

„Nur“ eine Theorie? –
Wie Naturwissenschaften
arbeiten (sollten)

Dr. rer. nat. Kay Paulus

Agenda

- Was ist ein naturwissenschaftliches Gesetz/Eine Theorie?
- Wie entstehen diese?
- Das Problem der Prognosefähigkeit
- Wann ist eine Theorie wahr?
- Cargo-Cult-Science
- Wie werden Theorien in der Praxis überprüft? Das Peer-Review-Verfahren.

Definition – Theorie (Wikipedia)

In der Wissenschaft bezeichnet **Theorie** abweichend ein System wissenschaftlich begründeter Aussagen, das dazu dient, Ausschnitte der Realität und die zugrundeliegenden Gesetzmäßigkeiten zu erklären und Prognosen über die Zukunft zu erstellen.

[...]

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird die Bezeichnung *Theorie* oftmals mit der unbewiesenen These gleichgesetzt.

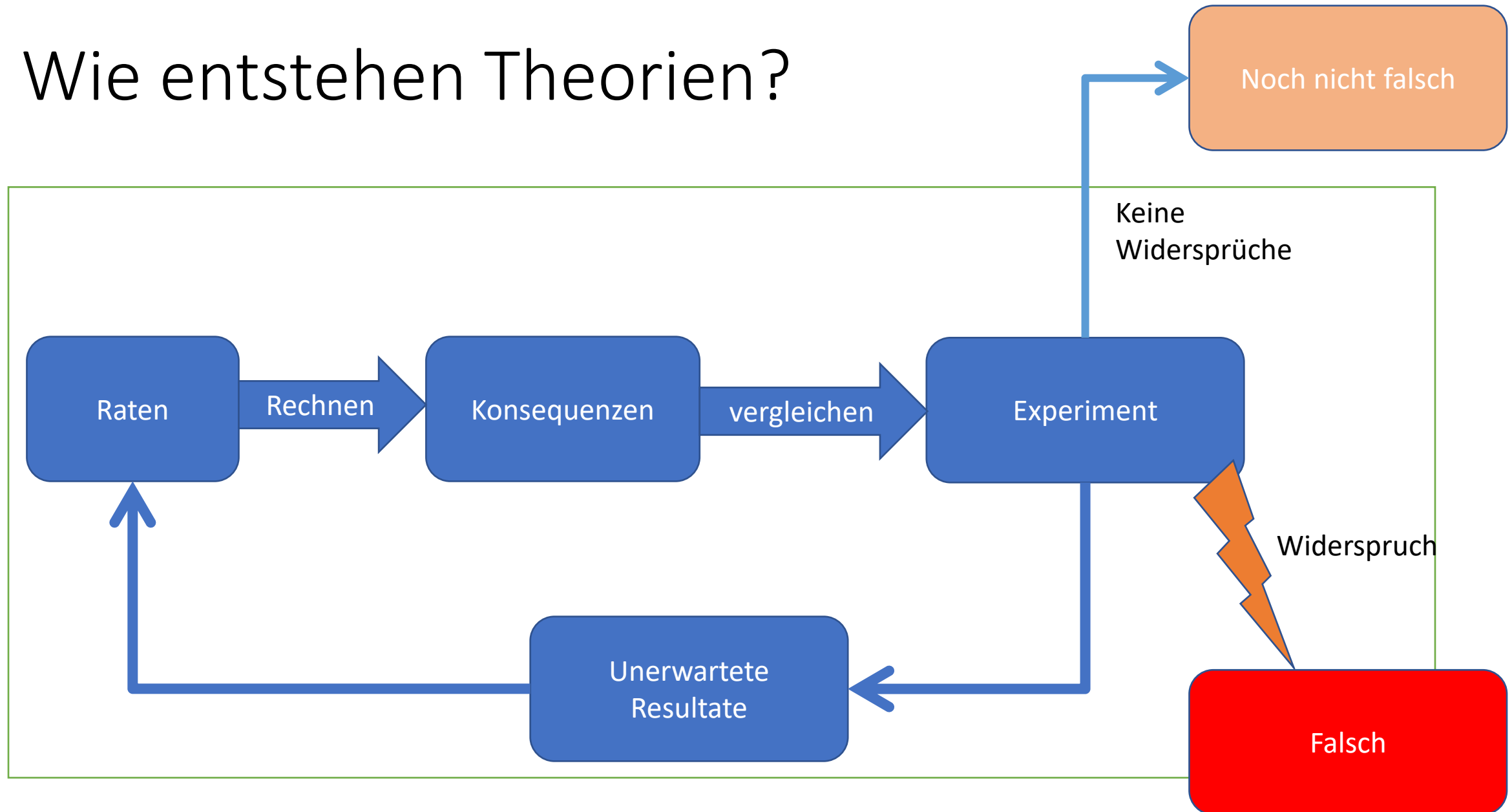
[...]

Jedes physikalische Gesetz ist Teil einer physikalischen Theorie, die einheitlich und widerspruchsfrei sein soll.

Wissenschaftliche Theorie ist also:

- Gut begründet und gründlich durchdacht
- Überprüfbar (!!!)
- Für jeden nachvollziehbar (im Prinzip)

Wie entstehen Theorien?



Das Problem der Prognosefähigkeit

- Eine (naturwissenschaftliche) Theorie muss hinreichend exakte Aussagen treffen, so dass sie auch überprüfbar und insbesondere falsifizierbar ist.
- Eine Theorie, die nur sehr vage Vorhersagen macht, ist nicht falsifizierbar. So arbeiten z.B. Verschwörungstheorien und Pseudowissenschaften
- „Ein Kind braucht genug Liebe, um glücklich aufzuwachsen“ ist keine wissenschaftliche Theorie. Eine Theorie wäre „Es braucht zwischen 6 und 8 Liebeseinheiten pro Woche“, um glücklich aufzuwachsen.

Wann ist eine Theorie wahr?

- **Einfache Antwort: nie!**
- Wenn eine Theorie durch Experiment widerlegt wurde, ist sie falsch!
- Wenn sie mit dem Experiment übereinstimmt, konnte sie noch nicht falsifiziert werden. Das kann sich aber jederzeit ändern!
- Bemerkung: Das ist ein fundamentaler Unterschied zwischen Naturwissenschaften und Mathematik!

Cargo Cult Science

- „Auf den Samoainseln haben die Einheimischen nicht begriffen, was es mit den Flugzeugen auf sich hat, die während des Krieges landeten und ihnen alle möglichen herrlichen Dinge brachten. Und jetzt huldigen sie einem Flugzeugkult. Sie legen künstliche Landebahnen an, neben denen sie Feuer entzünden, um die Signallichter nachzuahmen. Und in einer Holzhütte hockt so ein armer Eingeborener mit hölzernen Kopfhörern, aus denen Bambusstäbe ragen, die Antennen darstellen sollen, und dreht den Kopf hin und her. Auch Radartürme aus Holz haben sie und alles mögliche andere und hoffen, so die Flugzeuge anzulocken, die ihnen die schönen Dinge bringen. Sie machen alles richtig. Der Form nach einwandfrei. Alles sieht genau so aus wie damals. Aber es haut nicht hin. Nicht ein Flugzeug landet.“ (R. Feynman, 1974)

Was will Feynman uns sagen?

- Man kann formal alle „Regen“ wissenschaftlichen Arbeitens einhalten, wenn man seine Vorgehensweisen und Erkenntnisse nicht ständig selbst kritisch hinterfragt, kommt trotzdem Müll raus.
- Wichtige Eigenschaft eines Wissenschaftlers ist es also, sich jederzeit selbst kritisch zu hinterfragen und Kritik anzunehmen!
- Feynman nennt Didaktik und Pädagogik als Beispiele für Cargo-Kult-Wissenschaften.

Wie werden Theorien überprüft?

- Artikel wird bei Fachzeitschrift eingereicht
- Kollegen begutachten, prüfen, kritisieren
- In der Regel mehrere unabhängige Gutachter
- Autor kennt Gutachter nicht (Schwäche: Gutachter kennen idR den Autor!)
- Gutachter lehnen ab, fordern Überarbeitung oder (selten!) stimmen sofort der Veröffentlichung zu
- Artikel werden also erst nach Überprüfung durch andere Wissenschaftler gedruckt.
- Problem: Zitier-Ketten, Vetternwirtschaft möglich. Irrelevante Theorien halten sich selbst am Leben.