung

Abweichung von Normalverteilung

+

inhomogene Varianzen

⇒

nichtparametrisches Testverfahren

Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

3. Interpretation der mathematisch-statistischen Voraussetzung

keine Abweichung von Normalverteilung

+

inhomogene Varianzen

⇒

parametrisches Testverfahren mit Korrektur für
inhomogene Varianzen

Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

3. Interpretation der mathematisch-statistischen Voraussetzung

Stichprobenumfang < 30

+

deutliche Abweichung von Normalverteilung
(evtl. Transformation möglich?)

\Rightarrow

nichtparametrisches Testverfahren

Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

4. sind Verzerrungen des parametrischen Test zu erwarten

Mehrgruppenvergleiche:

neg. Korrelation zwischen Stichprobengröße
und Standardabweichung

\Rightarrow

nichtparametrisches Testverfahren

Parametrische oder nichtparametrisches Testverfahren?

5. Parametrischer Test verwirft H1

Statistische Voraussetzungen kritisch überprüfen

⇒

Voraussetzung hält Überprüfung nicht stand

⇒

nichtparametrisch testen

Zusammenhangshypothesen

Tab. 8.2. Übersicht bivariater Korrelationen

Merkmal y	Merkmal x				
	Intervallskala	Ordinalskala	Künstliche Dichotomie	Natürliche Dichotomie	Nominalskala
Intervallskala	Produkt-Moment-Korrelation	Rangkorrelation	Biseriale Korrelation	Punkt-biseriale Korrelation	Kontingenzkoeffizient
Ordinalskala		Rangkorrelation	Biseriale Rangkorrelation	Biseriale Rangkorrelation	Kontingenzkoeffizient
Künstliche Dichotomie			Tetrachorische Korrelation	Phi-Koeffizient	Kontingenzkoeffizient
Natürliche Dichotomie				Phi-Koeffizient	Kontingenzkoeffizient
Nominalskala					Kontingenzkoeffizient

Zusammenhangshypothesen

a) $X \rightarrow Y$
x beeinflusst y

b) $X \leftarrow Y$
y beeinflusst x

c) $X \rightleftarrows Y$
x und y beeinflussen sich wechselseitig

d) $X \rightarrow Z \rightarrow Y$
x beeinflusst eine dritte Variable z,
die ihrerseits y beeinflusst

e) $X \leftarrow Z \rightarrow Y$
x und y werden durch eine Variable z
beeinflusst

f) $X \leftarrow Z \rightarrow Y$
eine vierte Variable w beeinflusst y
über z indirekt und x direkt

Zusammenhangshypothesen

zwei Variablen nehmen Einfluss auf eine
abhängige Variable

\Rightarrow

Partiellen Korrelationskoeffizienten berechnen

Zusammenhangshypothesen

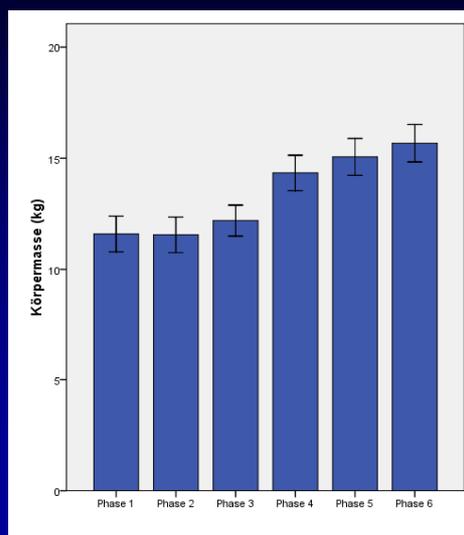
Mehrere/zahlreiche Variablen nehmen Einfluss
auf eine abhängige Variable

Welche Variablen sind überdurchschnittlich
bedeutsam



Klassifikationsanalyse

Veränderungshypothesen



Veränderungshypothesen

Multiple Paarvergleiche (t-Test, Wilcoxon) oder multiple Varianzanalyse sind möglich

aber

es wird immer nur ein Teil der Daten zur Berechnung verwendet

Folge

Geringe Teststärke

Konsequenz

Unnötig hoher Stichprobenumfang

Veränderungshypothesen

Multiple Paarvergleiche (t-Test, Wilcoxon) oder multiple Varianzanalyse sind möglich

aber

es wird immer nur ein Teil der Daten zur Berechnung verwendet

Folge

geringe Teststärke

Konsequenz

Unnötig hoher Stichprobenumfang

Veränderungshypothesen

Eine hohe Teststärke zur Detektion von
Veränderungen über die Zeitachse besitzt der
Friedman-Test

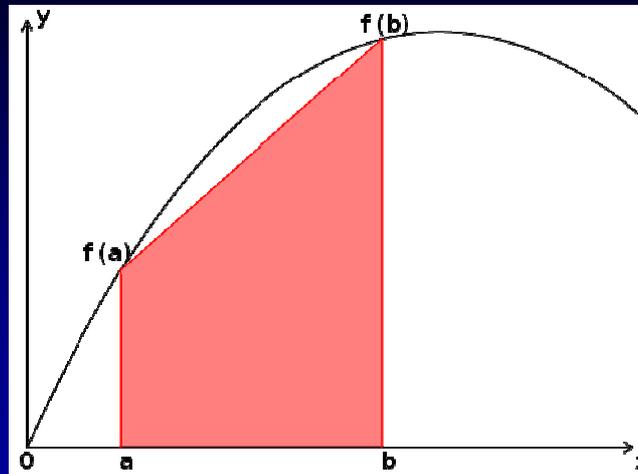
Veränderungshypothesen

Vergleich von zwei Zeitreihen
(Kontrollgruppe/Versuchsgruppe)
Ermittlung der Fläche unter der Verlaufskurve
(AUC – Area under Curve) für jedes Tier

⇒

AUC-Mittelwerte der beiden Gruppen
vergleichen (⇒Unterschiedshypothese)

Veränderungshypothesen



Ermittlung der AUC mit Hilfe der Trapezregel

Veränderungshypothesen

Box-Jenkins-Modelle (ARIMA-Modelle)

ARIMA = Auto-Regressive Integrated [Moving Average](#)

Insbesondere Anwendung für prognostische
Zwecke

Äquivalenzhypothesen

(Bestätigung von Nullhypothesen)

Wenn möglich vermeiden!!

Exceltool „Äquivalenztest für
Mittelwerte“ nach Schneider von
www.acomed-statistik.de

Äquivalenzhypothesen

(Bestätigung von Nullhypothesen)

„Missbrauch“ von t-Test und Co

1. kleine Effektgröße

2. Power 95 % ($\beta = 5\%$)

3. $\alpha=0,1$