



# Einführung in die Forschungsmethoden der Psychologie

BSc Philosophie-Neurowissenschaften-Kognition WiSe 23/24

BSc Psychologie WiSe 23/24

Prof. Dr. Dirk Ostwald

(1) Wissenschaft

# Consciousness theory slammed as ‘pseudoscience’ – sparking uproar

Researchers publicly call out theory that they say is not well supported by science, but that gets undue attention.

New Results

Follow this preprint

Previous

Next

## An adversarial collaboration to critically evaluate theories of consciousness

Cognitive Consortium, Oscar Ferrarese, Urszula Goska-Klimowicz, Simon Helm, Ilana Hirschhorn, Aya Khalaf, Alex Lickorowicz, Long Lu, David Linden, Yaeli Meiri, Nicolaas B. B. van Veen, Tara Swann, Prasenjit Sengul, Marcio Amador, Katarina Benzel, Tara Ghafar, Dorothy Heston, Jay Jeschke, Csaba Körmöczi, David R. Mazur, Stephanie Montenegro, Ala Soedel, Abdelrahman Shorouk, Shuang Yang, Sylvain Baillet, David J. Chalmers, Radosław M. Cichy, Francis Fallon, Theodoris I. Panagiotaropoulos, Hal Blumenfeld, Floris P. de Lange, Sacha Devore, Ole Jensen, Gabriel Kreiner, Huan Luo, Melanie Boly, Stanislas Dehaene, Christof Koch, Giulio Tononi, Michael Pitts, Lud Mukic, Lucia Melloni  
doi: <https://doi.org/10.1101/2023.09.23.546240>

This article is a preprint and has not been certified by peer review (what does this mean?)

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12

Posted June 30, 2023

- Download PDF
- Print/Save Options
- Supplementary Material
- Data/Code
- Revision Summary

- Email
- Share
- Custom Tools
- Alerts/Abstract

View

COVID-19 SARS-CoV-2 preprints from medRxiv and bioRxiv

The screenshot shows a bioRxiv preprint page. The title is "The Integrated Information Theory of Consciousness as Pseudoscience". The authors listed are Steven M. Parnagel, Greg D. Appel, Viktor A. Soulez, and Joseph LeDoux. The page includes a bioRxiv logo, a title bar, and a main content area with text and a download button.

The screenshot shows the Oxford Academic journal page for "Neuroscience of CONSCIOUSNESS". The page features the journal title, volume information (Volume 2017, Issue 1, 2017), and a featured article titled "Computing integrated information" by Stephan Koch and Dirk Ostwald. The page includes navigation links for Journals, Books, Issues, Submit, Alerts, and About.

---

Wissenschaft

Theorien, Hypothesen, Experimente

Variablen und Operationalisierung

Selbstkontrollfragen

---

## **Wissenschaft**

Theorien, Hypothesen, Experimente

Variablen und Operationalisierung

Selbstkontrollfragen

## Wissenschaft

Wissenschaft bezeichnet den methodischen Prozess intersubjektiv nachvollziehbaren Forschens und Erkennens in einem bestimmten Bereich, der nach herkömmlichem Verständnis ein begründetes, geordnetes und gesichertes Wissen hervorbringt.

Wissenschaft kennzeichnet entsprechend das gesicherte und in einen rationalen Begründungszusammenhang gestellte Wissen, welches kommunizierbar und überprüfbar ist sowie bestimmten wissenschaftlichen Kriterien folgt.

Wissenschaft bezeichnet somit ein zusammenhängendes System von Aussagen, Theorien und Verfahrensweisen, das strengen Prüfungen der Geltung unterzogen wurde und mit dem Anspruch objektiver, überpersönlicher Gültigkeit verbunden ist.

*Carrier, M. (2011) Lexikon der Philosophie, Reclam, Stuttgart, S. 312*

## Naturwissenschaften | Science

- Empirische Erforschung der Natur mit dem Ziel, Regelmäßigkeiten zu erkennen
- Quantitatives Beobachten, messen, analysieren des Verhaltens der Natur
- Grundlage zur Nutzbarmachung der Natur in den Ingenieursdisziplinen
- Physik, Chemie, Biologie, Medizin, **Psychologie**, Geologie, etc.

## Geisteswissenschaften | Humanities

- Analytische Erforschung menschlicher Kultur
- Qualitative Sinnsuche, informelle Kritik, Spekulation
- Philosophie, Theologie, Geschichtswissenschaft, Literaturwissenschaft, etc.
- Naturwissenschaftliche Theoriebildung

## Formalwissenschaften | Formal Sciences

- Analyse formaler Systeme
- Sprachwerkzeuge
- Mathematik, Logik, theoretische Informatik, Rechtswissenschaft, etc.
- Naturwissenschaftliche Theoriebildung

## Prinzipien der Erkenntnisgewinnung

### Prinzip der Intuition

- Unmittelbare Eingebung
- Ökonomisch, aber risikobehaftet

### Prinzip der Autorität

- Übernahme von Erkenntnissen von Autoritäten (Expert:innen)
- Ökonomisch, aber risikobehaftet

### Prinzip der Vernunft

- Erkenntnisgewinn in der Theorie nach formalen Regeln
- Intersubjektiv, aber modellbasiert

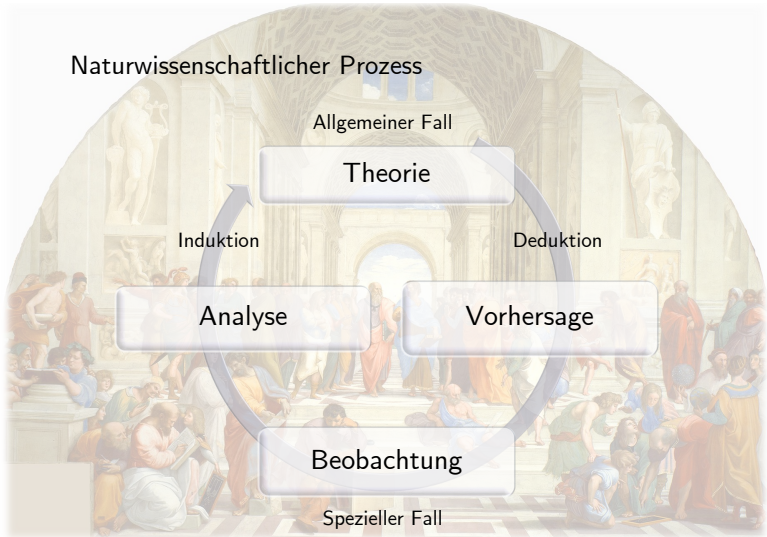
### Prinzip der Erfahrung

- Beobachtung und Experiment
- Intersubjektiv, aber *per se* unstrukturiert

*“Theorie ohne Erfahrung ist lediglich intellektuelles Spiel, Erfahrung ohne Theorie ist blind.”*

*nach Immanuel Kant (vielleicht)*

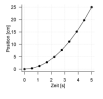






$$\ddot{x}(t) = \frac{F}{m}, F = -mg$$

„Häufig wiederholten wir den einzelnen Versuch zur genaueren Ermittlung der Zeit und fanden gar keine Unterschiede, auch nicht einmal von einem Zehntel eines Pulsschlages. Darauf ließen wir die Kugel nur durch ein Viertel der Strecke laufen und fanden stets genau die halbe Fallzeit gegen früher. ... bei wohl hundertfacher Wiederholung fanden wir stets, dass die Strecken sich verhielten wie die Quadrate der Zeiten“



$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} t^2$$



## Beispiel für die Deduktion von Vorhersagen aus einer Theorie

Die Newtonsche Gravitationstheorie für den freien Fall im Vakuum in Erdnähe besagt

$$F = m\ddot{x}(t), \quad (1)$$

wobei  $F := -mg$  die Gravitationskraft,  $m$  die Masse des fallenden Objektes,  $x : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, t \mapsto x(t)$  die Ortsfunktion des Objektes und  $g := 9.81 \text{ m/s}^2$  die Erdbeschleunigung bezeichnen sollen. Will man basierend auf dieser Theorie die Position des Objektes  $x(t)$  zu einem Zeitpunkt  $t$  bestimmen, so überlegt man sich zunächst, dass die Theorie offenbar besagt, dass

$$F = m\ddot{x}(t) \Leftrightarrow -mg = m\ddot{x}(t) \Leftrightarrow -g = \ddot{x}(t). \quad (2)$$

Eine Ortsfunktion, die die obige Differentialgleichung zweiter Ordnung erfüllt ist beispielsweise

$$x : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, t \mapsto x(t) := x_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ mit } x_0, v_0 \in \mathbb{R}, \quad (3)$$

da zweimaliges Ableiten von  $x$  nach  $t$  ergibt, dass

$$\ddot{x}(t) = \frac{d^2}{dt^2} x(t) = \frac{d}{dt} \left( \frac{d}{dt} \left( x_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \right) \right) = \frac{d}{dt} (v_0 - g t) = -g. \quad (4)$$

Hat man also zum Beispiel für  $t = 0 \text{ s}$  den Fall einer Anfangsposition  $x_0 = 10 \text{ m}$  und einer Anfangsgeschwindigkeit  $v_0 := 0 \text{ m/s}$  vorliegen, so ergibt sich aus der Theorie der klassischen Mechanik die Vorhersage

$$x(1) = 10 + 0 \cdot 1 - \frac{1}{2} \cdot 9.81 \cdot 1^2 = 10 - 4.90 = 5.10 \quad (5)$$

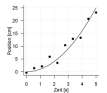
für die Höhe des Objektes in m nach  $t = 1 \text{ s}$  freier Fall. Man beachte allerdings, dass die klassische Mechanik zum Beispiel die Periheldrehung der Planetenumlaufbahnen nicht vollständig erklärt. Eine bessere Theorie in dieser Hinsicht ist die Gravitationstheorie der allgemeinen Relativitätstheorie.

## Probabilistische Datenanalyse



$$\ddot{x}(t) = \frac{F}{m}, F = -mg$$

„Häufig wiederholten wir den einzelnen Versuch zur genaueren Ermittlung der Zeit und fanden gar keine Unterschiede, auch nicht einmal von einem Zehntel eines Pulsschlages. Darauf ließen wir die Kugel nur durch ein Viertel der Strecke laufen und fanden stets genau die halbe Fallzeit gegen früher. ... bei wohl hundertfacher Wiederholung fanden wir stets, dass die Strecken sich verhielten wie die Quadrate der Zeiten“



$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} t^2 + \varepsilon(t)$$
$$\varepsilon(t) \sim N(0, \sigma^2)$$



---

Wissenschaft

**Theorien, Hypothesen, Experimente**

Variablen und Operationalisierung

Selbstkontrollfragen

## Theorien

“Eine Theorie ist ein Erklärungsmodell, das auf bestimmten Prinzipien basiert. Eine Theorie stellt Einzelbeobachtungen in einen Zusammenhang. Mithilfe einer Theorie können Verhaltensweisen oder Ereignisse in ein System gebracht und Vorhersagen abgeleitet werden.”

Myers (2010)

“Eine Theorie ist eine geordnete Menge von Konzepten oder Aussagen, die ein Phänomen oder eine Gruppe von Phänomenen erklärt.”

Gerrig et al. (2020)

“Eine Theorie ist ein System von Definitionen, Annahmen und Schlussfolgerungen, welches einen Ordnungs- und Erklärungsversuch für ein oder mehrere Phänomene darstellt.”

Reiß and Sarris (2012)

“Eine Theorie ist ein System von intuitiv-verbal und mathematisch formulierten Definitionen und Theoremen, die elementare Grundannahmen zu Erklärung eines Phänomens der Wirklichkeit darstellen, das die Herleitung quantitativer, informatisch-implementierbarer Vorhersagen über beobachtbare Daten des Phänomens ermöglicht.”

Ostwald (2023)

## Theorien und Modelle

Psycholog:innen unterscheiden manchmal zwischen den Begriffen “Theorie” und “Modell”

- “Nicht selten sind Modelle Bestandteile von Theorien”
- “Die allgemeinen theoretischen Prinzipien sind dann durch ein Modell repräsentiert”
- “Man unterscheidet Mathematische Modelle, Computermodelle, ...”

(vgl. Reiß and Sarris (2012), S. 34 - 37)

Psycholog:innen denken scheinbar, dass es Theorien auch ohne Modelle gibt.

Vielen Psycholog:innen fehlt Erfahrung mit mathematisch-informatischer Modellbildung.

⇒ Eine Unterscheidung zwischen Theorie und Modell ist nicht zielführend.

⇒ Mathematische und informatische Modellbildung ist für naturwissenschaftliche Arbeit notwendig.

**Modell = Theorie und Theorie = Modell**

## Hypothesen

“Eine Hypothese ist eine überprüfbare Vorhersage, die aus einer Theorie abgeleitet wird.”

Myers (2010)

“Eine Hypothese ist eine vorläufige und prüfbare Erklärung der Beziehung zwischen zwei oder mehreren Ereignissen oder Variablen; oft als Vorhersage formuliert, dass bestimmte Ereignisse aufgrund spezifischer Bedingungen eintreten werden.

(gerrig20?)

“Eine Hypothese ist eine experimentell zu prüfende Tatsachenbehauptung bzw. präzise Angabe über die Art der erwarteten Abhängigkeitsbeziehung. Sie enthält die exakte Festlegung der variierten Bedingungen und der erwarteten Veränderungen, d.h. eine möglichst präzise Aussage (Vorhersage) über die empirische Beziehung zwischen Ereignissen”

Reiß and Sarris (2012)



## Hypothese und Statistische Hypothese

Psycholog:innen verwechseln oft die Begriffe “Hypothese” und “Statistische Hypothese”.

⇒ Der Begriff “Hypothese” und der Begriff der “Statistischen Hypothese” sind nicht gleich.

- “Hypothese” meint hier zunächst etwas wie “aus der Theorie abgeleitete Datenvorhersage”.
- Eine “Statistische Hypothese” (Nullhypothese, Alternativhypothese) ist eine Aussage über die Lage des wahren, aber unbekanntem, Parameters im Parameterraum eines statistischen Modells.

Hypothesen können manchmal als Statistische Hypothesen formuliert werden.

⇒ Hypothesen müssen nicht als Statistische Hypothesen formuliert werden.

⇒ Es gibt mehr datenanalytische Verfahren als Frequentistisches Hypothesentesten.

Die Annahme oder Ablehnung von Statistischen Hypothesen sind Quantifizierungen von Unsicherheit, keine abschließenden binären Urteile. Keine Hypothese wird sich jemals als absolut “falsch” oder absolut “richtig” erweisen.

## Probabilistische Datenvorhersage statt Hypothese

Der von Psycholog:innen propagierte Hypothesenfetisch ist problematisch:

- Verwechslung von Hypothesen und Statistischen Hypothesen
- Abwertung wichtiger naturwissenschaftlicher Beiträge wie zum Beispiel
  - (Mathematische) Modellentwicklung und (analytische/simulierende) Modellvalidation
  - Datenerhebung, Datenaufbereitung, Datenbereitstellung
  - Exploratorisch-charakterisierende Forschungsprojekte

Der Hypothesenfetisch hat die Qualität (psychologischer) Forschung gemindert:

- p-Hacking: Datenselektion bis zum Ablehnen der (statistischen) Nullhypothese
- HARKING: Hypothesizing After Results are Known (Pseudohypothesen)

Entscheidend für das naturwissenschaftliche Paradigma ist es, dass aus Theorien quantitative Vorhersagen beobachtbarer Daten abgeleitet werden, deren explanatorische Unsicherheit probabilistisch quantifiziert werden kann und die Theorievergleiche ermöglicht.

⇒ An die Stelle des “Hypothesentestens” sollte das “Theorievergleichen” treten.

## Experimente

“Ein Experiment ist eine Untersuchung, bei welcher Untersuchungsleitende aktiv und gezielt eine Intervention durchführen, um die Effekte der Intervention zu beobachten”

Shadish, Cook, and Campbell (2001)

“Ein Experiment ist eine empirische Untersuchung, bei der gezielt bestimmte Bedingungen (Stufen der *unabhängigen Variable*) hergestellt werden und in ihren Auswirkungen auf ausgewählte *abhängige Variablen* beobachtet werden”.

Döring and Bortz (2016)

“Ein Experiment ist ein systematischer Beobachtungsvorgang, aufgrund dessen der Versuchsleiter (sic) das jeweils interessierende Phänomen planmäßig erzeugt und variiert sowie gleichzeitig systematische und/oder unsystematische Störfaktoren durch hierfür geeignete Techniken kontrolliert”

Reiß and Sarris (2012)

## Experimente vs. Quasiexperimente vs. Korrelationsstudien

### Experiment

- Randomisierte kontrollierte Studie
- Die Untersuchungseinheiten werden den Versuchsbedingungen zufällig zugeordnet
- Beispiel: Online Psychotherapie vs. Klassische Psychotherapie bei Depression

### Quasiexperiment

- Nicht-randomisierte kontrollierte Studie
- Untersuchung natürlich bzw. bereits bestehender Gruppen
- Beispiel: Online Psychotherapie bei Depression vs. Schizophrenie

### Korrelationsstudie

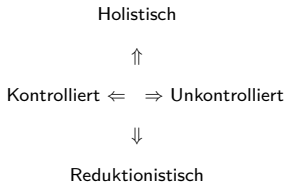
- Nicht-randomisierte, nicht kontrollierte Studie
- Beobachtungsstudie ohne Intervention
- Beispiel: Analyse von Paneldaten

## Datenerhebung statt Experiment

Der von (Experimental)Psycholog:innen propagierte Experimentenfetisch ist problematisch:

- Abwertung anderer wichtiger naturwissenschaftlicher Beiträge
- Fokus auf experimentelles Design anstatt integrierter Betrachtung von Design und Analyse
- Es gibt keinen prinzipiellen Unterschied zwischen “Hypothesentests” und “Korrelation”
- Experimentaldatenbesitzgier verhindert wissenschaftlichen Fortschritt

Datenerhebungen finden (mindestens) in einem zweidimensionalen Erhebungsraum statt



Entscheidend ist die kritische Evaluation der Lage einer Datenerhebung in diesem Kontinuum

Niemand sagt mehr “Experiment”, jeder sagt “Studie” heutzutage.

---

Wissenschaft

Theorien, Hypothesen, Experimente

**Variablen und Operationalisierung**

Selbstkontrollfragen

## Variable

Eine Variable ist etwas, das durch Veränderlichkeit charakterisiert ist.

## Konstrukt

Ein Konstrukt ist ein in der Theorie generierter Erklärungs-begriff, der sich nur indirekt und unter Zuhilfenahme operationaler Definitionen empirisch erfassen lässt.

## Operationalisieren

Operationalisieren bezeichnet den Prozess der Umsetzung eines Konstrukts in eine empirisch messbare Variable.

Reiß and Sarris (2012)

## Unabhängige Variable (UV)

Etwas, das in einer Studie systematisch variiert wird, um seine Auswirkung auf eine oder mehrere abhängige Variable(n) zu untersuchen.

## Abhängige Variable (AV)

Etwas, das in einer Studie erfasst wird, um zu überprüfen, wie sich systematisch variierte unabhängige Variablen auswirken

## Beispiele

- Einfluss von Alkoholkonsum (UV) auf Reaktionszeiten (AV)
- Einfluss des Erziehungsstils (UV) auf die Kreativität von Kindern (AV)
- Einfluss der Belohnungsanzahl (UV) auf die Leistungsmotivation (AV)
- Einfluss des Entscheidungskontext (UV) auf das Entscheidungsverhalten (AV)



## Diskrete Variablen

Diskrete (kategoriale) Variablen sind Variablen, die nur eine endliche Anzahl an verschiedenen Werten annehmen und meist durch ganze Zahlen repräsentiert sind.

## Kontinuierliche Variablen

Kontinuierliche Variablen sind Variablen, die unendlich viele Werte annehmen können und meist durch die reellen Zahlen repräsentiert sind.

## Einordnung einer Variable als diskret oder kontinuierlich ist eine Modellierungsannahme

|                 |                                                 |
|-----------------|-------------------------------------------------|
| Geschlecht      | m/w vs. m/w/d vs. Kontinuum                     |
| Alter           | Zeit als reelle Zahl vs. 20, 21, 22, ..., 100   |
| Reaktionszeiten | Zeit als reelle Zahl vs. floating point numbers |

## Anmerkungen

Die Begriffsdefinitionen UV und AV sind kontraintuitiv.

Variablentypen sollten nicht mit mathematischen Variablen verwechselt werden.

Alle Variablentypen können als Zufallsvariablen modelliert werden oder auch nicht.

Die Zuteilung messbarer Entitäten zu Variablentypen ist ein subjektiv-kreativer Prozess:

“One researcher's signal is another researcher's noise.”

---

Wissenschaft

Theorien, Hypothesen, Experimente

Variablen und Operationalisierung

**Selbstkontrollfragen**

# Selbstkontrollfragen

---

1. Diskutieren Sie die Begriffe Naturwissenschaft, Geisteswissenschaft und Formalwissenschaft.
2. Beschreiben Sie den naturwissenschaftlichen Prozess.
3. Geben Sie die Definition einer Theorie nach Reiß and Sarris (2012) wieder.
4. Geben Sie die Definition einer Theorie nach Ostwald (2023) wieder.
5. Geben Sie die Definition einer Hypothese nach Reiß and Sarris (2012) wieder.
6. Geben Sie die Definition eines Experiments nach Reiß and Sarris (2012) wieder.
7. Erläutern Sie die Begriffe Experiment, Quasiexperiment und Korrelationsstudie.
8. Definieren Sie die Begriffe Variable, Konstrukt, und Operationalisierung nach Reiß and Sarris (2012).
9. Definieren Sie die Begriffe Unabhängige Variable und Abhängige Variable.
10. Definieren Sie die Begriffe Diskrete Variable und Kontinuierliche Variable.

- Döring, Nicola, and Jürgen Bortz. 2016. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>.
- Gerrig, Richard J., Philip G. Zimbardo, Ralf Graf, and Richard J. Gerrig. 2020. *Psychologie*. 18., aktualis. Aufl., [Nachdr.]. ps psychologie. München: Pearson Studium.
- Myers, David G. 2010. *Psychology*. 9th ed. New York: Worth Publishers.
- Reiß, Siegbert, and Viktor Sarris. 2012. *Experimentelle Psychologie: von der Theorie zur Praxis*. Pearson Studium Psychologie. München: Pearson.
- Shadish, William R., Thomas D. Cook, and Donald T. Campbell. 2001. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Boston: Houghton Mifflin.