

# **Statistik 1**

**Wintersemester 2023/24**

Prof. Matthias Guggenmos

# Table of contents

<b>Preface</b>	<b>4</b>
<b>I Teil 1: Intro</b>	<b>5</b>
<b>1 Paradoxa</b>	<b>6</b>
1.1 Eine rätselhafte Erkrankung . . . . .	6
1.2 Weiteres Mysterium: blaue Haare . . . . .	6
1.3 Task Force . . . . .	7
1.4 Eine erste Aufgabe: Hypothesenbildung . . . . .	8
<b>2 Formalitäten</b>	<b>10</b>
2.1 Anwesenheits- und Fehlzeitregelung . . . . .	10
2.2 Nützliche Links . . . . .	10
<b>3 Was ist Statistik?</b>	<b>11</b>
3.1 Was ist Statistik? . . . . .	11
3.2 Wozu Statistik? . . . . .	12
3.3 Beispiel Prävalenzfehler . . . . .	13
3.5 Beispiel Prävalenzfehler . . . . .	15
3.6 Beispiel Meditonsin . . . . .	15
3.7 Beispiel Meditonsin . . . . .	17
3.8 Beispiel Meditonsin . . . . .	18
3.9 Deskriptive Statistik und Inferenzstatistik . . . . .	19
<b>4 Hypothesen</b>	<b>21</b>
4.1 Der Forschungsprozess . . . . .	21
4.2 Was ist eine Hypothese? . . . . .	21
4.3 Gute Hypothesen, schlechte Hyothesen . . . . .	21
4.5 Gerichtete und ungerichtete Hypothesen . . . . .	22
4.6 Probabilistische Hypothesen . . . . .	23
<b>II Teil 2: Messen in der Psychologie</b>	<b>25</b>
<b>5 Vorlesung 02: Messen in der Psychologie</b>	<b>26</b>
5.1 Ohne Maßband oder Waage – Wie misst man Psyche? . . . . .	26
5.2 Skala und Skalenniveau . . . . .	28
5.3 Skalenniveaus . . . . .	29
5.5 Skalenniveaus: Zusammenfassung . . . . .	31
5.6 Was ist eine Variable? . . . . .	31
5.7 Variablentypen . . . . .	32
5.8 Manifeste und Latente Variablen . . . . .	33

5.9	Abhängige und unabhängige Variablen . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Das Experiment</b>	<b>36</b>
6.1	Was ist ein Experiment? . . . . .	36
6.2	Beispiel . . . . .	36
6.4	Within- und between-subject Design . . . . .	38
6.5	Within-subject & Messwiederholung (ein kleiner Rant) . . . . .	39
6.6	Beispiel between-subject Design: das Asch-Experiment . . . . .	39
6.7	Ist jede wissenschaftliche Studie ein Experiment? . . . . .	40
<b>7</b>	<b>Darstellung von Daten</b>	<b>42</b>
7.1	Darstellung kategorialer Daten: die Häufigkeitstabelle . . . . .	42
7.2	Darstellung kategorialer Daten: die Häufigkeitstabelle . . . . .	43
7.3	Darstellung kategorialer Daten: Kreisdiagramme . . . . .	43
7.4	Darstellung kategorialer Daten: Häufigkeitsdiagramm . . . . .	44
7.5	Darstellung quantitativer Daten: das Histogramm . . . . .	45
7.10	Grundgesamtheit und Stichprobe . . . . .	49
7.11	Zufallsvariable . . . . .	49
7.12	Zufallsvariable . . . . .	51
	<b>References</b>	<b>52</b>

# Preface

This is a Quarto book.

To learn more about Quarto books visit <https://quarto.org/docs/books>.

# **Part I**

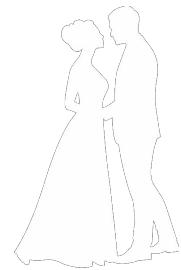
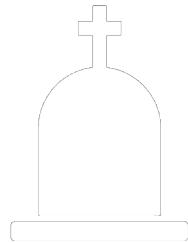
## **Teil 1: Intro**

# 1 Paradoxa

## 1.1 Eine rätselhafte Erkrankung

Eine rätselhafte Erkrankung hat seit geraumer Zeit die Bundesrepublik Deutschland heimgesucht. Die Betroffenen zeigen ein paradoxes emotionales Verhalten: sie reagieren allem Anschein nach traurig auf fröhliche Ereignisse und fröhlich auf traurige Ereignisse – als wären zwei Hirndrähte vertauscht worden!

Aufgrund ihres Erscheinungsbilds wird die neuartige Krankheit **Paradoxa** genannt.



## 1.2 Weiteres Mysterium: blaue Haare

Noch ist wenig bekannt über die Erkrankung. Eine weitere Auffälligkeit ist, dass viele der Betroffenen, eine Neigung haben, ihre Haare blau zu färben. Warum das so ist, ist unklar, auch wenn gemutmaßt wird, dass hierfür ein viral gegangenes Video einer Betroffenen verantwortlich ist.



### 1.3 Task Force

Durch die schnelle Verbreitung der Erkrankung sind das Bundeskanzleramt und die Geheimdienste alarmiert. Schnell wird der Beschluss gefasst, eine Task Force bestehend aus Psycholog:innen, Mediziner:innen und Sozialforscher:innen ins Leben zu rufen, um die Erkrankung besser zu verstehen.

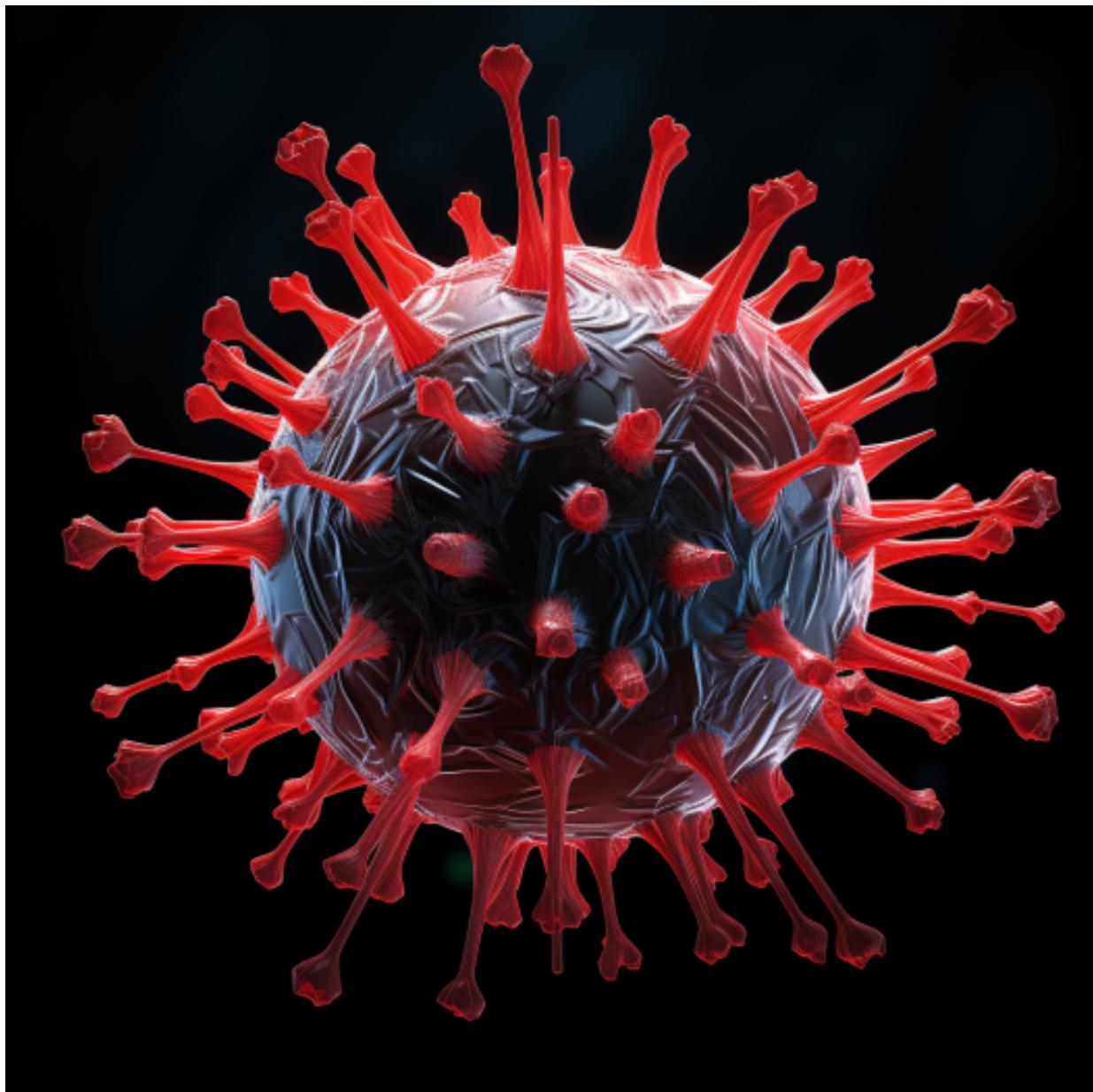
Sie sind Teil dieser Task Force im **Team Psychologie**.



## 1.4 Eine erste Aufgabe: Hypothesenbildung

Ihre erste Aufgabe besteht darin, Hypothesen zu bilden, wie es zum Auftreten der Erkrankung gekommen sein könnte. Vermutet wird entweder eine **neuartige Viruserkrankung**, die das zentrale Nervensystem befällt, oder ein **sozialpsychologisches Ansteckungsphänomen**.





## 2 Formalitäten

### 2.1 Anwesenheits- und Fehlzeitregelung

#### § 8 Anwesenheits- und Fehlzeitenregelung

(1) Die nachfolgenden Anwesenheits-/Fehlzeitenregelungen gelten für alle Präsenzveranstaltungen. Für die Abwesenheit im Praktikum bestehen Regelungen in der jeweiligen Praktikumsordnung. Für die Abwesenheit/Fehlzeiten an Prüfungen/Prüfungstagen gelten vorrangig die Regelungen zum Rücktritt von Prüfungen nach der Rahmenprüfungsordnung oder den Studien- und Prüfungsordnungen der Studiengänge.

(2) Die HMU ist eine Präsenzuniversität, damit besteht 100% Präsenzpflicht unter Beachtung der jeweiligen Studiengangmodelle (Vollzeitstudium, Teilzeitstudium). Pro Modul im Vollzeitmodell darf die Fehlzeit nicht mehr als 40% betragen, im Teilzeitmodell beträgt die maximale Fehlzeit 20% pro Modul. Im Studiengang Humanmedizin, im Bachelorstudiengang Psychologie und im Masterstudiengang Psychotherapie gilt ein Modul nur als regelmäßig besucht, wenn die Studierenden bei 80 % der Lehrveranstaltungen anwesend waren. Das gilt auch für virtuelle Präsenzlehrveranstaltungen. Sollte diese Fehlzeit von Studierenden überschritten werden, entscheidet der Lehrende über die Zulassung zur Prüfung. In

Figure 2.1: Bildnachweis<sup>1</sup>

### 2.2 Nützliche Links

Statistik für Psychologie	<a href="https://www.statistikpsychologe.de/">https://www.statistikpsychologe.de/</a>	Einige hilfreiche Blogseinträge zu statistischen Themen der Psychologie
DATatab	<a href="https://datatab.de/tutorial/">https://datatab.de/tutorial/</a>	Online-Kalkulator mit einigen guten Tutorials
StatistikGuru	<a href="https://statistikguru.de/">https://statistikguru.de/</a>	Fokus auf SPSS und R, aber viele Tutorials in allgemeinem Stil geschrieben

<sup>1</sup> [https://www.hmu-hannover.de](#)

Allgemeine

# 3 Was ist Statistik?

## 3.1 Was ist Statistik?

Das Wort Statistik stammt von lateinisch *statisticum* „den Staat betreffend“ und italienisch *statista* Staatsmann oder Politiker [...]

Quelle: Wikipedia

In diesem Sinne beschrieb der Ausdruck Statistik ursprünglich die Lehre von den Daten über den Staat. Heute ist der Begriff wesentlich breiter gefasst:

---

**Statistik** ist ein angewandter Zweig der Mathematik, der sich mit der **Erhebung**, **Analyse** und **Interpretation** empirischer Daten befasst.

---

Table 3.1: Beispiele

---

<b>Erhebung</b>	Wie groß sollte meine Stichprobe sein?
<b>Analyse</b>	Was ist der Mittelwert meiner Variable?
<b>Interpretation</b>	Unterscheiden sich zwei Gruppen systematisch?

---



Figure 3.1: Bildnachweis<sup>1 2</sup>

## 3.2 Wozu Statistik?

Auch ohne Statistik sind Menschen sehr gut darin, Muster oder Zusammenhänge in ihrer Umwelt zu erkennen. Man könnte diese Fähigkeit als **intuitive Empirie** bezeichnen. Wozu also Statistik?

<sup>1</sup>

<https://www.analyticsvidhya.com>

<sup>2</sup>

<https://www.livescience.com>

## Probleme intuitiver Empirie (kleiner Ausschnitt)

- Kognitive Biases (z.B. Konfirmationsbias)
- Schwächen beim probabilistischen Denken (Stichwort *Lotto*)
- Übergeneralisierung / Tendenz zur vorschnellen Verallgemeinerung
- Übersensitivität: Muster erkennen, wo keine sind
- Vermischung mit eigenen Interessen (z.B. Politik)
- Begrenztes (Arbeits)Gedächtnis: Unfähigkeit, große Datenmengen im Kopf zu behalten und zu verrechnen



Figure 3.2: Bildnachweis<sup>3</sup>

### 3.3 Beispiel Prävalenzfehler

Ein neu entwickelter Coronatest wird damit beworben, dass er anhand einer Speichelprobe in 100% der Fälle eine bestehende Coronaerkrankung erkennt. Im Kleingedruckten findet sich der Hinweis, dass die Spezifität 90% beträgt, d.h. der Test weist in 10% der Fälle eine *gesunde Person fälschlicherweise als krank* aus.

<sup>3</sup> OPP-A/915-9-1/

<https://www.artete...>

Nehmen Sie an, die Prävalenz von Corona ist 1%, d.h. eine von hundert Personen ist mit Corona infiziert.

**Schätzen Sie:** Angenommen Ihr Test ist positiv, in wie viel Prozent der Fälle sind Sie dann auch tatsächlich positiv?



### 3.4

Placeholder image!!!

# Schätzfrage zu Corona-Tests

Teilnahme über Zahlencode oder QR-Code



## 3.5 Beispiel Prävalenzfehler

Auflösung:

- von 100 Personen ist im Schnitt 1 Person krank. Diese wird durch den Test auf jeden Fall korrekt als krank erkannt.
- 99 Personen sind nicht erkrankt, und bei 10% dieser Personen gibt der Test ein falsch-positives Ergebnis ( 10 Personen).
- D.h. bei 100 Personen haben 11 Personen ein positives Ergebnis, aber bei 10 von 11 Personen (91%) ist dieses Ergebnis falsch!

Unsere empirische Intuition versagt in diesem Fall häufig. Im konkreten Beispiel spricht man auch vom **Prävalenzfehler** oder der **Base rate fallacy**.

## 3.6 Beispiel Meditonsin

Meditonsin ist das meistverkaufte homöopathische Erkältungsmittel in Deutschland, mit einem Jahresumsatz von deutlich über zwanzig Millionen Euro.

Jedenfalls entwickelte ein Chemieprofessor für Medice eine Apparatur, die alle Zutaten von Meditonsin bis heute in 250-Liter-Fässern vermischt und am Ende zehnmal kräftig in Richtung Erdmittelpunkt schüttelt.

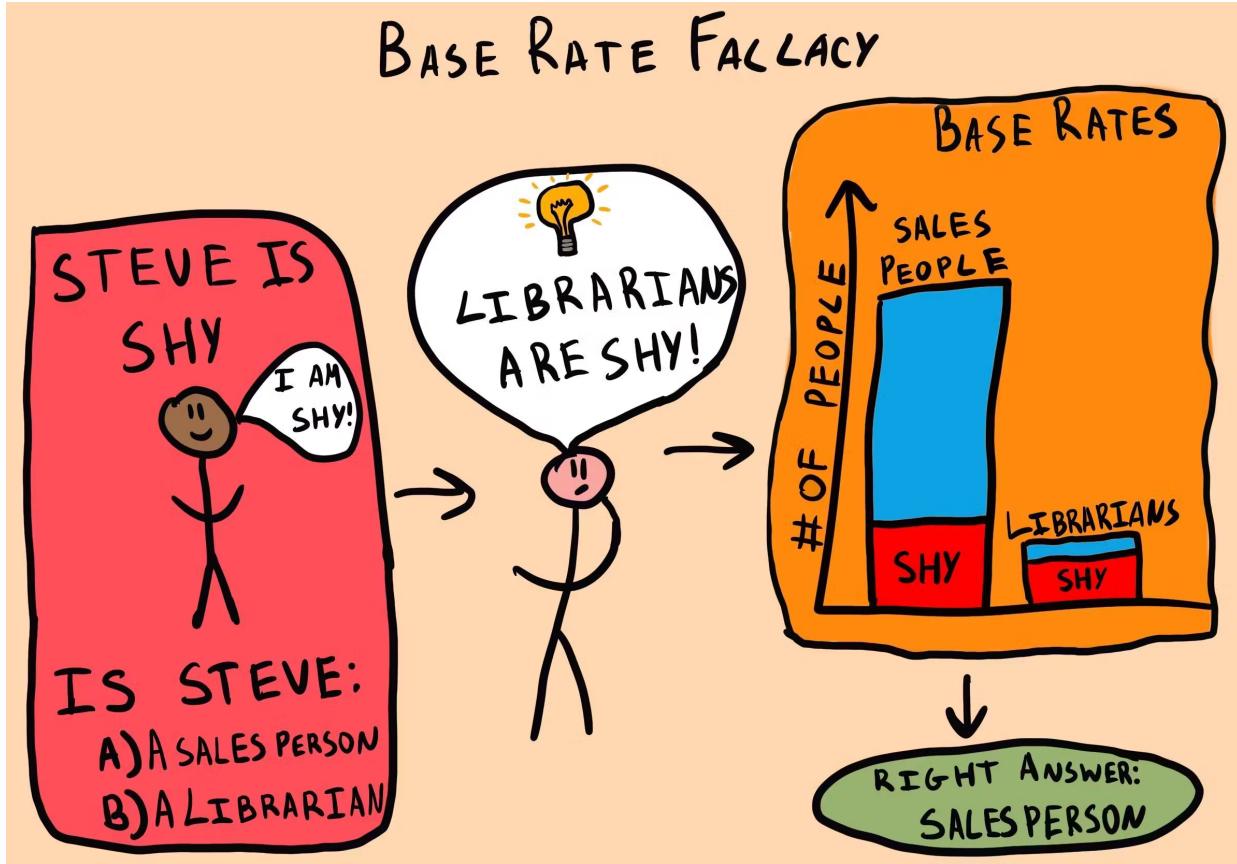


Figure 3.3: **Weiteres Beispiel:** ist die Häufigkeit/Prävelenz von "Sales people" deutlich größer als die der "Librarians", so ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass eine schüchterne Person mit großer Wahrscheinlichkeit eine "Sales person" – selbst dann, wenn Sales people mehrheitlich eher nicht schüchtern sind.<sup>4</sup>

Meditonsin enthält laut Beipackzettel Tollkirsche und Eisenhut in D5-Auflösung [0,00001%] sowie Quecksilber in D8-Auflösung [0,00000001%].

Quelle: Sueddetsche Zeitung

DAZ.online

Unabhängige pharmazeutische Informationen für Wissenschaft und Praxis der Deutschen Apotheker Zeitung

## **RECHTSKRÄFTIGES URTEIL**

Meditonsin-Werbung mit Apotheken-Studie unzulässig

BERLIN - 03.05.2023, 14:45 UHR



Meditonsin-Hersteller Medice darf für seine homöopathischen Tropfen nicht mehr damit werben, dass in einer „apothekenbasierten Beobachtungsstudie“ die gute Wirksamkeit und Verträglichkeit des Mittels nachgewiesen wurde. Ein entsprechendes Urteil des Landgerichts Dortmund aus dem vergangenen Herbst ist jetzt rechtskräftig geworden. Geklagt hatte die Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen.

Figure 3.4: Laut einem Gerichtsurteil aus dem Mai 2023 darf Meditonsin nicht mehr mit einer vorgeblich wissenschaftlich bewiesenen Wirksamkeit werben.<sup>6</sup>

### 3.7 Beispiel Meditonsin

Woher kommt das große Vertrauen in ein Medikament, bei dem eine Flasche im Schnitt kaum ein Molekùl der vorgeblichen Wirksubstanzen enthält?

5

6

<https://sz->

<https://www.astrone>

Warum entsteht bei vielen Menschen subjektiv der Eindruck, Medikamente wie Meditonsin würden wirken?

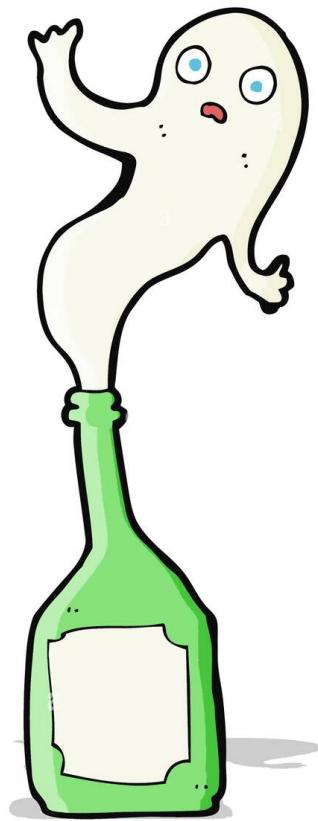


Figure 3.5: Der Geist in der Flasche.<sup>7</sup>

### 3.8 Beispiel Meditonsin

Eine Erklärung ist mangelndes Bewusstsein für einen Effekt der auch als **Regression zur Mitte** bezeichnet wird.

- Meditonsin wird vermutlich häufig eingenommen, wenn eine Erkältung auf ihrem Höhepunkt ist.
- *In aller Regel verbessert* sich der Gesundheitszustand nach Erkältungen auch ohne Medikation und pendelt sich wieder auf einen Normalzustand ein (dies ist die “Regression” zur “Mitte”).
- Dadurch entsteht eine subjektiv wahrgenommener Zusammenhang Einnahme Meditonsin – Heilung

**Statistische Methoden** ermöglichen hier in Kombination mit einem adäquaten Studiendesign (Interventions- und Placebogruppe) eine objektivere Einschätzung.

**Empfehlung:** Quarks Science Podcast “Meditonsin, Umckaloabo, Grippostad: Die Akte Erkältungsmittel”<sup>8</sup>

7

<https://www.alamy.com>

8

<https://www.quarks.de>

9

<https://theconversation.com>

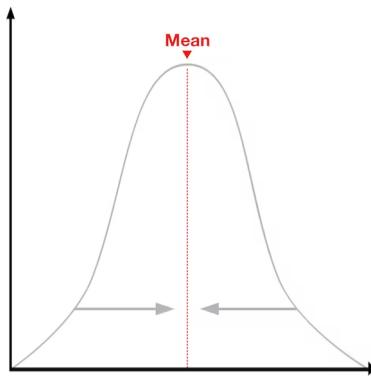


Figure 3.6: Regression zur Mitte.<sup>9</sup>

### 3.9 Deskriptive Statistik und Inferenzstatistik

In Statistik 1 und 2 werden wir fast ausschließlich Methoden aus der **deskriptiven Statistik** und **Inferenzstatistik** behandeln.

Das Ziel der **deskriptiven Statistik** ist die Beschreibung und Zusammenfassung von Daten innerhalb einer Stichprobe.

Beispielfragen: Wie hoch ist der Mittelwert einer Variable in der Stichprobe? Wie hoch ist die Korrelation zwischen Variable X und Variable Y in der Stichprobe?

Das Ziel der **Inferenzstatistik** sind Schlussfolgerungen über eine Population auf der Grundlage von Stichproben.

Beispielfragen: Wie groß ist die durchschnittliche Körpergröße der Bevölkerung, basierend auf einer Stichprobe von 500 Personen? Gibt es einen signifikanten Unterschied im durchschnittlichen Einkommen zwischen zwei verschiedenen Berufsgruppen?

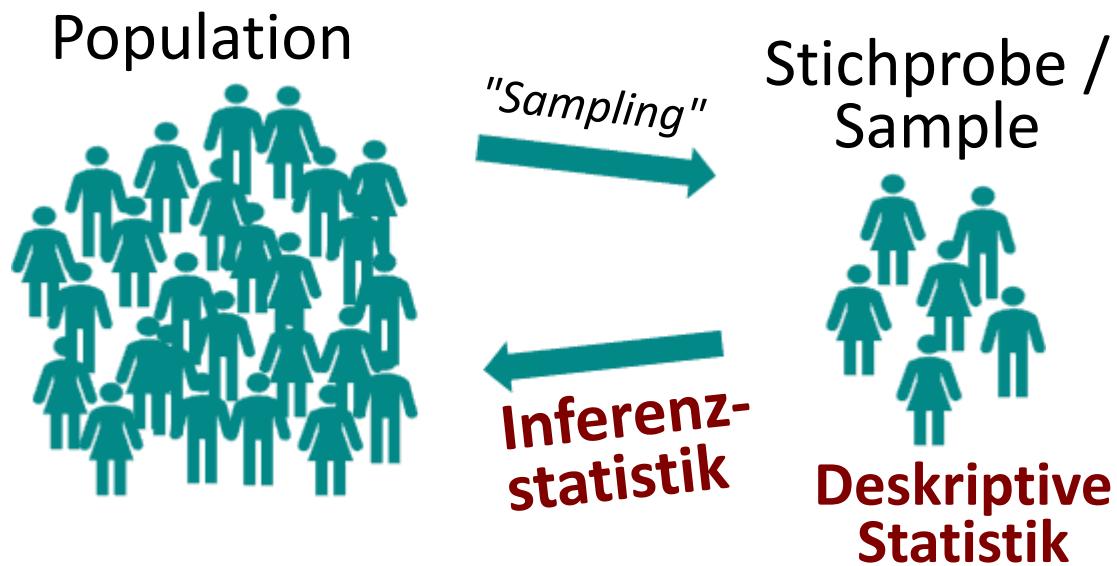


Figure 3.7: Bildnachweis<sup>10</sup>

Ein alternativer Ausdruck für Inferenzstatistik ist **Induktive Statistik**.

<sup>10</sup> <https://datatab.net/>

### 3.10



**Zurück zum Thema:** wie entwickelt man gute Hypothesen? Und was ist eigentlich eine Hypothese?

# 4 Hypothesen

## 4.1 Der Forschungsprozess

```
setup:  
  - element: "#hypothesis"  
    modifier: function() { this.node.style.fill = 'green'; }  
  - element: "#hypothesisbg"  
    modifier: function() { this.node.style.fill = '#d8ffe2'; }
```

## 4.2 Was ist eine Hypothese?

**Hypothesen:** in Form einer **logischen Aussage** formulierte **Annahme** zur Erklärung **empirischer Phänomene**.

Beispiele

- Es gibt einen positiven Zusammenhang zwischen der Feinstaubbelastung einer Stadt und der Prävalenz von Lungenerkrankungen.
- Eine vorherige Impfung mit dem Corona-Impfstoff verringert die Symptomschwere im Fall einer Infektion.

## 4.3 Gute Hypothesen, schlechte Hypothesen

Eine wissenschaftliche Hypothese muss drei Grundvoraussetzungen erfüllen: **Widerspruchsfreiheit, Widerlegbarkeit, Operationalisierbarkeit**.

Beispiele

- Alle Lebewesen benötigen Sauerstoff, aber manche Lebewesen sind anaerob [widerspruchsfrei, widerlegbar, operationalisierbar]
- Könnten Babys sprechen, würden sie hauptsächlich ihre Gefühle zum Ausdruck bringen [widerspruchsfrei, operationalisierbar, widerlegbar]
- Bewusstsein ist eine notwendige Voraussetzung um zu fühlen [widerspruchsfrei, operationalisierbar, widerlegbar].

Beachte: Hypothese, die nicht widerspruchsfrei oder nicht operationalisierbar sind, sind auch nicht widerlegbar (die umgekehrte Aussage gilt nicht in allen Fällen).

## 4.4

Eine *gute* wissenschaftliche Hypothese erfüllt darüber hinaus weitere Kriterien:

<b>Prädiktivität</b>	<i>Hypothesen sollten präzise Vorhersagen ermöglichen</i> <u>Negativbeispiel:</u> Das Selbst ist in ein Es, Ich, Über-Ich aufgeteilt <u>Positivbeispiel:</u> Eine tägliche morgendliche Meditationsübung verringert das subjektive und objektive Stresslevel
<b>Spezifität</b>	<i>Hypothesen sollten spezifisch und konkret sein</i> <u>Negativbeispiel:</u> Frühe Kindheitstraumata wirken sich nachteilig auf spätere Beziehungen aus <u>Positivbeispiel:</u> Kindheitstraumata in einem vorsprachlichen Alter, verursacht durch wichtige Bezugspersonen, erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Bindungsangst in engen romantischen Beziehungen
<b>Sparsamkeit</b>	<i>Hypothesen sollten keine unnötige Komplexität beinhalten</i> <u>Negativbeispiel:</u> Die Coronapandemie verstärkt das Gefühl der Vereinsamung in älteren Bevölkerungsschichten, falls diese an einem Dienstag befragt wurden. <u>Positivbeispiel:</u> Die Coronapandemie verstärkt das Gefühl der Vereinsamung in älteren Bevölkerungsschichten, falls diese an einem Dienstag befragt wurden.
<b>Relevanz</b>	<i>Hypothesen sollten von theoretischer oder gesellschaftlicher Relevanz sein</i> <u>Negativbeispiel:</u> Menschen mit roten Autos bevorzugen rote Gemüsesorten <u>Positivbeispiel:</u> Nach persönlichen Erfolgserlebnissen neigen Menschen zu riskantem Fahrverhalten

## 4.5 Gerichtete und ungerichtete Hypothesen

**Ungerichtete Hypothesen** geben keine Richtung des Effektes an:

- Frauen und Männer haben unterschiedliche viele soziale Kontakte
- Die Punktzahl im Abitur hängt zusammen mit der späteren Lebenszufriedenheit

**Gerichtete Hypothesen** geben die Richtung des Effektes an:

- Frauen haben *mehr* soziale Kontakte als Männer
- Eine höhere Punktzahl im Abitur korreliert *negativ* mit der späteren Lebenszufriedenheit

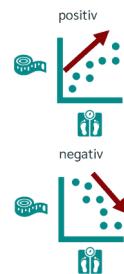


Figure 4.1: Bildnachweis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>

<https://datatab.de/>

## 4.6 Probabilistische Hypothesen

In der Psychologie sind Hypothesen in aller Regel **probabilistisch**, d.h. sie machen Aussagen über Wahrscheinlichkeiten und Mittelwerte.

**Beispiel deterministische Hypothese:** Menschen mit Alkoholabhängigkeit entwickeln eine Depression.

**Beispiel probabilistische Hypothese:** Menschen mit Alkoholabhängigkeit haben eine *erhöhte Wahrscheinlichkeit* für eine Depression. Alternativ: Menschen mit Alkoholabhängigkeit haben *im Mittel* eine höhere Ausprägung depressiver Symptome.

- Psychologische Phänomene sind in der Regel von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die zum Großteil nicht bekannt sind (biologisch–z.B. Blutdruck, psychologisch–z.B. Stimmung, situativ–z.B. Versuchslabor versus Realität).
- Diese Faktoren erhöhen die Variabilität von Beobachtungen und führen dazu, dass die meisten psychologischen Phänomene nur durch Mittelwertbildung über eine Reihe von Messwiederholungen sichtbar werden.

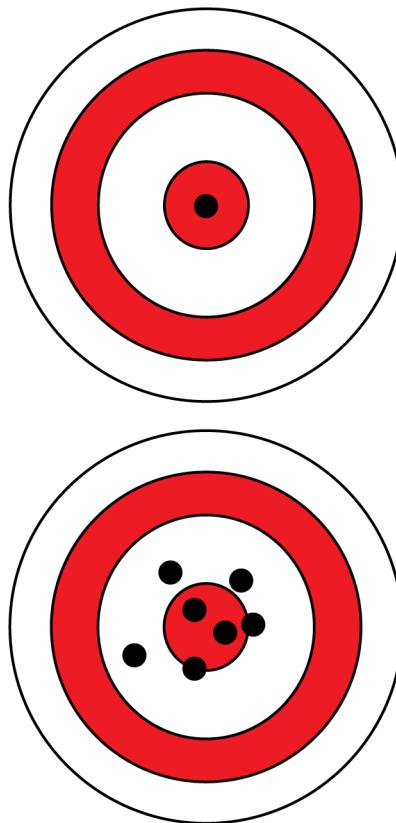


Figure 4.2: Bildnachweis<sup>2</sup>

## 4.7

Ok, Task Force: wie lauten eure (Arbeits-)Hypothesen zu den Hintergründen von Paradoxa?

<sup>2</sup> <https://www.toolsgruppe.de/>

**Hypothese 1:** Paradoxa wird durch eine virale Infektion verursacht. *Die Blutproben von Menschen mit Paradoxa sollten daher eine höhere Menge von Entzündungsmarkern aufweisen.*

**Hypothese 2:** Die Blaufärbung der Haare ist ein reines Tik-Tok-Phänomen. *Betroffene in Ländern, in denen TikTok gesperrt ist, sollten daher keine erhöhte Neigung zur Blaufärbung der Haare haben.*

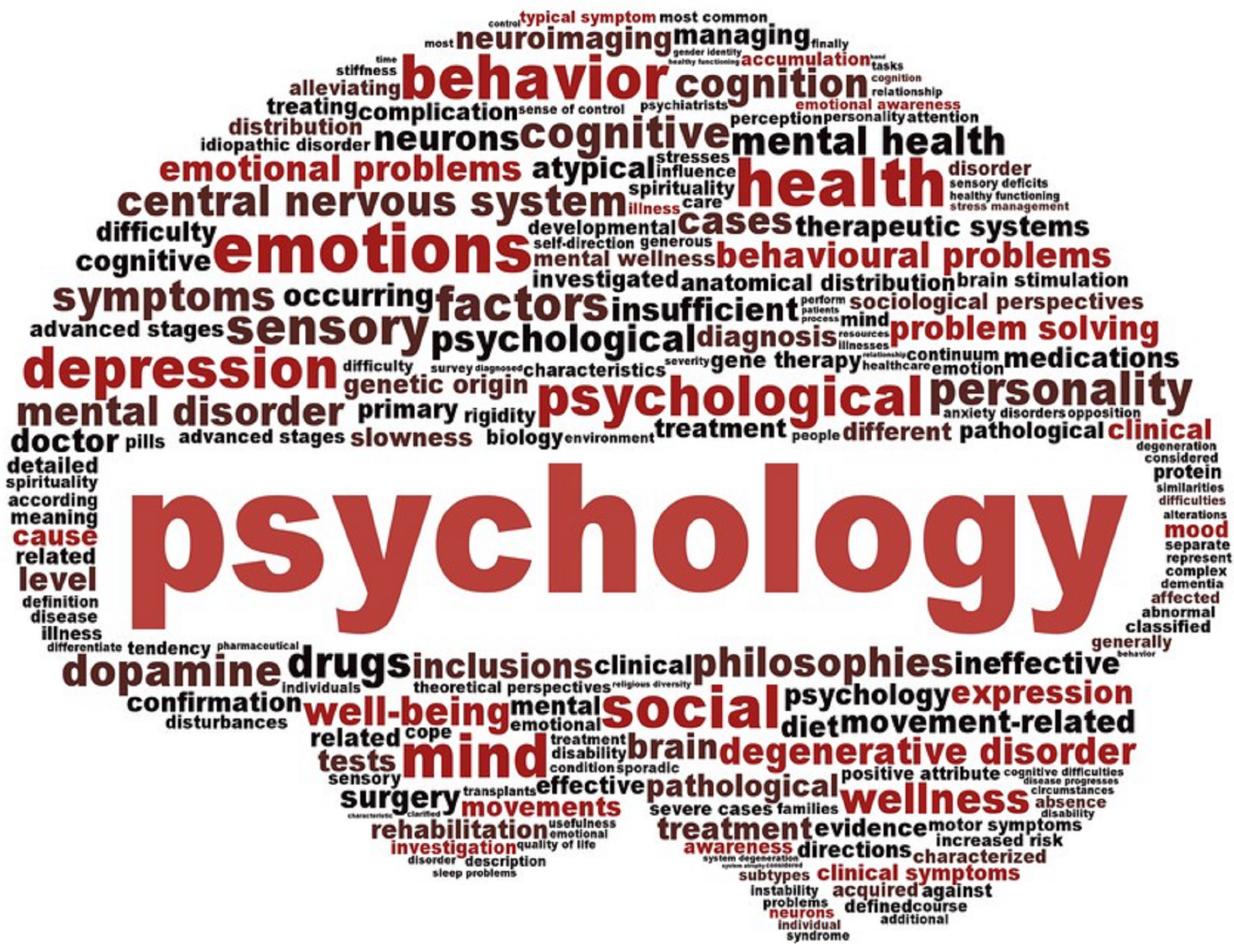
## **Part II**

# **Teil 2: Messen in der Psychologie**

# 5 Vorlesung 02: Messen in der Psychologie

## 5.1 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 – sie sind latent.
- In der Regel basieren diese Variablen auf bestimmten Vorstellungen oder Theorien über die Psyche (Optimismus, Ängstlichkeit, Intelligenz, usw.) – man spricht hier auch von **Konstrukten**.
- Um messbar zu werden, müssen Konstrukte **operationalisiert** werden, d.h. es müssen manifeste messbare **Variablen** definiert werden, die – ggf. in Kombination (z.B. Fragebogen) – Rückschluss auf das Konstrukt erlauben.



# MEASURING Psychology

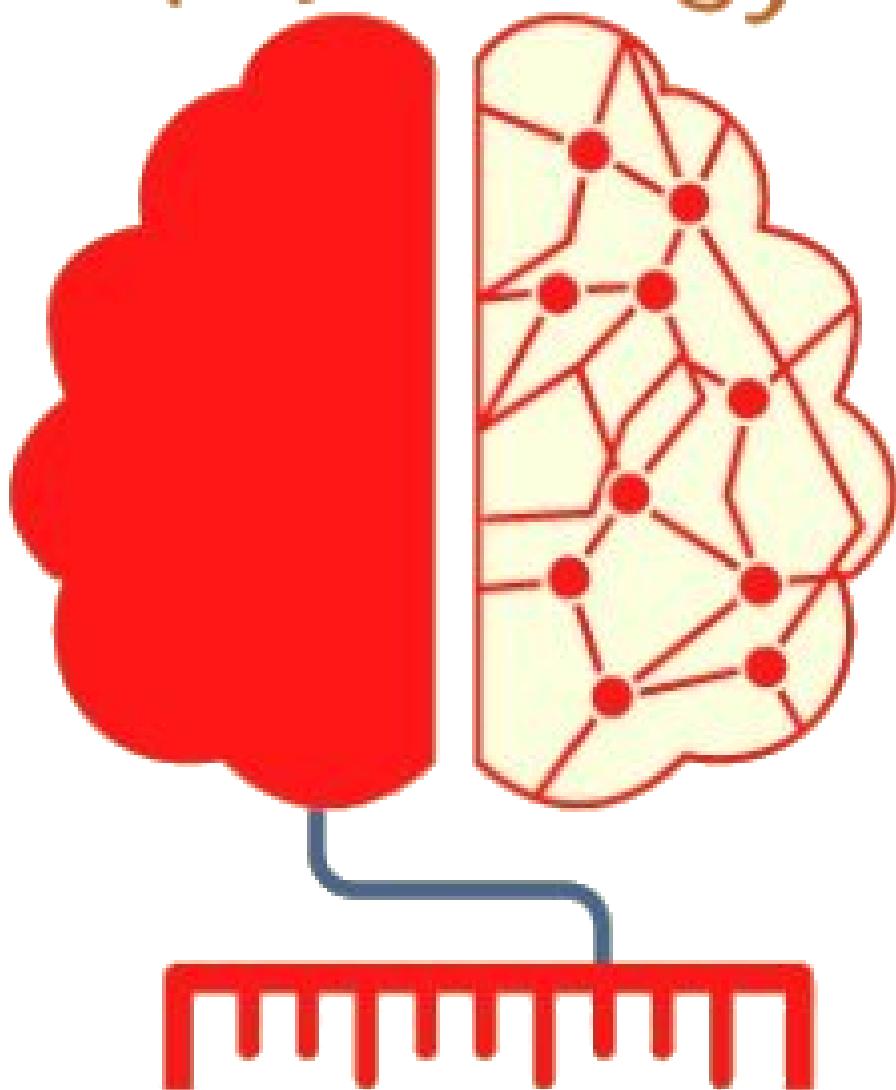
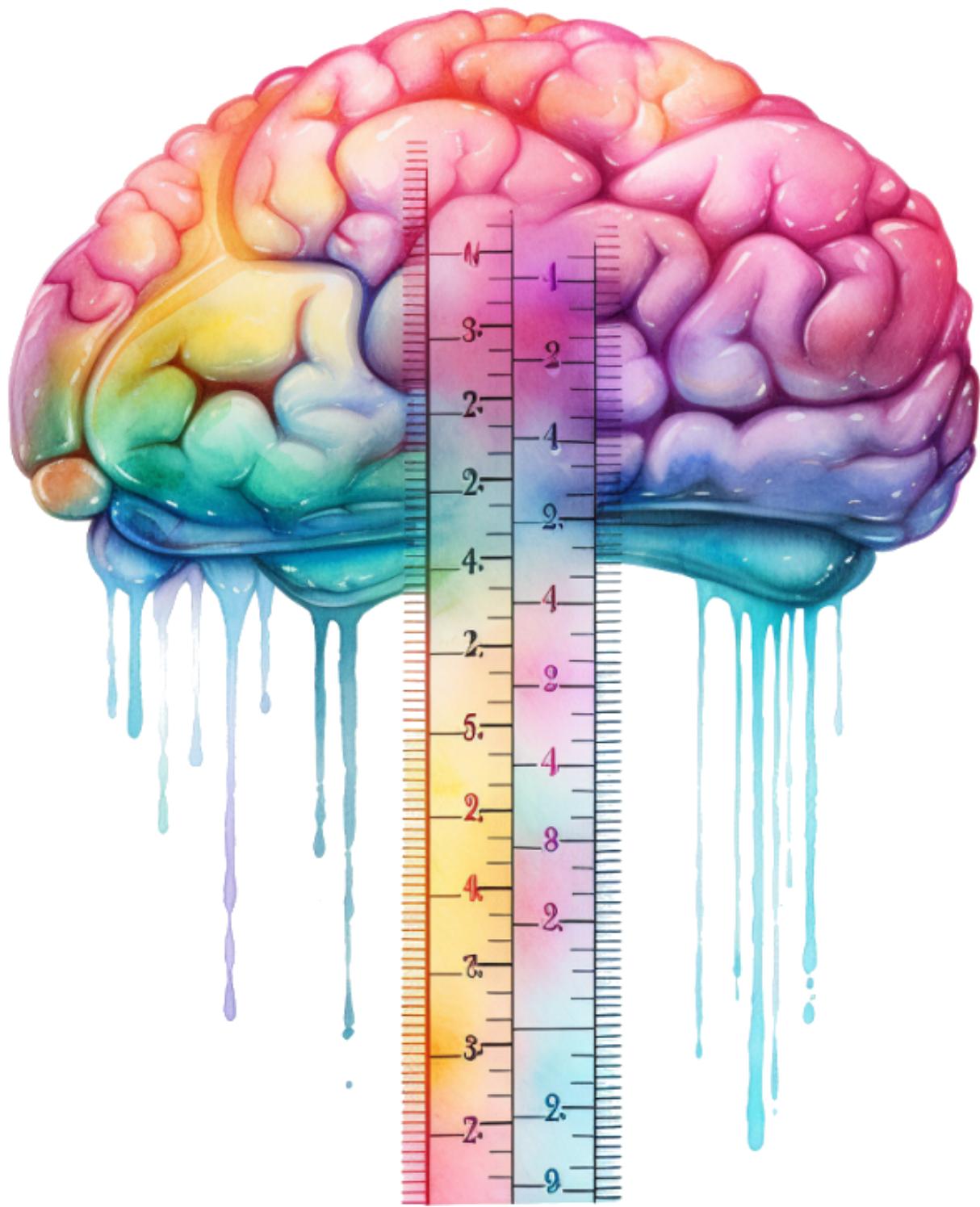


Figure 5.1: Bildnachweis<sup>1</sup>

## 5.2 Skala und Skalenniveau

- Eine **Skala** bezeichnet in der Psychologie die systematische Zuordnung der Ausprägungen eines empirischen Merkmals (z.B. Depressivität, Konzentrationsfähigkeit, Stresslevel) zu Zahlenwerten oder Kategorien.
- Diese Zuordnung erfolgt entweder mit einem Messinstrument oder einer Messvorschrift
  - Messinstrumente: Test zur Bestimmung der Cortisolkonzentration im Speichel, Eyetracking-Gerät, EEG-Gerät, ...
  - Beispiele Messvorschriften: Fragebogen, strukturiertes Interview, psychologischer Test
- Kurz gesagt: die Messung einer **Variablen** erfordert eine **Skala**
- Skalen werden in verschiedene **Skalenniveaus** unterteilt, deren Aussagekraft sich unterscheidet:
  - Nominalskala
  - Ordinalskala
  - Intervallskala
  - Verhältnisskala



### 5.3 Skalenniveaus

Table 5.1: **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	Likert-Rating (z.B. Skala von 1 bis 10), Bildungsstand (Mittelschule, Abitur, Studium, Doktor, ...)

Table 5.2: **Metrische / quantitative Skalenniveaus** (immer Zahlenwerte!)

Intervallskala	Zahlenwerte; Abstände zwischen zwei Werten sind interpretierbar	Schulnote (Note 1-6), 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 €")	Anzahl Freunde (2, 6, ...), Körpergröße (173cm, 199cm, ...)



Figure 5.2: 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.

## 5.4



**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 gerechnet werden (d.h. keine Addition, kein Verhältnis, kein Mittelwert, usw.).



Codierung:      1      2      3      4      5      6

## 5.5 Skalenniveaus: Zusammenfassung

Skalenniveau	Variabtentypen	Messbare Eigenschaften			
Nominal	kategorial, dichotom	Häufigkeiten			
Ordinal	diskret	Häufigkeiten	Rangfolge		
Intervall	diskret, kontinuierlich	Häufigkeiten	Rangfolge	Abstand interpretierbar	
Verhältnis	diskret, kontinuierlich	Häufigkeiten	Rangfolge	Abstand interpretierbar	Natürlicher Nullpunkt

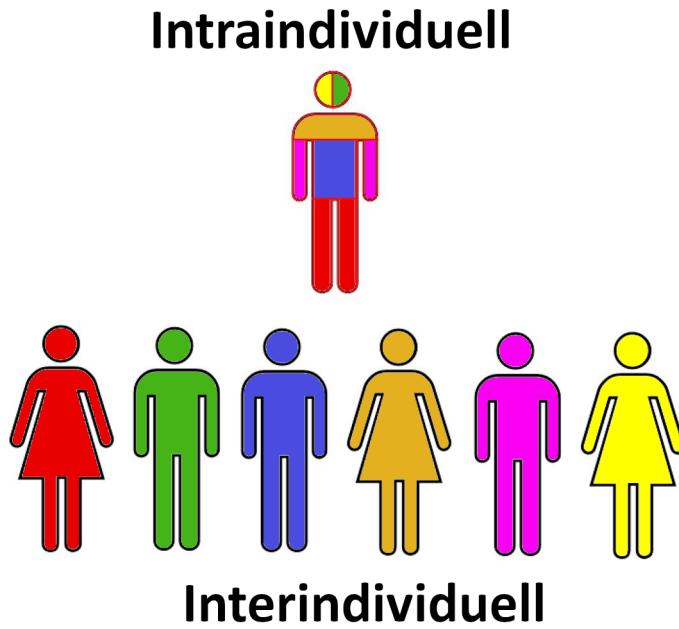
## 5.6 Was ist eine Variable?

- 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**

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



## 5.7 Variablenarten

Variablen können verschiedene Arten von Ausprägungen aufweisen:

Typ	Quali/Quantitativ Definition	Skala	Beispiele
Dichotom	Qualitativ Zwei mögliche (=Kategorien) Ausprägungen	Nominal	schwanger/nicht schwanger, Raucher/Nichtraucher
Kategorial	Qualitativ Eine begrenzte Zahl von Ausprägungen (=Kategorien)	Nominal, Ordinal	Haarfarbe, Schulabschluss, Musikgeschmack

Typ	Quali/QualiDefinition	Skala	Beispiele
Diskret	Quantitativ Gestufte (=Zahlen- Ausprägungen, die werte) sich der Größe nach ordnen lassen	Ordinal, Intervall, Verhältnis	Anzahl von Geschwistern, Schulnoten
Kontinuierlich	Quantitativ Stufenlose (=Zahlen- Ausprägung werte)	Intervall, Verhältnis	Alter, Intelligenz

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

## 5.8 Manifeste und Latente Variablen

<b>Manifeste Variabile</b>	Direkt messbar oder beobachtbar	Alter, Geschlecht, Herzfrequenz, Schulnoten, Einkommen	
<b>Latente Variable</b>	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.

## 5.9 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.

Table 5.6: Beispiele

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

Untersuchen Sie doch  
einfach noch Bedingung  
Y und Z. Das sollte kein  
Problem sein, oder?



Muss abhängige  
Variablen messen

Abhängigkeits-  
verhältnis

Denkt sich  
unabhängige  
Variablen aus

# 6 Das Experiment

## 6.1 Was ist ein Experiment?

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

## Definition

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?

## 6.2 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)



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

## 6.3



Wie sähe das Experiment in einem between-subject Design aus?

## 6.4 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

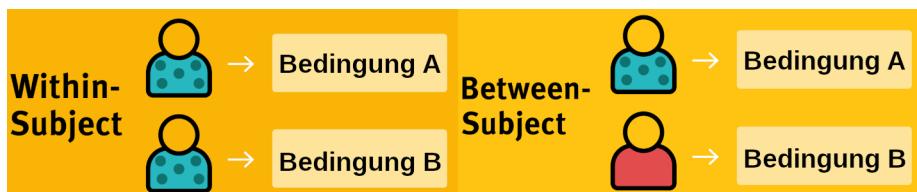


Figure 6.1: Bildnachweis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.nngroup.com>

## 6.5 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 bezeichneter 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 einer 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 er hier Erwähnung finden muss.

## 6.6 Beispiel between-subject Design: das Asch-Experiment

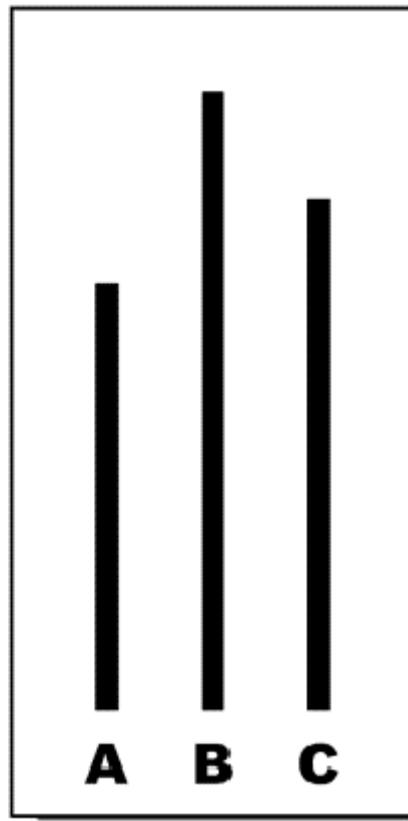
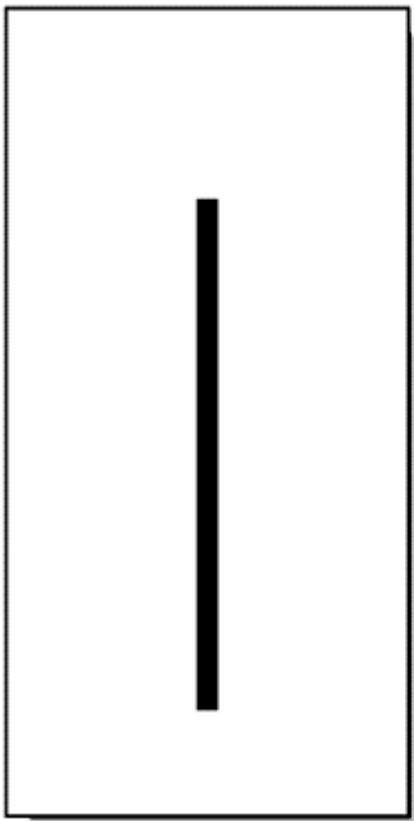
- Konstrukt: gruppenkonformes Verhalten
- Experiment: die Versuchsperson (VP) musste auswählen, welche von drei Vergleichslinien dieselbe Länge wie eine Referenzlinie hat. Außer der VP waren noch weitere vorgebliebene VPen anwesend (in Wirklichkeit Vertraute der Experimentalleitung – die "Konfidenten").
  - **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:

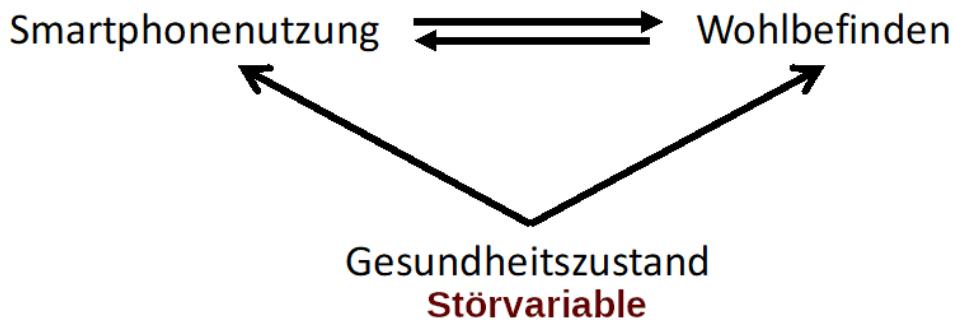
Fehlerrate Experimentalgruppe – Fehlerrate Kontrollgruppe



## 6.7 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!

(\*)Angenommen wird hier ein “echtes Experiment”, d.h. mit randomisierter Zuordnung einer Stichprobe zu Experimentalbedingungen (das sog. **randomisiert-kontrollierte Experiment**)

## 6.8

Ok, Task Force, zurück zur ersten Hypothese:

**Hypothese 1:** Paradoxa wird durch eine virale Infektion verursacht. *Die Blutproben von Menschen mit Paradoxa sollten daher eine höhere Menge von Entzündungsmarkern aufweisen.*

Warum wäre zur Überprüfung dieser Hypothese ein echtes Experiment ethisch schwierig? Welche Probleme weist eine reine Beobachtungsstudie (Vergleich der Entzündungsmarker von Paradoxikern und Kontrollen) auf?

# 7 Darstellung von Daten

## 7.1 Darstellung kategorialer Daten: die Häufigkeitstabelle

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

Table 7.1: 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 %



Figure 7.1: Bildnachweis<sup>1</sup>

- **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)

<sup>1</sup> <https://www.holleew.com/>

## 7.2 Darstellung kategorialer Daten: die Häufigkeitstabelle

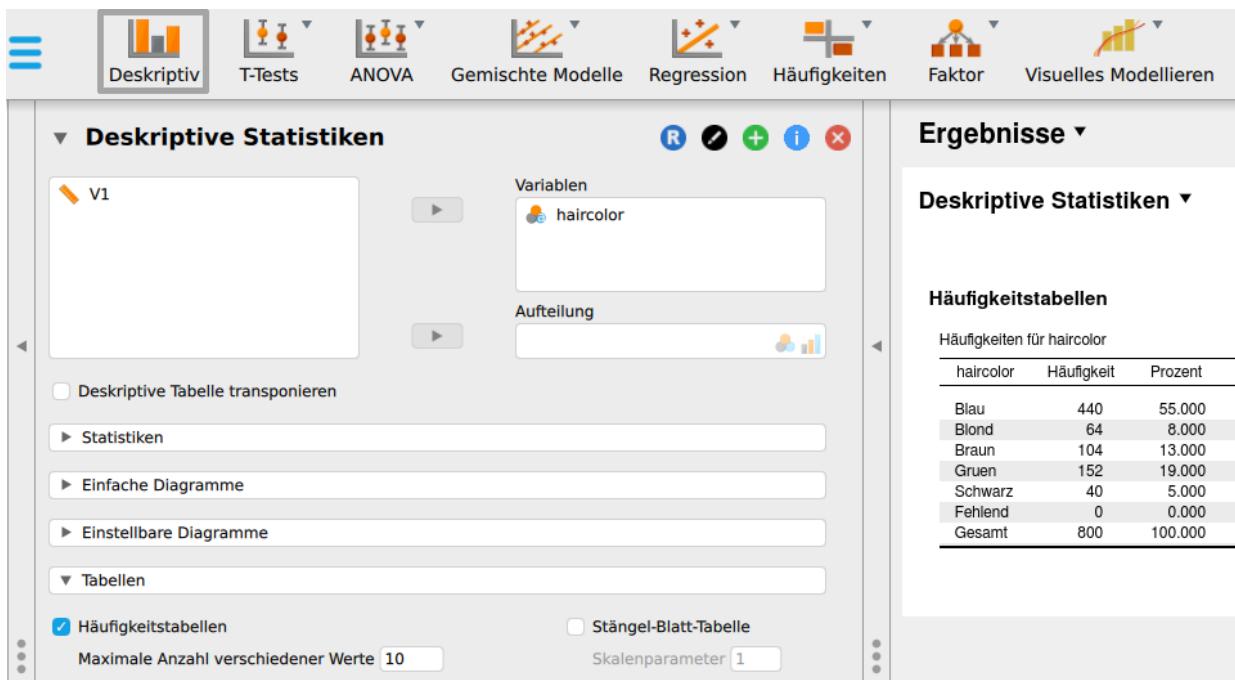
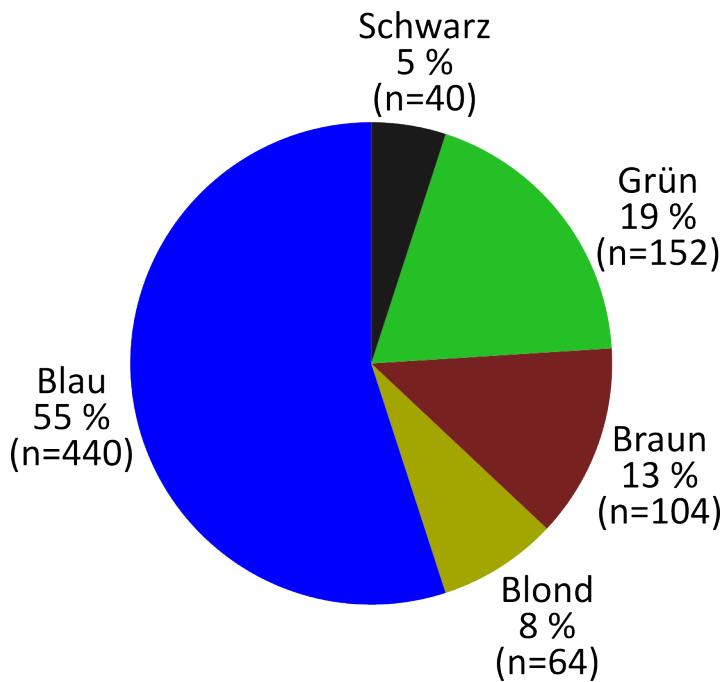


Figure 7.2: Darstellung von Häufigkeitstabellen in JASP

## 7.3 Darstellung kategorialer Daten: Kreisdiagramme

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



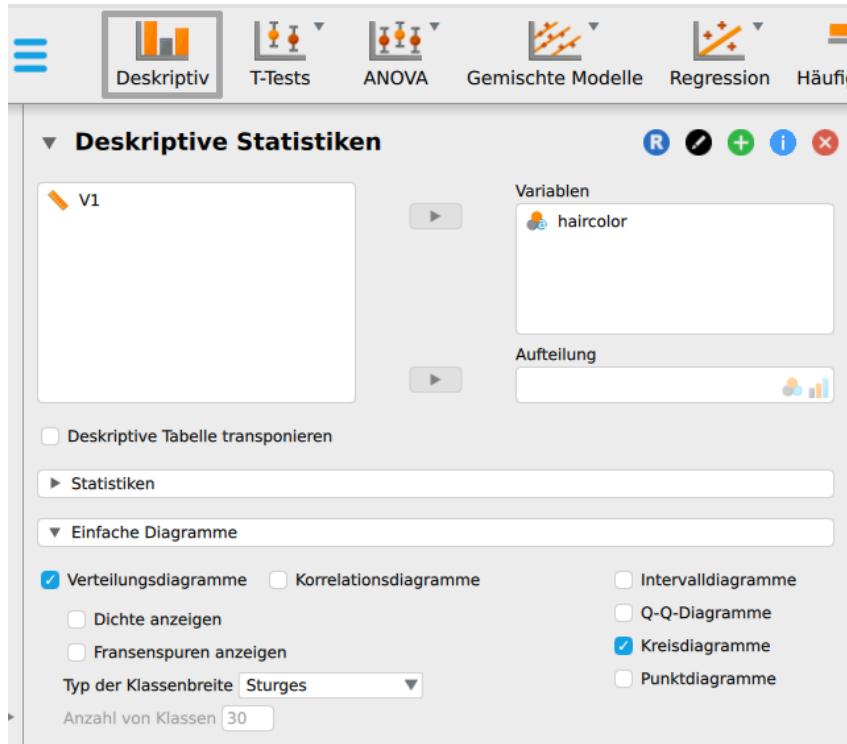


Figure 7.3: Kreisdiagramm in JASP

## 7.4 Darstellung kategorialer Daten: Häufigkeitsdiagramm

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

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

fontsize = 12
order = ['Schwarz', 'Blond', 'Braun', 'Gruen', 'Blau']

df = pd.read_csv('data/haircolor_raw.csv')
count0 = df[df.group == 0].groupby('haircolor').id.count().reindex(order)
count1 = df[df.group == 1].groupby('haircolor').id.count().reindex(order)
plt.barh(np.arange(0, 12.5, 2.5), count0.values, label='Paradoxa')
plt.barh(np.arange(1, 13.5, 2.5), count1.values, label='Kontroll')
plt.xticks(fontsize=fontsize)
plt.yticks(np.arange(0.5, 12.5, 2.5), count0.index, fontsize=fontsize)
plt.xlabel('Anzahl', fontsize=fontsize)
plt.legend(fontsize=fontsize)
plt.show()

```

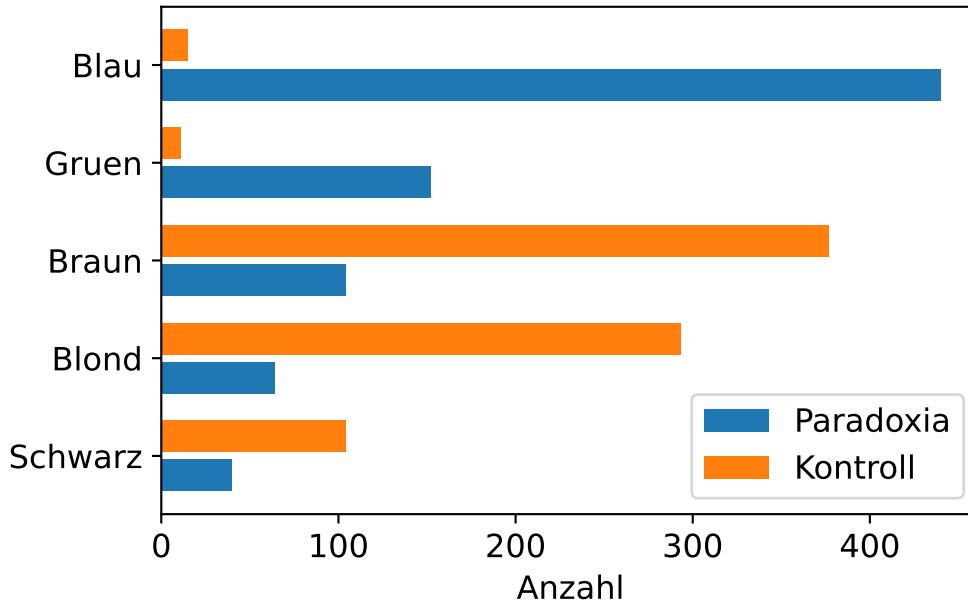


Figure 7.4: Verteilung der Haarfarbe bei Paradoxikern und Kontrollen in Form eines Häufigkeitsdiagramms. Die Form der Darstellung wird auch als Balken- oder Säulendiagramm bezeichnet.

## 7.5 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:

```
setup:
  - element: "#image1"
    modifier: attr
    parameters:
      - class: fragment
        data-fragment-index: "3"
  - element: "#binsize_text"
    modifier: attr
    parameters:
      - class: fragment
        data-fragment-index: "4"
  - element: "#binsize_bracket"
    modifier: attr
    parameters:
      - class: fragment
        data-fragment-index: "4"
  - element: "#totalbg"
    modifier: attr
```

```

parameters:
  - class: fragment
    data-fragment-index: "5"
- element: "#total"
  modifier: attr
  parameters:
    - class: fragment
      data-fragment-index: "5"

```

## 7.6

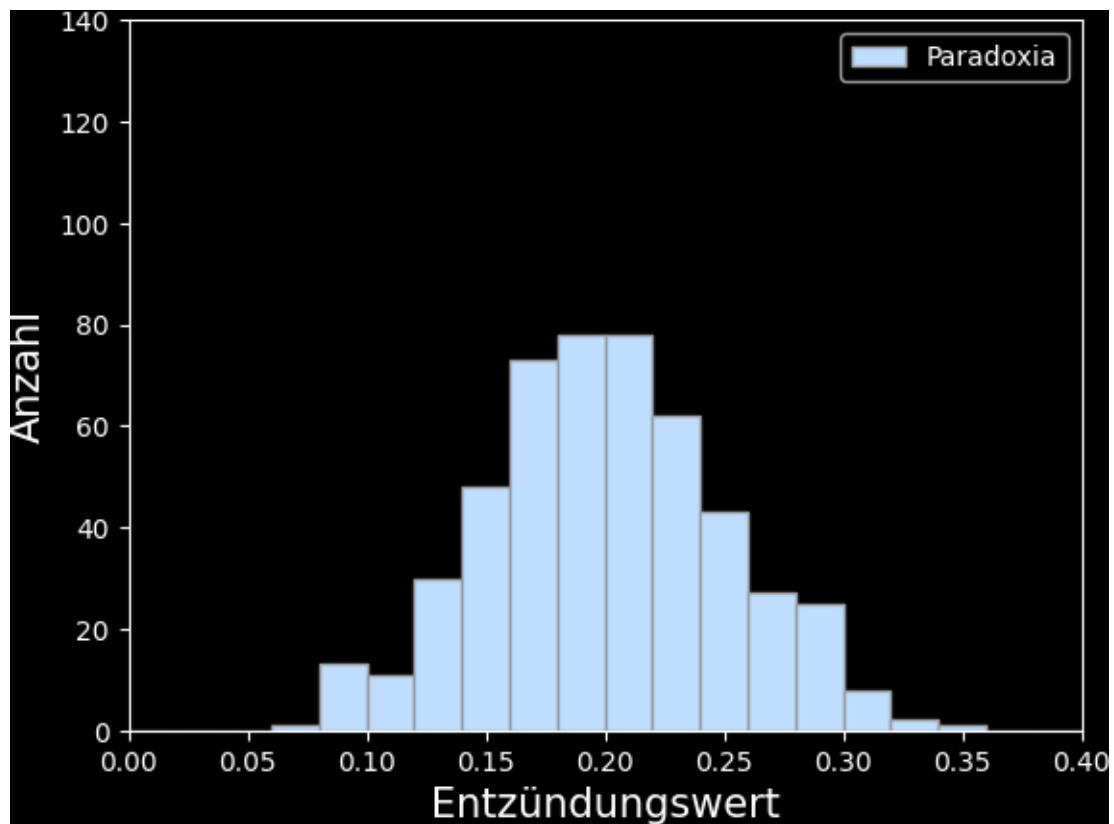
Die Daten der ersten Beobachtungsstudie zu Paradoxia sind frisch eingetroffen!

Table 7.2: Table 1. Results.

id	group	inflammatory value (0-1)
1	control	0.12
2	control	0.03
...	...	...
500	control	0.19
501	paradoxia	0.28
502	paradoxia	0.15
...	...	...
1000	paradoxia	0.19

## 7.7

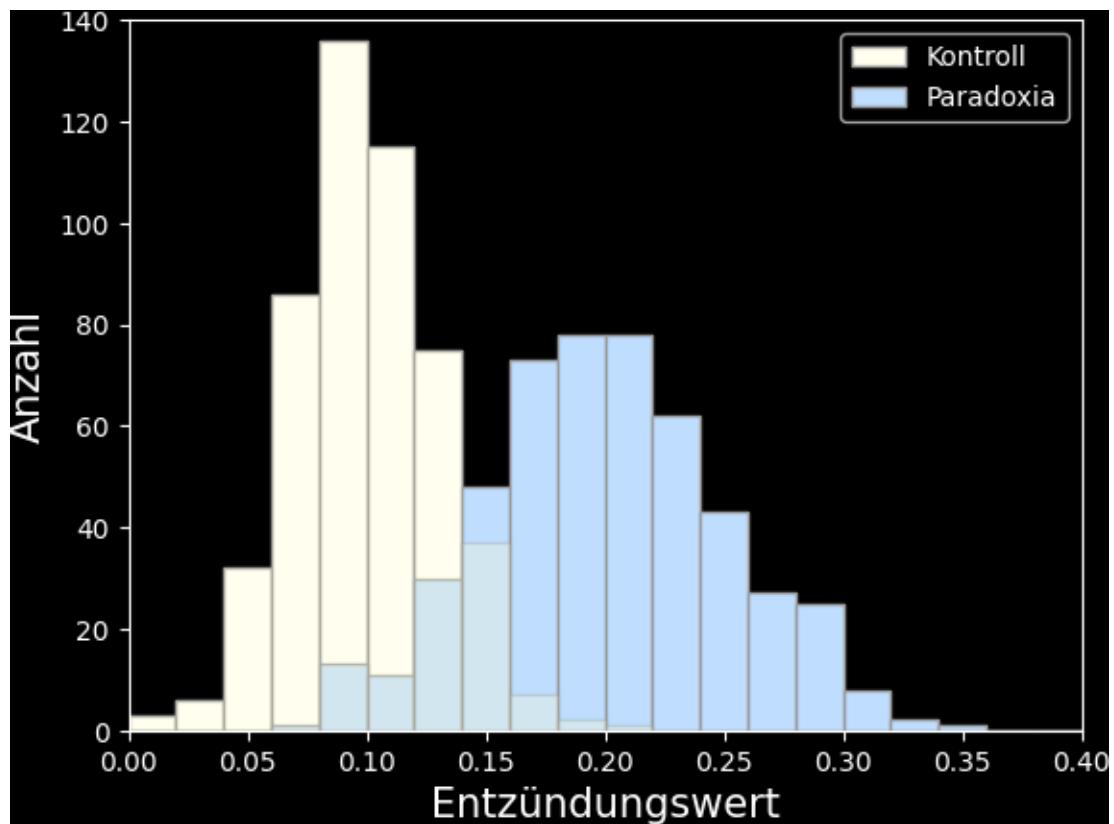
Hier ist das Histogramm der Entzündungswerte der Paradoxiker:



Was ist die Intervallgröße? Überschlagen Sie: passt das Histogramm zur angegebenen Stichprobe von N=500 Paradoxiern? Was schätzen Sie ist der Mittelwert der Entzündungsmarker?

## 7.8

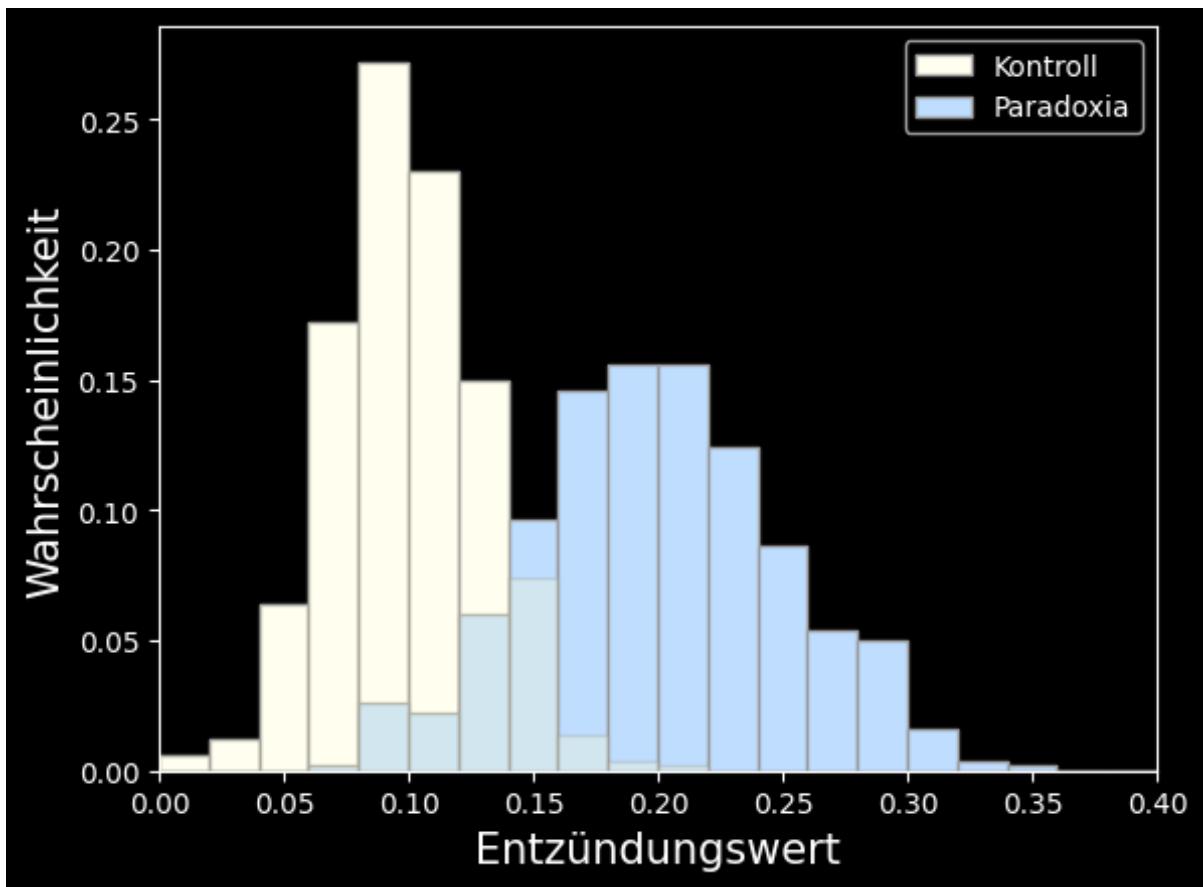
Und hier der Vergleich mit der Kontrollgruppe:



Diese erste Studie erbringt also tatsächlich Evidenz für einen erhöhten Entzündungswert bei Paradoxikern, und favorisiert damit die Hypothese 1 der Task Force!

## 7.9

Statt der Anzahl (absolute Häufigkeit) kann auch die Wahrscheinlichkeit (relative Häufigkeit) dargestellt werden:



Jeder Wert in dieser Abbildung gibt also die Wahrscheinlichkeit an, dass ein Entzündungswert im Intervall des jeweiligen Balkens liegt.

Während sich die Balken eines Histogramms mit absoluter Häufigkeit (Anzahl) zur Stichprobengröße aufaddieren, addieren sie sich beim Histogramm mit relativer Häufigkeit (Wahrscheinlichkeit) zu 1!

## 7.10 Grundgesamtheit und Stichprobe

- **Grundgesamtheit** (auch **Population**) 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 Grundgesamtheit zu untersuchen (Vollerhebung) – wir müssen daher eine **Stichprobe** ziehen.
- Die Annahme ist, dass die Stichprobe ein möglichst **repräsentatives Abbild der Grundgesamtheit** ist und sich Ergebnisse in der Stichprobe auf die Grundgesamtheit übertragen lassen.

## 7.11 Zufallsvariable

- Eine **Zufallsvariable** ist eine Variable, die zu einem gewissen Grad vom Zufall (oder uns zufällig erscheinenden Faktoren) abhängt.

<sup>2</sup> <https://datatab.de/t>

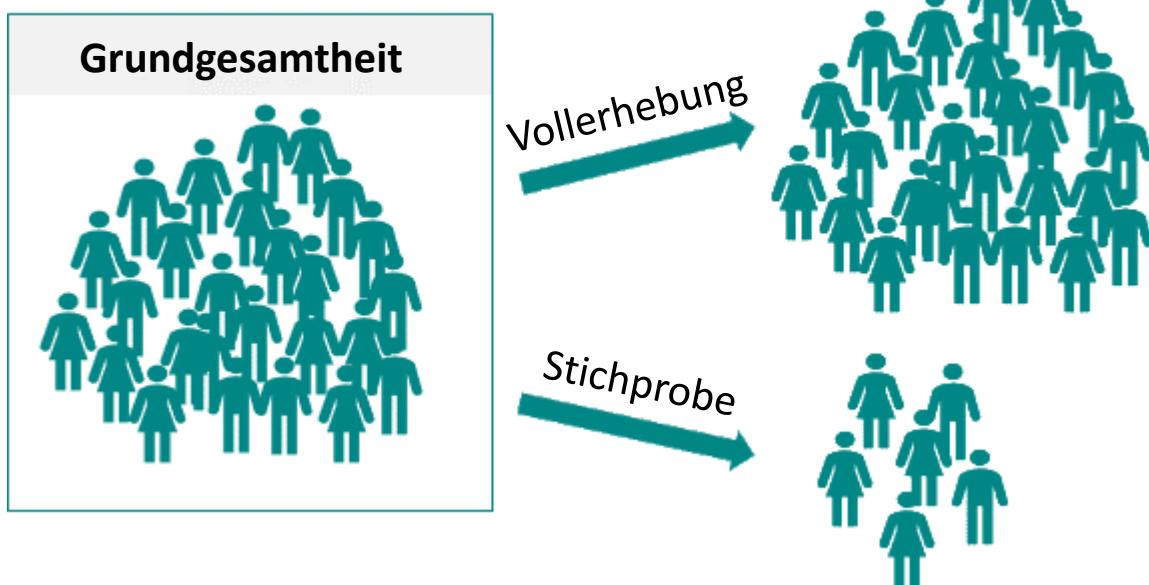


Figure 7.5: Bildnachweis<sup>2</sup>

- 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 Grundgesamtheit
- 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  $\frac{1}{6}$  ist.

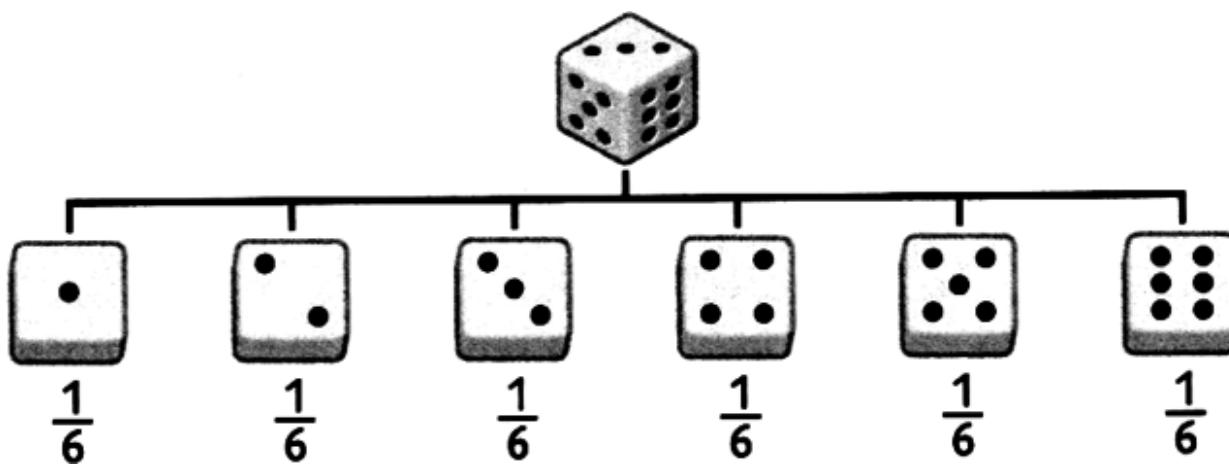


Figure 7.6: Bildnachweis<sup>3</sup>

<sup>2</sup> https://www.studienkreis.de/studium/soziologie/soziologie-fuer-dummies/

<sup>3</sup> https://www.studienkreis.de/studium/soziologie/soziologie-fuer-dummies/

## 7.12 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 Grundgesamtheit 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.
- Der Vektor  $\mathbf{x}$  (beachte die Fettschrift) bezeichnet die Gesamtheit der Beobachtungen  $x_1 \dots x_N$

Table 7.3: Beispiel: die Zufallsvariable  $X$  bezeichnet in der Tabelle den in einer Stichprobe gemessenen Intelligenzquotienten

	$X$
$x_1$	99
$x_2$	112
$x_3$	104
...	...

# **References**