

M24 Statistik 1: Sommersemester 2024

Vorlesung 02: Messen in der Psychologie

Prof. Matthias Guggenmos

Health and Medical University Potsdam





Zur Erinnerung – folgende Hypothesen haben Sie das letzte Mal aufgestellt:

Hypothese 1: Die Blaufärbung der Haare ist ein reines Tik-Tok-Phänomen. *Betroffene sollten daher mehr Zeit auf der Social-Media-Plattform TikTok verbringen als Nicht-Betroffene.*

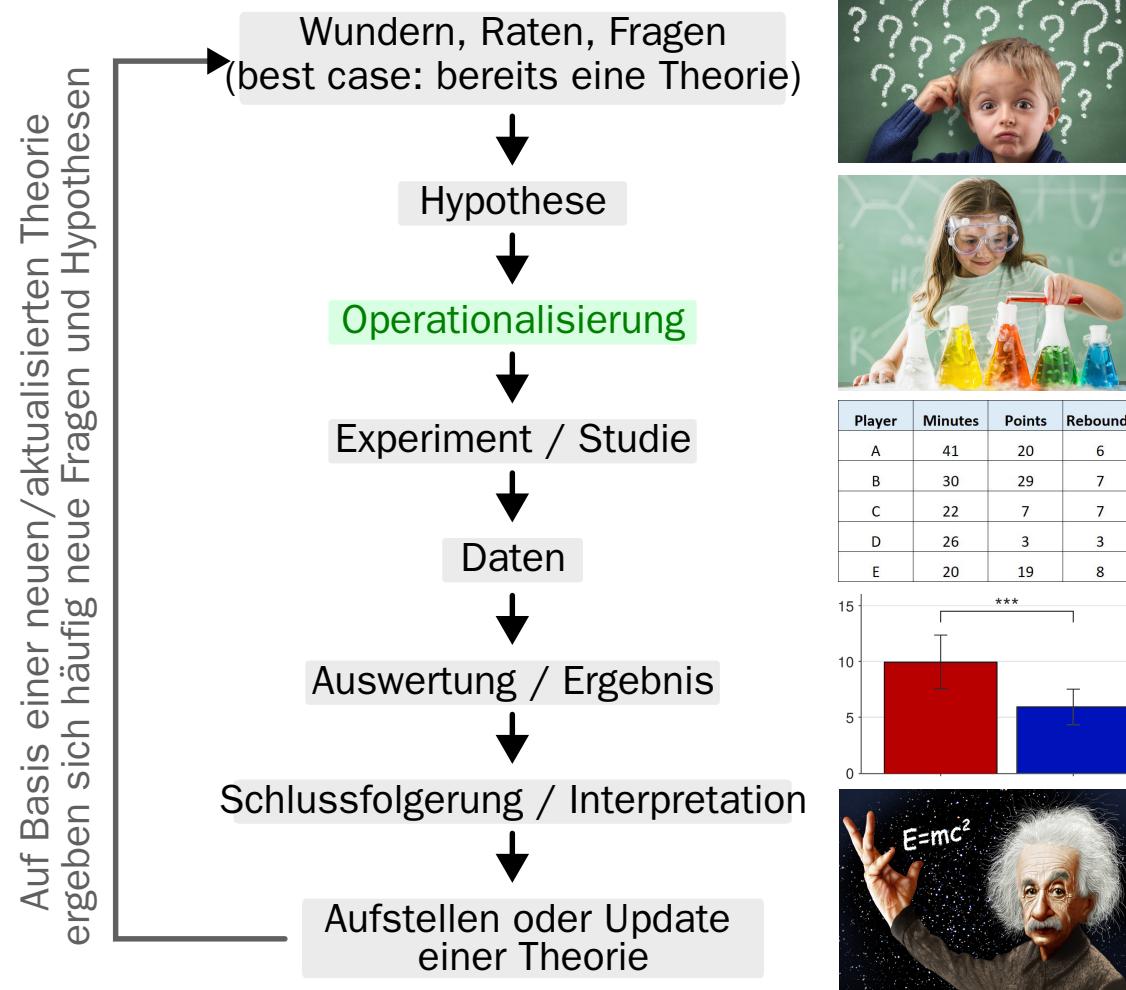
Hypothese 2: Paradoxa wird durch eine virale Infektion verursacht. *Die Blutproben von Betroffenen sollten daher eine höhere Konzentration von Entzündungsmarkern aufweisen als von Nicht-Betroffenen.*



Ihr Auftrag ist nun, Studien zur Überprüfung dieser Hypothesen zu entwickeln.

Die Fragen für heute sind: Mit welchen **Messinstrumenten** können die Daten zur Überprüfung der Hypothese erhoben werden? Welche **Form** haben die dabei erhobenen Daten? Wie könnte das **Design** solcher Studien aussehen?

Der Forschungsprozess

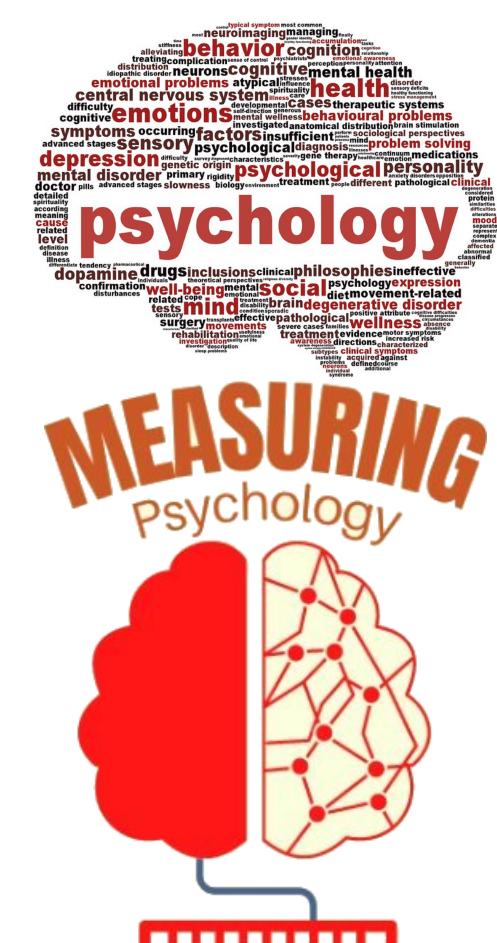


| Player | Minutes | Points | Rebounds |
|--------|---------|--------|----------|
| A | 41 | 20 | 6 |
| B | 30 | 29 | 7 |
| C | 22 | 7 | 7 |
| D | 26 | 3 | 3 |
| E | 20 | 19 | 8 |



Ohne Maßband oder Waage – Wie misst man Psyche?

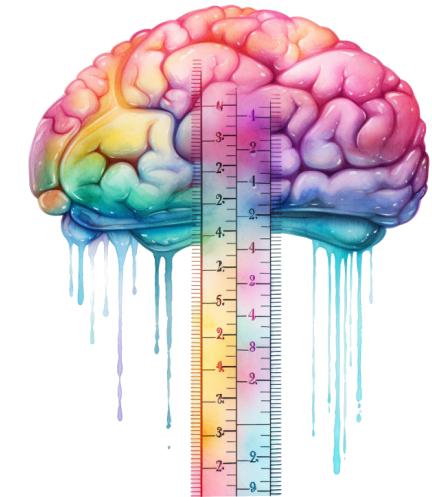
- Die meisten Variablen menschlicher Psychologie sind keine “natürlichen Größen”, die sich mit konventionellen Instrumenten (z.B. Meterstab) messen ließen.
 - In Abwesenheit natürlicher Größen entwickeln Psycholog:innen **Konstrukte**, die verschiedene Aspekte menschlicher Psychologie beschreiben.
 - Beispiele: Optimismus, Ängstlichkeit, Intelligenz
 - Diese Konstrukte basieren auf bestimmten Vorstellungen, Theorien oder Modellen über die Psyche und damit häufig auf starken **Annahmen**.
 - Um messbar zu werden, müssen Konstrukte **operationalisiert** werden, d.h. es müssen **manifeste** messbare **Variablen** definiert werden, die mithilfe geeigneter **Messinstrumente** und **Messvorschriften** erhoben werden können.
 - Beispiele: Fragebögen, Interviews, Feldstudien, Experimente



Bildnachweis

Skala und Skalenniveau

- Messinstrumente und Messvorschriften machen psychologische Merkmale also messbar.
- “Messbar” heißt dabei, dass verschiedenen **Ausprägungen** des Merkmals systematisch verschiedene Zahlenwerte oder Kategorien zugeordnet werden.
- Messinstrumente und Messvorschriften definieren in diesem Zuge eine **Skala**, ähnlich dem Meterstab, der Längen in Zentimeter oder Millimetern bemisst.
- Beispiele für Skalen:
 - IQ-Wert im Intelligenztest
 - Summe der Punkte in einem Fragebogen
 - Rating eines einzelnen Items (“Wie optimistisch schätzen Sie sich auf einer Skala von 1-10 ein?”)
 - Cortisolkonzentration im Blut zur Messung des Stresslevels
 - Elektrisches Spannung einer EEG-Elektrode
- Skalen werden in verschiedene **Skalenniveaus** unterteilt, deren Aussagekraft sich unterscheidet: **Nominalskala, Ordinalskala, Intervallskala, Verhältnisskala**



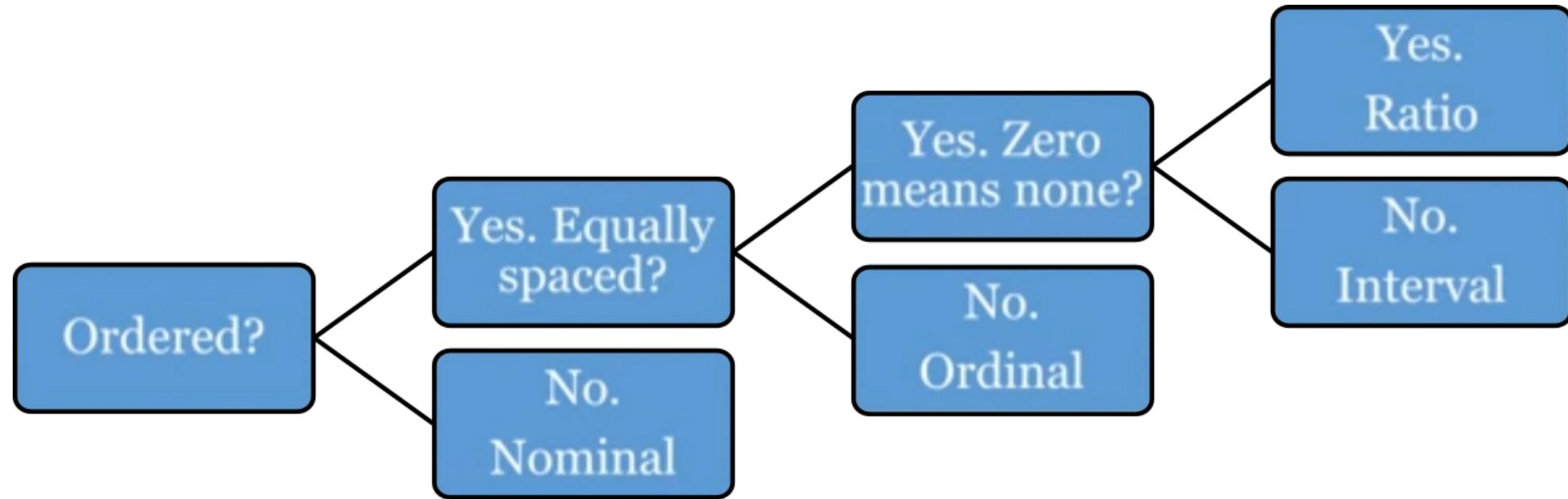
Skalenniveaus

| Kategoriale / qualitative Skalenniveaus | | |
|---|---|---|
| Nominalskala | Verschiedene Ausprägungen des Merkmals entsprechen qualitativen (zumeist verbalen) Kategorien. | Studiengang (Psychologie, Medizin, ...), Geschlecht (männlich / weiblich) |
| Ordinalskala | Wie Nominalskala, aber die Kategorien lassen sich in eine natürliche Reihenfolge bringen; daher häufig mit Zahlen benannt, diese Zahlen stellen aber kein "Ausmaß" dar. | Militärischer Dienstgrad (Gefreiter, Leutnant, Major, Oberst, General), Bildungsstand (kein Schulabschluss, Mittelschule, Abitur, Studium, Promotion) |
| Metrische / quantitative Skalenniveaus (immer Zahlenwerte!) | | |
| Intervallskala | Zahlenwerte; Abstände zwischen zwei Werten sind interpretierbar | Temperatur (Grad Celsius), IQ (96, 114, ...) |
| Verhältnisskala | Wie Intervallskala, aber es gibt einen natürlichen Nullpunkt und daher können Verhältnisse gebildet werden (z.B. "doppelt so viel Einkommen in €") | Reaktionszeit in einem Experiment (Sekunden), Körpergröße (173cm, 199cm, ...) |



Skalenniveaus werden manchmal mit den Etagen eines Hauses verglichen, wobei die Nominalskala die niedrigste Etage darstellt. In der Abbildung wird zusätzlich zwischen Intervall- und Absolutskala unterschieden. Im Gegensatz zur Verhältnisskala, bei der die Einheiten häufig frei gewählt werden können (Meter oder Zentimeter, Euro oder Cent, ..), basiert die Absolutskala auf der natürlichen Einheit "Anzahl" (Anzahl Personen, Anzahl richtiger Antworten, usw.). Davon abgesehen sind Verhältnis- und Absolutskala identisch und die genannte Unterscheidung ist ohne weitere praktische Relevanz.

Skalenniveau: Entscheidungsbaum



Bildnachweis²



Achtung bei Nominalskalen: zum Teil werden den Ausprägungen einer nominalskalierten Variable Zahlen zugeordnet (die sog. Kodierung – Beispiel Haarfarbe: “hellblond” = 1, “dunkelblond” = 2, “hellbraun” = 3, usw.). Diese Kodierung ändert aber nichts an den Eigenschaften der Variable, insbesondere dürfen nominalskalierte Variablen auch nach der Kodierung nicht miteinander verechnet werden (d.h. keine Addition, kein Verhältnis, kein Mittelwert, usw.).



Codierung:

1 2 3 4 5 6

Skalenniveaus: Zusammenfassung

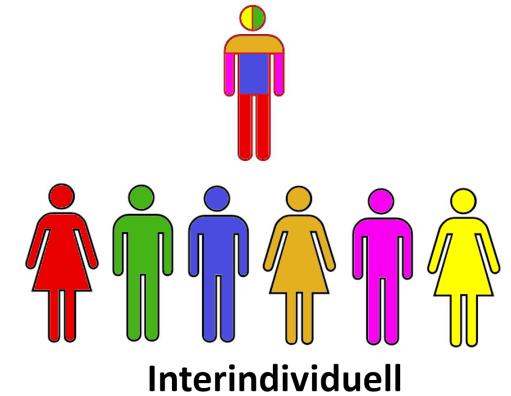
| Skalenniveau | Variabletypen | Messbare Eigenschaften | | | Beispiele | |
|--------------|----------------------------|------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Nominal | kategorial, dichotom | Häufigkeiten | | | Studiengang, Geschlecht | |
| Ordinal | diskret | Häufigkeiten | Rangfolge | | | |
| Intervall | diskret, kontinuierlich | Häufigkeiten | Rangfolge | Abstand interpretierbar | Schulnote (idealerweise), IQ | |
| Verhältnis | diskret, kontinuierlich | Häufigkeiten | Rangfolge | Abstand interpretierbar | Natürlicher Nullpunkt | Anzahl Freunde, Körpergröße |

Was ist eine Variable?

- Die Grundannahme psychologischer Forschung ist, dass sich Erleben und Verhalten durch bestimmte Merkmale messen und beschreiben lässt
- Diese Merkmale sind in aller Regel *variabel*, sowohl innerhalb eines Individuums (intraindividuell), als auch zwischen Individuen (interindividuell)

Variables Merkmal = Variable

Intraindividuell



Beispiele

- Intraindividuelle Variable (unterschiedliche Werte bei einer Person über die Zeit): Müdigkeit einer Person über den Tagesverlauf; Hippocampusvolumen einer Person zu verschiedenen Jahreszeiten
- Interindividuelle Variable (unterschiedliche Werte bei verschiedenen Personen): Alter verschiedener Personen; Intelligenzquotient verschiedener Personen

Variablenarten

Variablen können verschiedene Arten von Ausprägungen aufweisen:

| Typ | Quali/Quanti | Definition | Skala | Beispiele |
|----------------|----------------------------|--|--------------------------------|--|
| Dichotom | Qualitativ (=Kategorien) | Zwei mögliche Ausprägungen | Nominal | schwanger/nicht schwanger, Raucher/Nichtraucher |
| Kategorial | Qualitativ (=Kategorien) | Eine begrenzte Zahl von Ausprägungen | Nominal, Ordinal | Haarfarbe, Schulabschluss, Musikgeschmack |
| Diskret | Quantitativ (=Zahlenwerte) | Gestufte Ausprägungen, die sich der Größe nach ordnen lassen | Ordinal, Intervall, Verhältnis | Anzahl von Geschwistern, Schulnoten, IQ-Punkte |
| Kontinuierlich | Quantitativ (=Zahlenwerte) | Stufenlose Ausprägung | Intervall, Verhältnis | Alter, Größe, EEG-Spannung, Reaktionszeit |



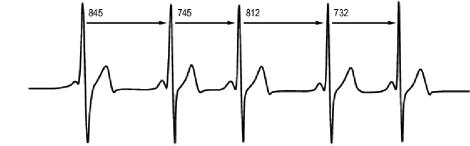
Die Art der Ausprägung einer Variable ist eine wichtige Information für die Auswahl einer geeigneten deskriptiven oder inferentiellen statistischen Methode

Manifeste und Latente Variablen

Manifeste Variable

Direkt messbar oder beobachtbar

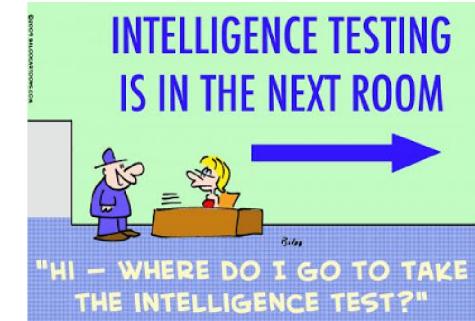
Alter, Geschlecht, Herzfrequenz, Schulnoten, Einkommen



Latente Variable

Nicht direkt messbar oder beobachtbar
– die Ausprägungen der Variablen müssen erschlossen werden

Intelligenz, Einstellung gegenüber Minderheiten, Wohlbefinden



In der Psychologie basieren viele Variablen auf theoretischen Konstrukten (wie Intelligenz) und können daher nicht direkt beobachtet, abgefragt oder gemessen werden 😞.

Latente Variable sind daher eher die Regel als die Ausnahme.

Abhängige und unabhängige Variablen

In vielen Studien wird eine Variable in verschiedenen Studien- oder Experimentalbedingungen gemessen.

Um Studierende etwas zu verwirren (😉) werden auch die Studien- bzw. Experimentalbedingungen als Variablen bezeichnet, genauer als **unabhängige Variablen**. Sie sind unabhängig, weil sie i.d.R. von den Durchführenden einer Studie frei bestimmt werden.

Die tatsächlich gemessene Variable wird demgegenüber als **abhängige Variable** bezeichnet, da die Werte der Variable in Abhängigkeit von der jeweiligen Studien- bzw. Experimentalbedingung unterschiedlich ausfallen können.

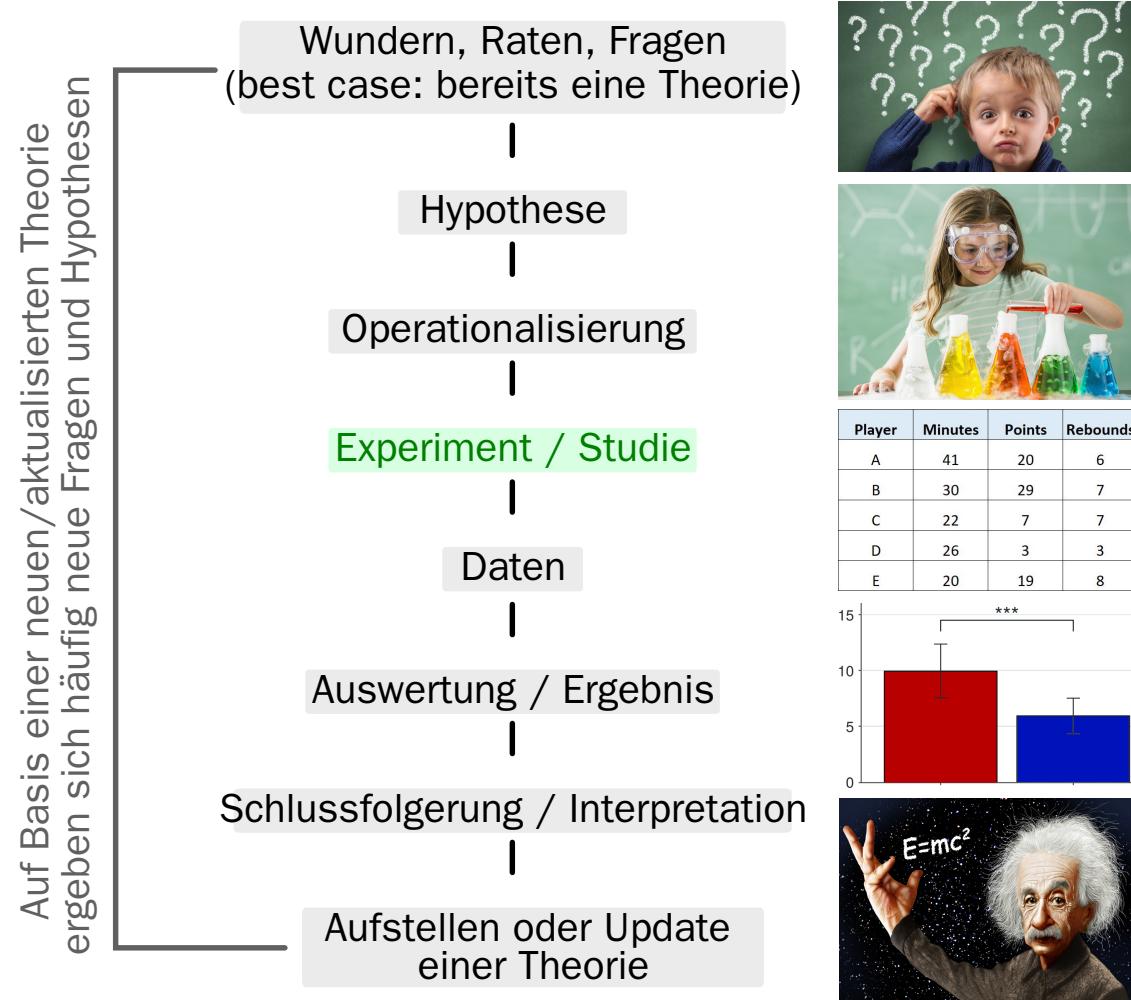


Beispiele

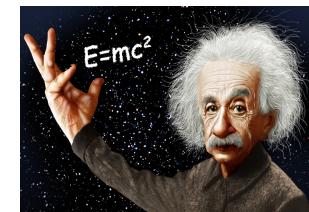
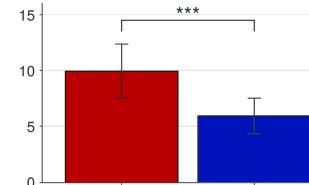
| | |
|-----------------------------|---|
| Unabhängige Variable | Gruppenzugehörigkeit (z.B. Patienten vs. Kontrollen), Experimentalbedingungen (z.B. mit versus ohne Aufmerksamkeit, Messzeitpunkt 1 versus Messzeitpunkt 2) |
| Abhängige Variable | Herzrate, Fragebogenscore, Anzahl von Fehlern in einer Aufgabe |

Das Experiment

Der Forschungsprozess



| Player | Minutes | Points | Rebounds |
|--------|---------|--------|----------|
| A | 41 | 20 | 6 |
| B | 30 | 29 | 7 |
| C | 22 | 7 | 7 |
| D | 26 | 3 | 3 |
| E | 20 | 19 | 8 |



Was ist ein Experiment?

- Ein Experiment ist eine Überführung der Forschungsfrage in eine objektivierbare und quantifizierbare Untersuchung
- Im Zentrum des Experimentes steht die **unabhängige Variable**, durch die das Experiment in zwei oder mehr **experimentelle Bedingungen** unterteilt wird.

Defin
ition

Ein **Experiment** ist eine **systematische Veränderung in einer unabhängigen Variable** (Treatment / Manipulation), mit dem Ziel, ursächlich eine **Veränderung in der abhängigen Variable** (d.h. der gemessenen Variable) herbeizuführen.

... was heißt das konkret?

Beispiel

Was schmeck besser: Coca-Cola oder Pepsi Cola?

Experiment: Blindverkostung durch N Versuchspersonen, die jeweils Coca-Cola und Pepsi Cola in einem neutralen Gefäß probieren und auf einer Skala von 1 bis 10 bewerten.

- **Unabhängige Variable:** Getränkemarke (zwei Werte: Cola, Pepsi; kategorial)
- **Abhängige Variable:** Bewertung durch die Versuchspersonen (10 Werte, 1-10; diskret)



Bildnachweis³



Bildnachweis⁴

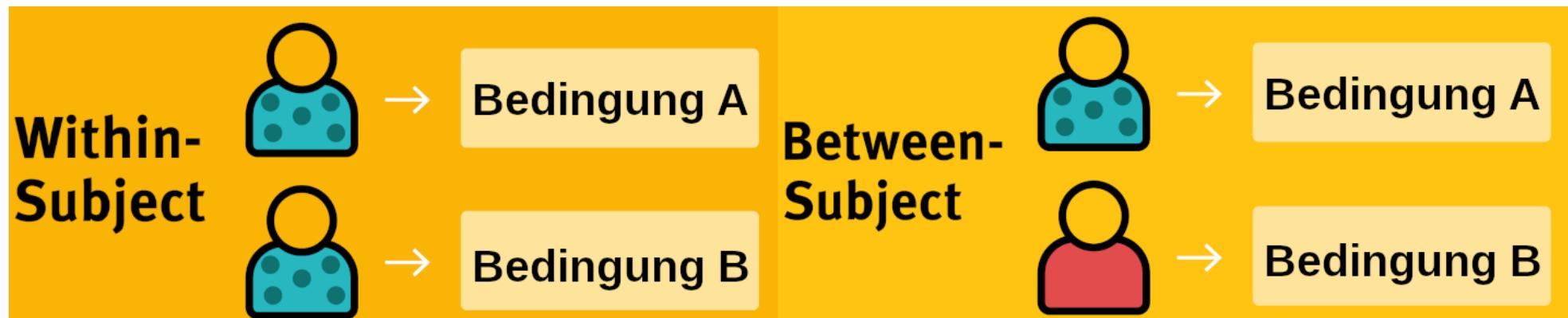
Im genannten Beispiel handelt sich um ein Experiment mit **within-subject Design**, da jede Versuchsperson alle (hier zwei) Bedingungen der unabhängigen Variable durchläuft.



Überlegen Sie: wie könnte das Experiment in einem between-subject Design aussehen?

Within- und between-subject Design

| Design | Definition | Beispiel |
|-----------------|--|---|
| Within-subject | Alle Versuchspersonen durchlaufen alle Experimentalbedingungen | Jede VP probiert Cola und Pepsi |
| Between-subject | Verschiedene Versuchspersonengruppen durchlaufen jeweils nur eine Experimentalbedingung | Gruppe 1 probiert Cola, Gruppe 2 probiert Pepsi |
| Mixed | Mindestens eine Experimentalbedingung wird innerhalb der Teilnehmer variiert (within-subject) und eine Experimentalbedingung zwischen den Teilnehmern variiert (between-subject) | Gruppe 1 probiert Cola mit und ohne Eis, Gruppe 2 probiert Pepsi mit und ohne Eis |



Bildnachweis⁵

Within-subject & Messwiederholung (ein kleiner Rant)

Ein synonymer Begriff für das **within-subject Design** ist **Design mit Messwiederholung** (engl. repeated measures).

Messwiederholung bezeichnet, exakt wie das within-subject Design, die geplante Durchführung mehrerer Experimentalbedingungen an einer VP.

Messwiederholung ist ein recht unglücklich gewählter und verwirrender Begriff:

- Ursprünglich bezeichnet der Begriff er vermutlich allein die Messung einer VP zu verschiedenen Zeitpunkten (z.B. Test vor und nach einer Intervention). Hier ergibt der Begriff "Wiederholung" Sinn. In der heutigen Anwendung bezieht sich der Begriff Messwiederholung allerdings nicht nur auf den within-subject Faktor "Zeit" (mit verschiedenen Messzeitpunkten als within-subject Experimentalbedingungen), sondern *auf jede Art* von within-subject Faktor (z.B. mit und ohne Eis im Cola-Beispiel). "Wiederholung" verwirrt in diesem Zusammenhang, da unterschiedliche Experimentalbedingungen getestet werden (wenn auch in derselben Person).
- Experimente beinhalten häufig eine tatsächliche Art von Messwiederholung, nämlich die wiederholte Durchführung ein und derselben Experimentalbedingung (auch "Trial" genannt), um durch Mittelwertbildung die Präzision der Messung zu erhöhen. Hier wäre der Begriff Messwiederholung besser angebracht.
- Aus dem Begriff selbst wird nicht deutlich, dass eine Messung tatsächlich innerhalb derselben VP wiederholt wird – der Begriff *within-subject* ist hier präziser.

Der Ausdruck *Messwiederholung* oder *Repeated Measures* ist allerdings so verbreitet (in wissenschaftlichen Artikeln, Statistik-Software usw.), dass Sie ihn kennen sollten.

Beispiel between-subject Design: das Asch-Experiment

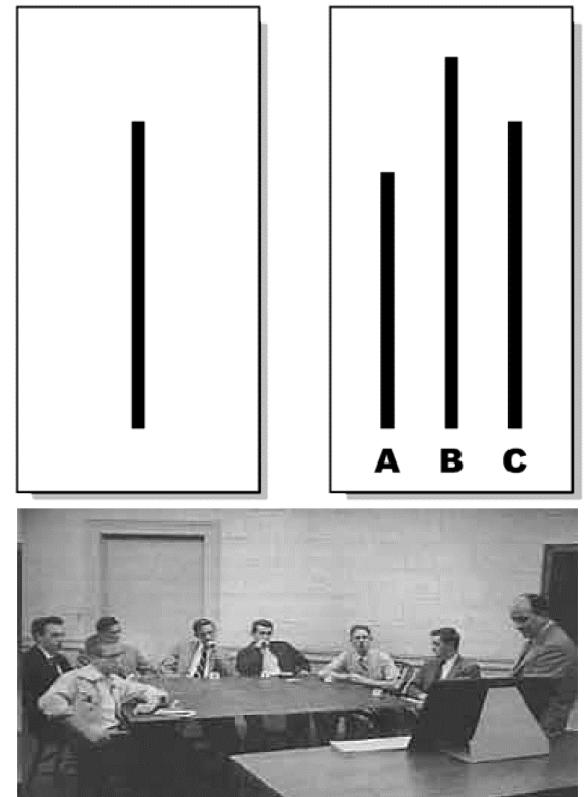
- Konstrukt: gruppenkonformes Verhalten
- Experiment: die Versuchsperson (VP) musste auswählen, welche von drei Vergleichlinien dieselbe Länge wie eine Referenzlinie hat. Außer der VP waren noch weitere vorgebliche VPen anwesend (in Wirklichkeit Vertraute der Experimentalleitung – die “Konfidenten”).
 - **Unabhängige Variable:** zwei Gruppen (Gruppe A: Konfidenten geben richtige Antworten; Gruppe B: Konfidenten geben in 2/3 der Fälle eine falsche Antwort)
 - **Abhängige Variable:** Prozentzahl der Fehler der VP

Ergebnis:

- 1% Fehlentscheidungen in Kontrollgruppe
- 37% Fehlentscheidungen in der Experimentalgruppe

→ Die Operationalisierung des Konstruktes “gruppenkonformes Verhalten” entspricht hier also einem experimentellen Kontrast:

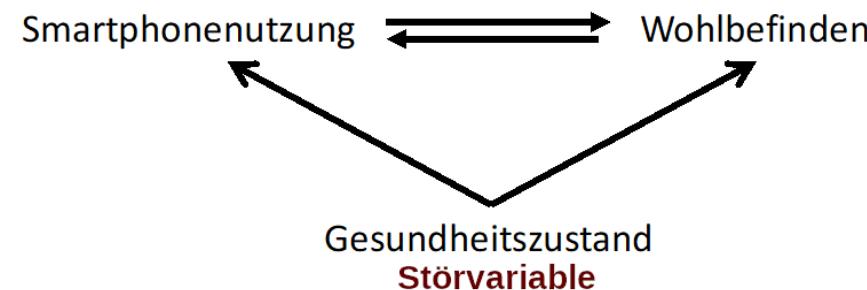
Fehlerrate Experimentalgruppe – Fehlerrate Kontrollgruppe



Ist jede wissenschaftliche Studie ein Experiment?

Nein.

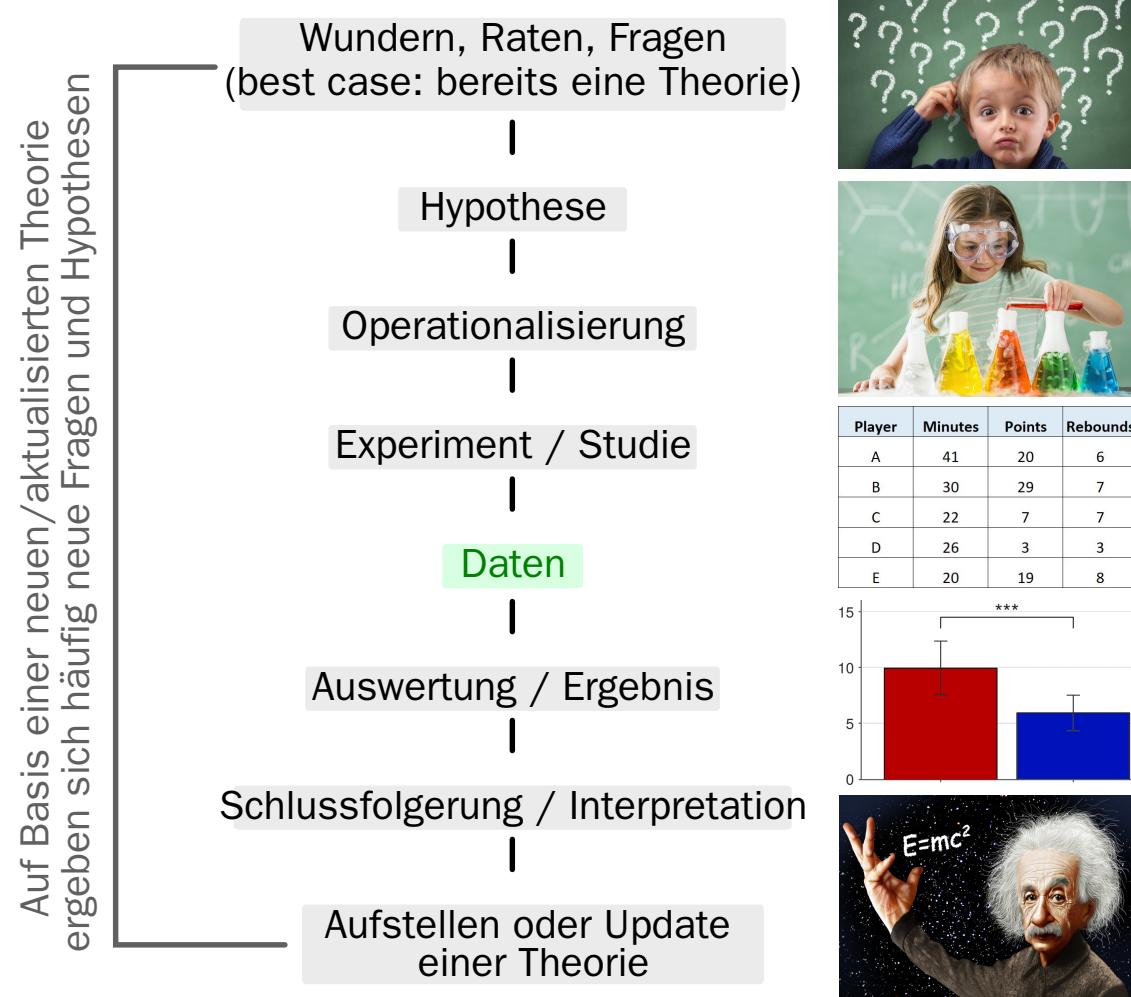
- In **Beobachtungsstudien** werden Phänomene oder Zusammenhänge *ohne Manipulation einer unabhängigen Variable* untersucht.
- Beispiele: Quasi-Experiment, Längsschnittstudien, Fall-Kontroll-Studie
- Im Gegensatz zum Experiment können in Beobachtungsstudien **keine kausalen Schlüsse** gezogen werden
- Warum? Jeder Unterschied zwischen Gruppen oder Zusammenhang zweier Variablen zwischen Personen kann immer auch durch (bekannte oder unbekannte) Störvariablen verursacht sein.



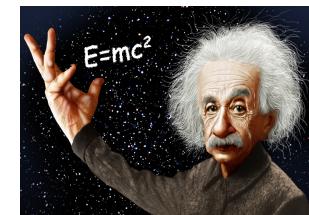
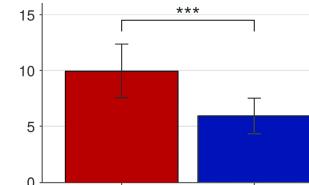
→ Mehr dazu im Modul Forschungsmethoden!

Darstellung von Daten

Der Forschungsprozess



| Player | Minutes | Points | Rebounds |
|--------|---------|--------|----------|
| A | 41 | 20 | 6 |
| B | 30 | 29 | 7 |
| C | 22 | 7 | 7 |
| D | 26 | 3 | 3 |
| E | 20 | 19 | 8 |



Darstellung kategorialer Daten: die Häufigkeitstabelle

- **Reminder:** Kategoriale Variable = begrenzte Zahl von Ausprägungen; keine natürliche Reihenfolge

| Häufigkeitsverteilung von Haarfarben unter Paradoxikern (N=800) | | |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Haarfarbe | Absolute Häufigkeit (n) | Relative Häufigkeit (%) |
| Blau (gefärbt) | 440 | 55 % |
| Grün (gefärbt) | 152 | 19 % |
| Braun (natürlich) | 104 | 13 % |
| Blond (natürlich) | 64 | 8 % |
| Schwarz (natürlich) | 40 | 5 % |



Bildnachweis⁶

- **Absolute Häufigkeiten:** geben an, wie oft die jeweiligen Ausprägungen einer Variable vorkommen (Anzahl)
- **Relative Häufigkeiten:** geben an, wie häufig die jeweiligen Ausprägungen in Bezug zu allen Fällen vorkommen (Prozent oder Anteil)

Darstellung kategorialer Daten: die Häufigkeitstabelle

The screenshot shows the JASP software interface with the following components:

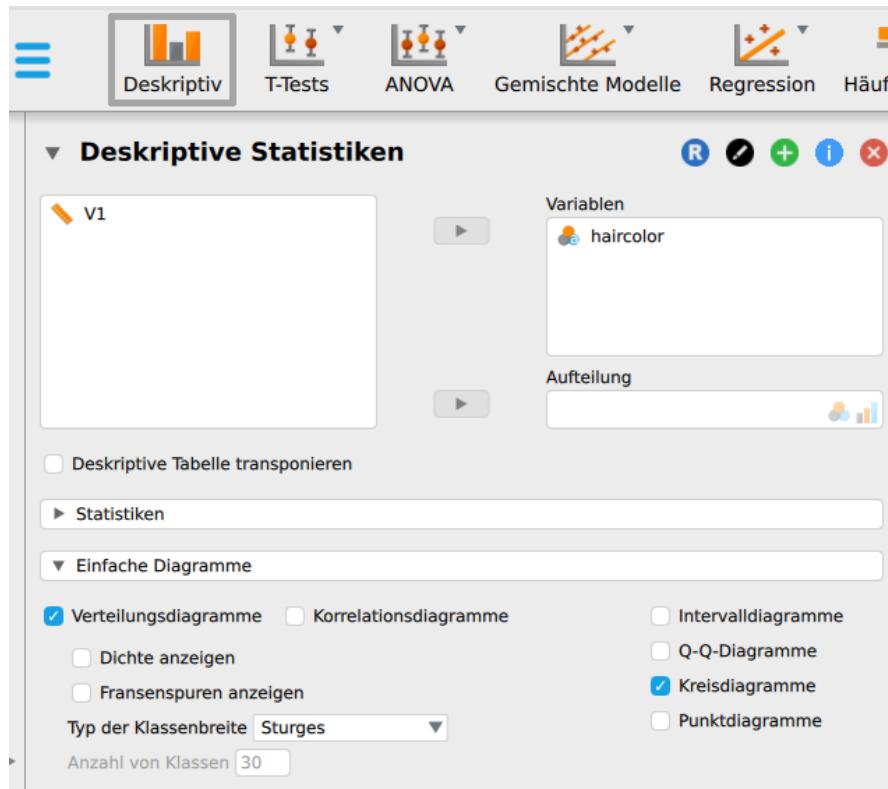
- Top Bar:** A navigation bar with icons for Descriptives, T-Tests, ANOVA, Mixed Models, Regression, Frequencies, Factor, and Visual Modeling.
- Left Panel (Descriptive Statistics):**
 - Variables:** A list containing "haircolor".
 - Aufteilung:** A button for distribution analysis.
 - Output Options:**
 - Deskriptive Tabelle transponieren
 - Statistiken
 - Einfache Diagramme
 - Einstellbare Diagramme
 - Häufigkeitstabellen
 - Maximale Anzahl verschiedener Werte:** A field set to 10.
 - Scaling Parameters:** A field set to 1.
- Right Panel (Results):**
 - Häufigkeitstabellen:** A section titled "Häufigkeiten für haircolor" with the following table:

| haircolor | Häufigkeit | Prozent |
|-----------|------------|---------|
| Blau | 440 | 55.000 |
| Blond | 64 | 8.000 |
| Braun | 104 | 13.000 |
| Gruen | 152 | 19.000 |
| Schwarz | 40 | 5.000 |
| Fehlend | 0 | 0.000 |
| Gesamt | 800 | 100.000 |

Darstellung von Häufigkeitstabellen in JASP

Darstellung kategorialer Daten: Kreisdiagramme

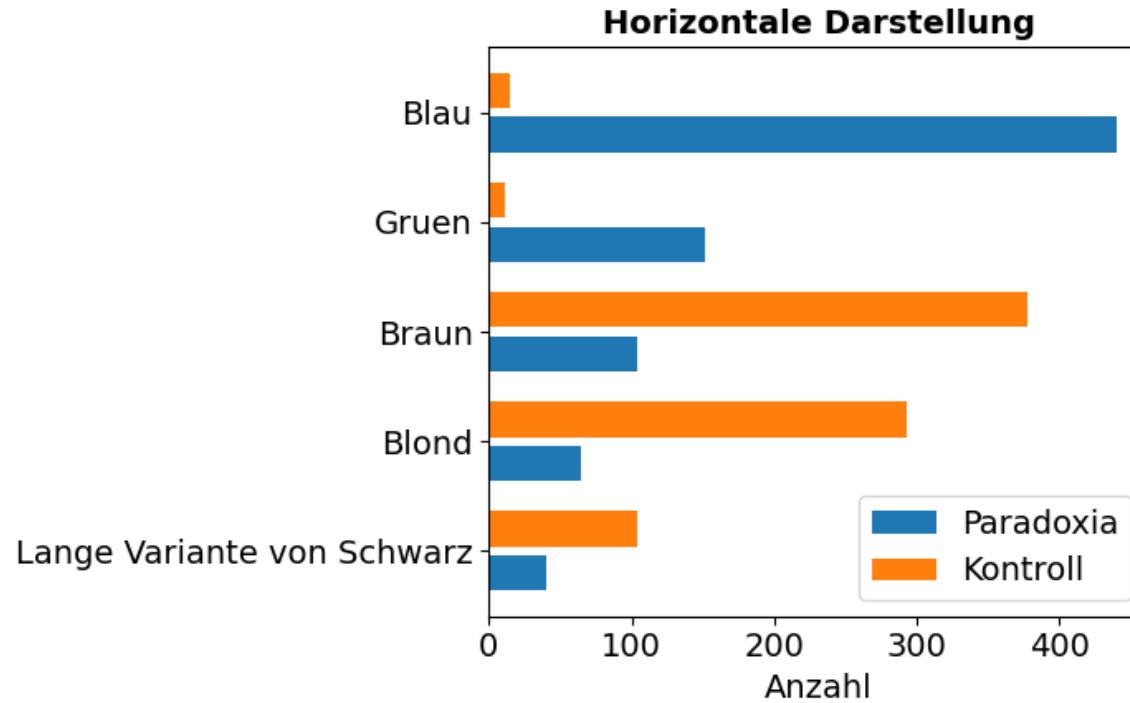
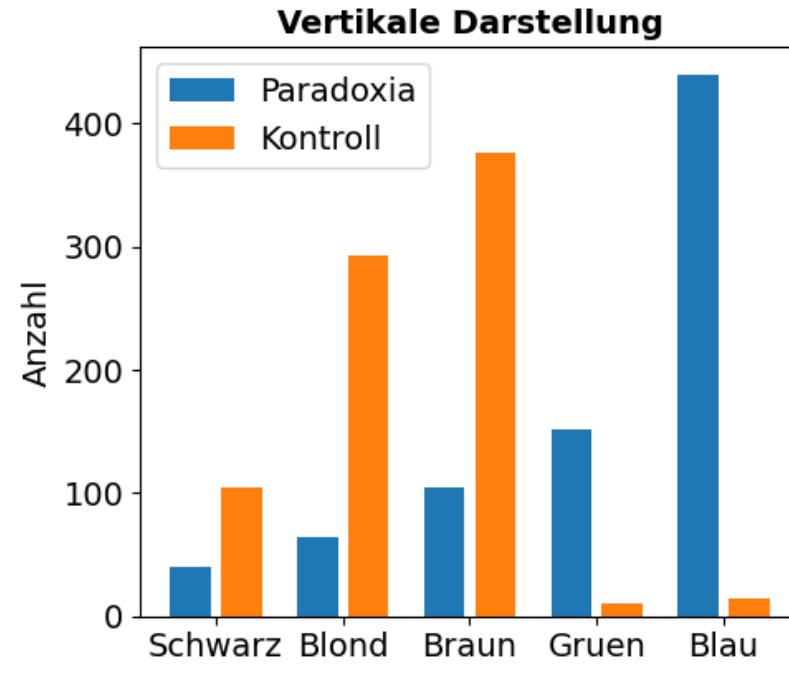
- Vorteil: übersichtliche Darstellung der Verteilung kategorialer Variablen
- Nachteil: verschiedene Bedingungen können nicht direkt verglichen werden (zwei Kreisdiagramme notwendig)



Kreisdiagramm in JASP

Darstellung kategorialer Daten: Häufigkeitsdiagramm

- Das Häufigkeitsdiagramm erlaubt einen besseren Vergleich von zwei Gruppen oder Bedingungen

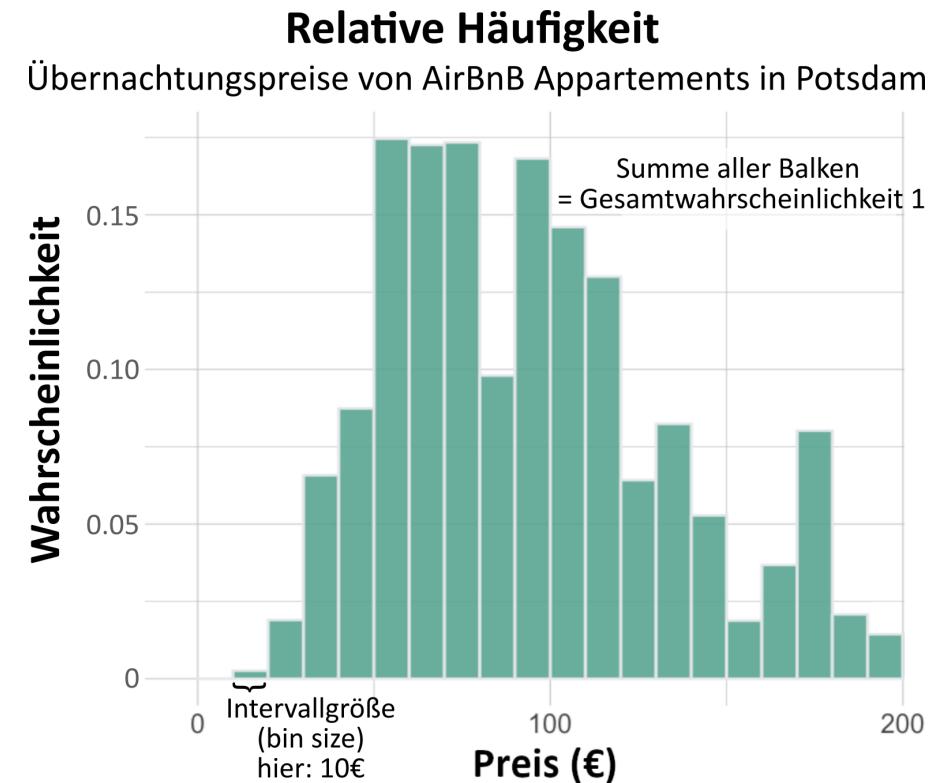
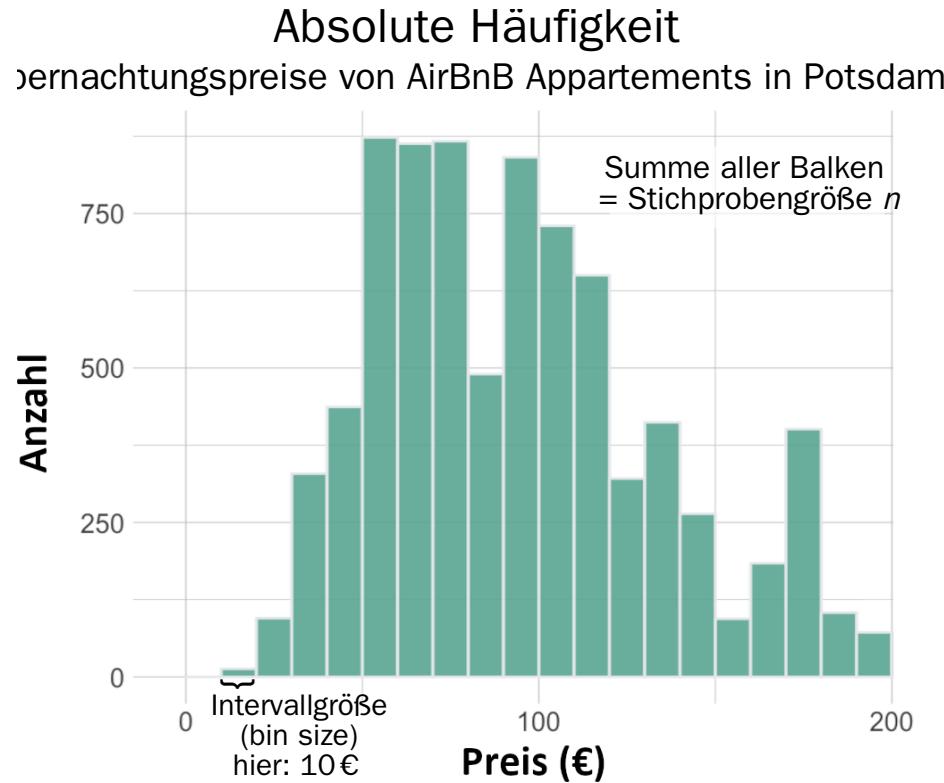


Vertikale und horizontale Darstellung von Häufigkeiten. Die Horizontale Darstellung hat den Vorteil, dass längere Beschriftungen der Balken möglich sind. Die Darstellung mit vertikalen Balken wird zuweilen **Säulendiagramm** genannt und die Darstellung mit horizontalen Balken **Balkendiagramm**.

Darstellung quantitativer Daten: das Histogramm

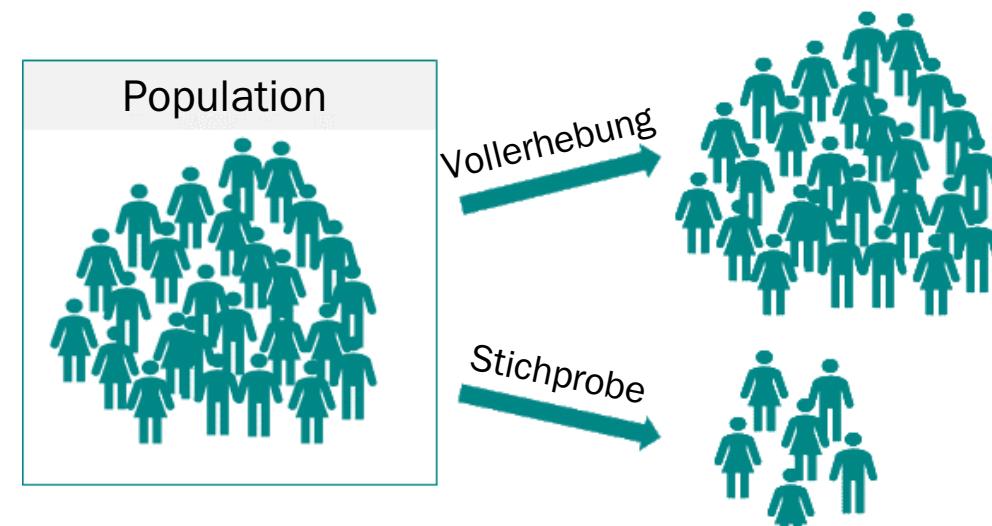
- Erinnerung: quantitative Variablen sind Zahlenwerte (diskret oder kontinuierlich)
- Beispiele: Körpergröße (z.B. in cm), durchschnittliches Zuspätkommen einer Kohorte in Statistik 1 (z.B. in sec), emotionaler Intelligenzquotient (einheitslos)

Die wichtigste Darstellungsform quantitativer Daten ist das Histogramm mit **absoluter** oder **relativer Häufigkeit**:



Population und Stichprobe

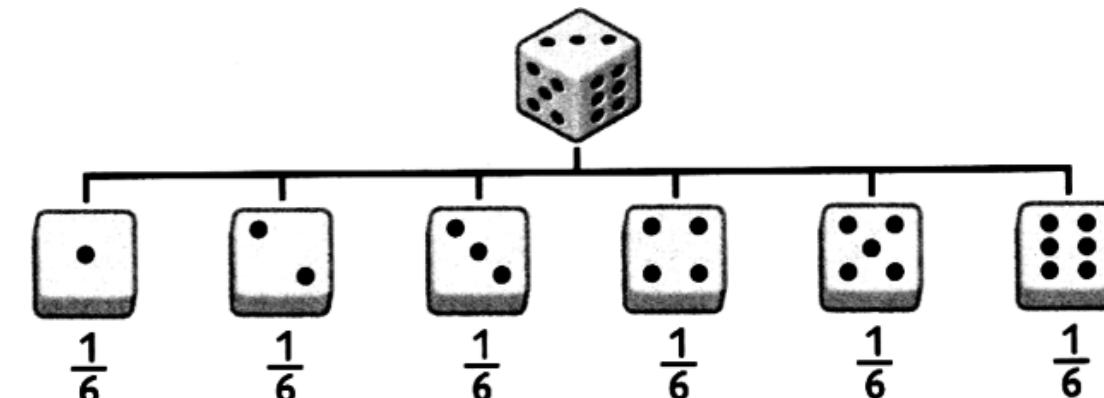
- **Population** (auch **Grundgesamtheit**) bezeichnet die Gesamtheit der Personen, für die wir uns in einer wissenschaftlichen Studie interessieren (z.B. Personen mit einer bestimmten Erkrankung; Kinder zwischen 3 und 6; die gesamte Menschheit)
- In den meisten Fällen ist es nicht möglich alle Mitglieder der Population zu untersuchen (Vollerhebung) – wir müssen daher eine **Stichprobe** ziehen.
- Die Annahme ist, dass die Stichprobe ein möglichst **repräsentatives Abbild der Population** ist und sich Ergebnisse in der Stichprobe auf die Population übertragen lassen.



Bildnachweis⁷

Zufallsvariable

- Eine **Zufallsvariable** ist eine Variable, die zu einem gewissen Grad vom Zufall (oder uns zufällig erscheinenden Faktoren) abhängt.
- In der Psychologie kommt “Zufall” an zwei Stellen ins Spiel:
 - **Messfehler** (unbekannte, uns zufällig erscheinende, Einflüsse auf die Genauigkeit der Messung)
 - Beim **zufälligen Ziehen einer Stichprobe** aus der Population
- Ein wichtiger Aspekt von Zufallsvariablen ist, dass die Zufälligkeit mathematisch beschrieben werden kann – durch **Wahrscheinlichkeitsverteilungen** (wir kommen darauf später noch einmal zurück)
 - Beispiel: jeder Wurf eines Würfels ist zufällig, aber wir können sagen, dass die Wahrscheinlichkeit jeder Zahl exakt $1/6$ ist.



Bildnachweis⁸

Zufallsvariable

- Praktisch gesehen, sind nahezu alle Variablen in der Psychologie Zufallsvariablen, daher meint “Variable” in aller Regel “Zufallsvariable”
- Die Ausnahme der Regel wäre der seltene Fall, dass eine Variable *für alle Personen der Population bekannt* ist und ihre Messung *keinem Messfehler* unterliegt (z.B. Geburtsjahr aller amerikanischen Präsidenten bis zum Jahr 2023).
- Zufallsvariablen werden mit großen Lettern bezeichnet, i.d.R. X (oder Y/Z falls zwei/drei Zufallsvariablen betrachtet werden).
- Einzelne Beobachtungen einer Zufallsvariable (z.B. der gemessene IQ von *bestimmten Personen*) werden mit kleinen Lettern bezeichnet (x_i, y_i, z_i), wobei i der Durchnummerierung dient.

Beispiel: die Zufallsvariable X bezeichnet in der Tabelle den in einer Stichprobe gemessenen Intelligenzquotienten

| X | |
|-------|-----|
| x_1 | 99 |
| x_2 | 112 |
| x_3 | 104 |
| ... | ... |



Nach eingehender Prüfung, entscheiden Sie sich aus ethischen Gründen (und schweren Herzens) gegen ein Experiment, und planen stattdessen eine Beobachtungsstudie an Betroffenen (Paradoxiker) und Nicht-Betroffenen (Kontrollen). In Einklang mit den Hypothesen 1 und 2 testen Sie zwei abhängige Variablen:

- Abhängige Variable 1: durchschnittliche TikTok-Online-Zeit in Stunden pro Tag
 - Eigenschaften der AV: Verhältnisskala, kontinuierlich, manifest
- Abhängige Variable 2: physiologischer Entzündungswert
 - Eigenschaften der AV: Verhältnisskala, kontinuierlich, manifest

Fußnoten

1. <https://twitter.com/MeasuringPsych/photo>
2. <https://www.researchgate.net/post/Difference-between-ordinal-and-scale-in-SPSS>
3. <https://delishably.com/beverages/Why-Pepsi-is-Better-than-Coke>
4. Midjourney
5. <https://www.nngroup.com/articles/between-within-subjects/>
6. <https://www.holleewoodhair.com/rainbow-hair-color/>
7. <https://datatab.de/tutorial/stichprobe>
8. <https://www.studienkreis.de/mathematik/zufallsexperimente-muenz-und-wuerfelwurf/>