
Einführung in die Philosophie: Wissenschaftstheorie

**Kann man Theorien endültig verifizieren?
Kann man sie endgültig falsifizieren?**

Prof. Dr. Ulrich Gähde
13. November 2013

Karl Raimund Popper (1902 – 1994)

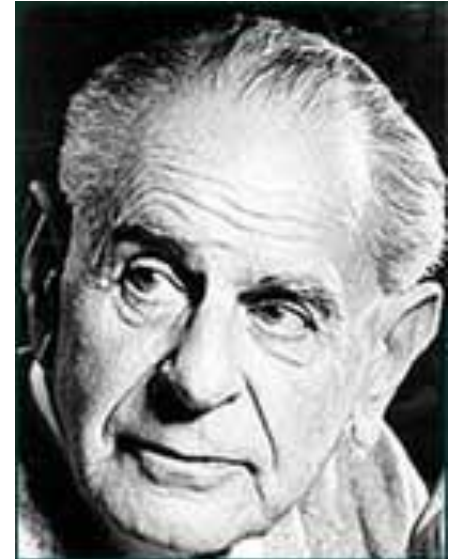
Hauptwerke:

Logik der Forschung (1935)

Die offene Gesellschaft und ihre Feinde (1945)

Vermutungen und Widerlegungen (1963)

Objektive Erkenntnis (1973)



Karl Poppers Bild empirischer Theorien

- **Empirische Theorien:** Sind in Poppers Sichtweise (unstrukturierte) Klassen von Gesetzen. Bei diesen Gesetzen handelt es sich um spezifische Allaussagen.
- **Überprüfung empirischer Theorien:** Die Gesetze, aus denen Theorien bestehen, werden mit singulären Beobachtungssätzen konfrontiert. Diese Beobachtungssätze werden von Popper nicht zur Theorie gerechnet. Sie stellen vielmehr die Überprüfungsinstanzen dar, an denen sich Theorien zu bewähren haben.

Karl Poppers Bild empirischer Theorien

- **Induktionsproblem:** Naturgesetze sind spezifische Allaussagen mit unendlich vielen Einsetzungsinstanzen. Diesen stehen stets nur endlich viele *de facto* durchgeführte Tests gegenüber.
- Wie kann man sich dennoch von der Wahrheit von Naturgesetzen überzeugen?
- Wie gelangt man von endlich vielen singulären Aussagen (Beobachtungssätzen) zu einer spezifischen Allaussage (Gesetz)?

Induktionsproblem: Poppers Antwort

Generelle These: Gar nicht. Das Induktionsproblem ist unlösbar.

Grund: Zur Lösung des Induktionsproblems wäre ein Induktionsprinzip erforderlich. Ein solches Prinzip kann aber nicht begründet werden.

Induktionsproblem: Poppers Antwort

- ❶ Auf Grund der Nicht-Kreativität der klassischen Logik gibt es keinen deduktiv-logischen Schluss, der dies leisten könnte, der insbesondere die Antizipation zukünftiger Ereignisse ermöglichen würde.
- ❷ Es ist nicht möglich, empirischen Gesetzen eine Hypothesenwahrscheinlichkeit (d.h. eine Wahrscheinlichkeit dafür, dass das betreffende Gesetz wahr ist) zuzuordnen, die durch endlich viele erfolgreiche Tests erhöht werden könnte.

Konsequenz: Es gibt keine induktive Logik.

Problem: Praktische Relevanz des Induktionsprinzips.

Heuristischer Status des Induktionsprinzips

- Im *Entdeckungskontext* fungiert das Induktionsprinzip als unverzichtbares heuristisches Hilfsmittel.
- Im *Rechtfertigungskontext* ist der Rückgriff auf das Induktionsprinzip hingegen unzulässig.

Poppers Konsequenzen

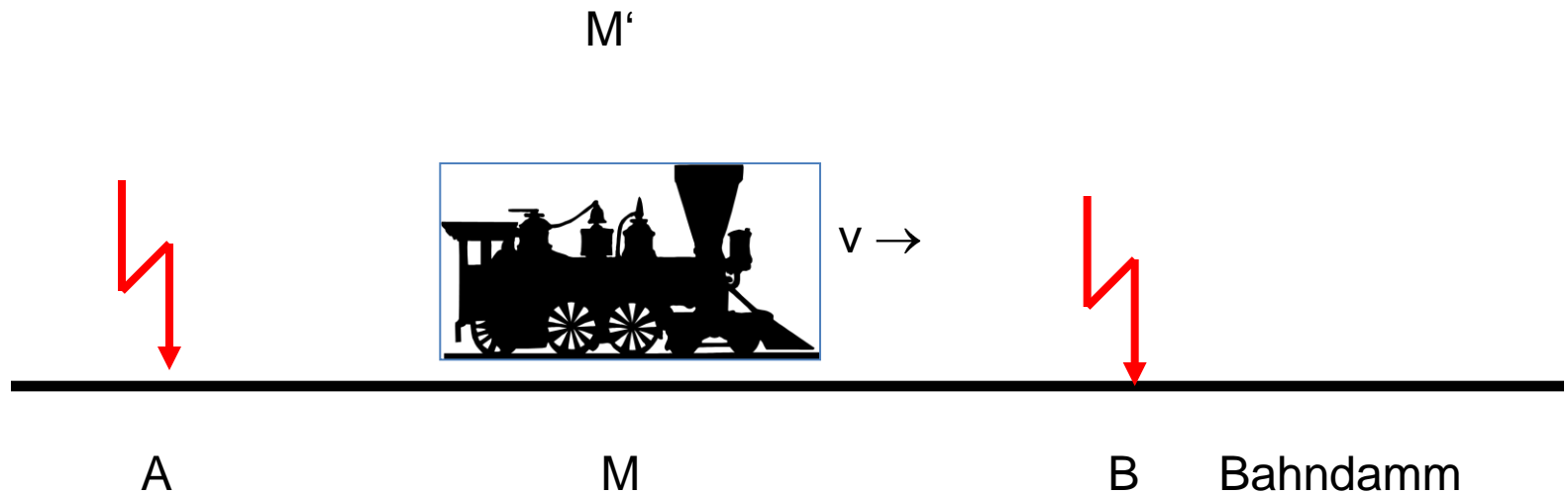
- Empirische Gesetze und Theorien können niemals verifiziert werden.
- Konsequenz: Die Verifikationstheorie der Bedeutung muss aufgegeben werden.

Verifikationstheorie der Bedeutung:

„Die Bedeutung einer Proposition ist die Methode ihrer Verifikation.“ (Moritz Schlick)

Hinweis: Hier geht es nur um die prinzipielle Möglichkeit der Verifikation

Einstein über Gleichzeitigkeit



Poppers Konsequenzen

- ② Theorien und Gesetze können jedoch endgültig falsifiziert werden.

$$\forall p, q \quad \forall t \left[f = G \cdot \frac{m(p) \cdot m(q)}{r(p, q, t)^2} \right]$$

Konsequenz: Fallibilität als Abgrenzungskriterium.

Übergang zum Falsifikationismus

Grundidee: Spezifische Allaussagen können zwar durch endlich viele singuläre Aussagen (Beobachtungssätze) niemals verifiziert, jedoch durch eine einzige singuläre Aussage falsifiziert werden.

Konsequenzen:

- ❶ Die Wissenschaftlichkeit einer Aussage zeigt sich nicht darin, dass sie verifizierbar, sondern darin, dass sie falsifizierbar ist.

Übergang: Verifikationismus → Falsifikationismus.

Übergang zum Falsifikationismus

- ② Alles Erfahrungswissen ist vorläufig: Wir wissen zwar häufig, dass eine empirische Theorie falsch ist. Wir wissen jedoch niemals endgültig, dass sie wahr ist.

- ③ Es gibt keine Logik, sondern nur eine Psychologie wissenschaftlicher Entdeckungen. Es gibt jedoch eine Logik von Geltungsansprüchen.

Normative Forderungen

- ④ Empirische Theorien und Hypothesen sind so zu formulieren, dass sie sich in möglichst kühner Weise Falsifikationsversuchen stellen.
 - Moderne physikalische Theorien sind Paradebeispiele dafür, wie diese Forderung erfüllt werden kann.
 - Astrologie, Psychoanalyse und marxistische Geschichtsphilosophie sind dagegen Beispiele für Theorien, die sie nicht erfüllen.

- ⑤ Zur relativen Bewertung von Theorien ist ein komparatives Konzept des Falsifizierbarkeitsgrades zu entwickeln.

Harte Tests: Fresnels Hypothese

Augustin Fresnel (1788-1827):

Ab 1814: Entwicklung einer mathematischen Wellentheorie des Lichts.

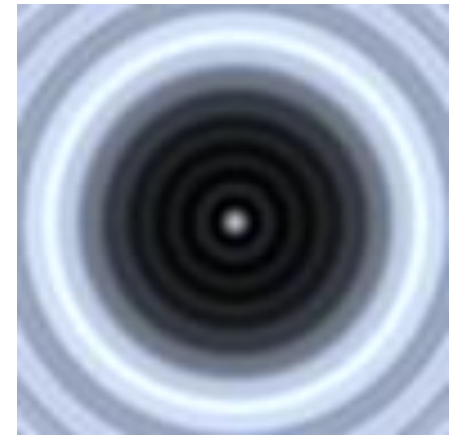
Anwendung auf Beugungsphänomene.

1819: Preis der Académie des Sciences für die beste Arbeit über die Beugung des Lichts.



Mitglieder des Komitees: u.a. Poisson, Biot und Laplace.

Harte Tests: Fresnels Hypothese



Politische Bedeutung

- Ablehnung jeder Ideologie.
- Statt dessen: *piecemeal engineering*.

Popper: Zwei Teilbehauptungen

- **Erste Teilbehauptung:** Verifikation von Theorien ist unmöglich.
- **Zweite Teilbehauptung:** Endgültige Falsifikation von Theorien ist möglich.

Einwände gegen Poppers Position

- ➔ **Einwand 1:** Vernachlässigung von Existenzaussagen
- **Einwand 2:** Rolle von Hilshypothesen

Einwand 1: Vernachlässigung von Existenzaussagen

Problem:

- In Poppers Bild empirischer Theorien werden nur spezifische Allaussagen, dagegen keine (universellen) Existenzaussagen berücksichtigt.
- In Wirklichkeit spielen diese Aussagen aber eine zentrale Rolle in vielen Theorien.
- Da sie nur verifizierbar, aber nicht falsifizierbar sind, untergräbt ihre Berücksichtigung das Fundament von Poppers Falsifikationismus.

Einwand 1: Vernachlässigung von Existenzaussagen

Beispiele für Existenzaussagen:

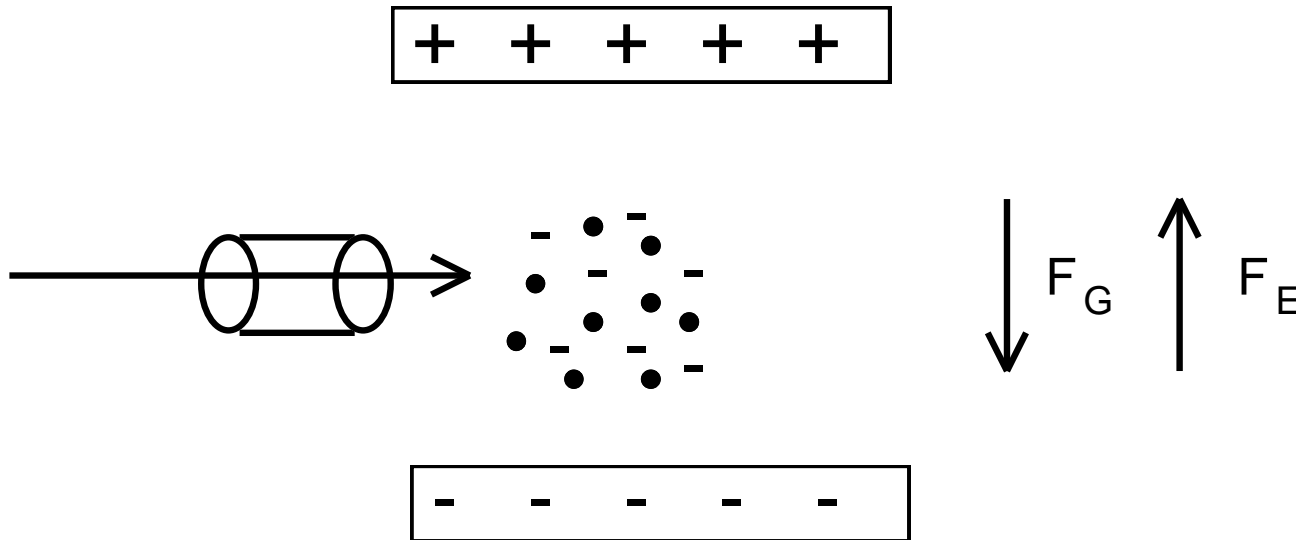
„Es gibt Higgs Teilchen.“

„Es gibt eine elektrische Elementarladung.“

Problem: Verifizierbar, nicht falsifizierbar.

Poppers Reaktion: Erstes Gegenargument

- Derartige Existenzaussagen können durch logische Transformationen in Allaussagen umgeformt werden und teilen daher deren Bestätigungsproblematik.
- **Beispiel:** Millikanscher Schwebetröpfchenversuch:



Existenzaussagen: modifizierter Einwand

- Bezugnahme auf Existenzaussagen, die *nicht versteckte Allaussagen* sind.
- **Beispiel:** Darwins Theorie behauptet Übergänge zwischen Gattungen (z.B. Reptilien und Vögel).
- Diese Existenzbehauptung wurde 1925 durch Fund des Urvogels *Archaeopteryx* verifiziert.
- **Anforderung:** Adäquate metatheoretische Konzepte berücksichtigen Existenzaussagen und solche mit gemischtem Quantorenpräfix ($\exists x \forall y$).

Aufgaben für die Wissenschaftstheorie

Berücksichtigung

- von (spezifischen) Allaussagen
- von Existenzaussagen
- von Aussagen mit gemischtem Quantorenpräfix.

Einwände gegen Poppers Position

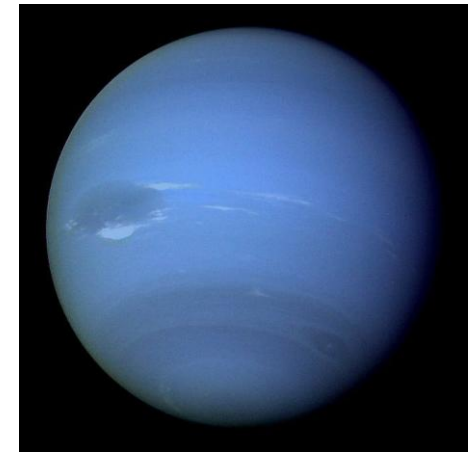
- **Einwand 1:** Vernachlässigung von Existenzaussagen
- ▪ **Einwand 2:** Rolle von Hilfshypothesen

Einwand 2: Die Rolle von Hilfshypothesen

- Konflikte zwischen Theorien und Beobachtungsdaten können durch geeignete Hilfshypothesen vermieden werden.

Beispiel 1: Bahnanomalie des Uranus. Le Verrier's Hilfshypothese: Störung durch unentdeckten Planeten. 1846: Entdeckung des Neptun.

Beispiel 2: Bahnanomalie des Merkur. Le Verriers Hilfshypothese (1859): Störung durch unentdeckten Planeten Vulkan. Asteroid-Hypothese, Seeligers Hypothese.



Hilfshypothesen und Falsifizierbarkeit

Formale Rekonstruktion:

A = Gesetze

B = Hilfshypothesen, Randbedingungen

C = Prognose

$$\begin{array}{l} (A \wedge B) \rightarrow C \\ \neg C \\ \hline \neg (A \wedge B) \end{array}$$

Aufgabe: Popper muss ein Kriterium angeben, das es ermöglicht, zwischen zulässigen und unzulässigen Hilfshypothesen zu unterscheiden.

Hilfshypothesen und Falsifizierbarkeit

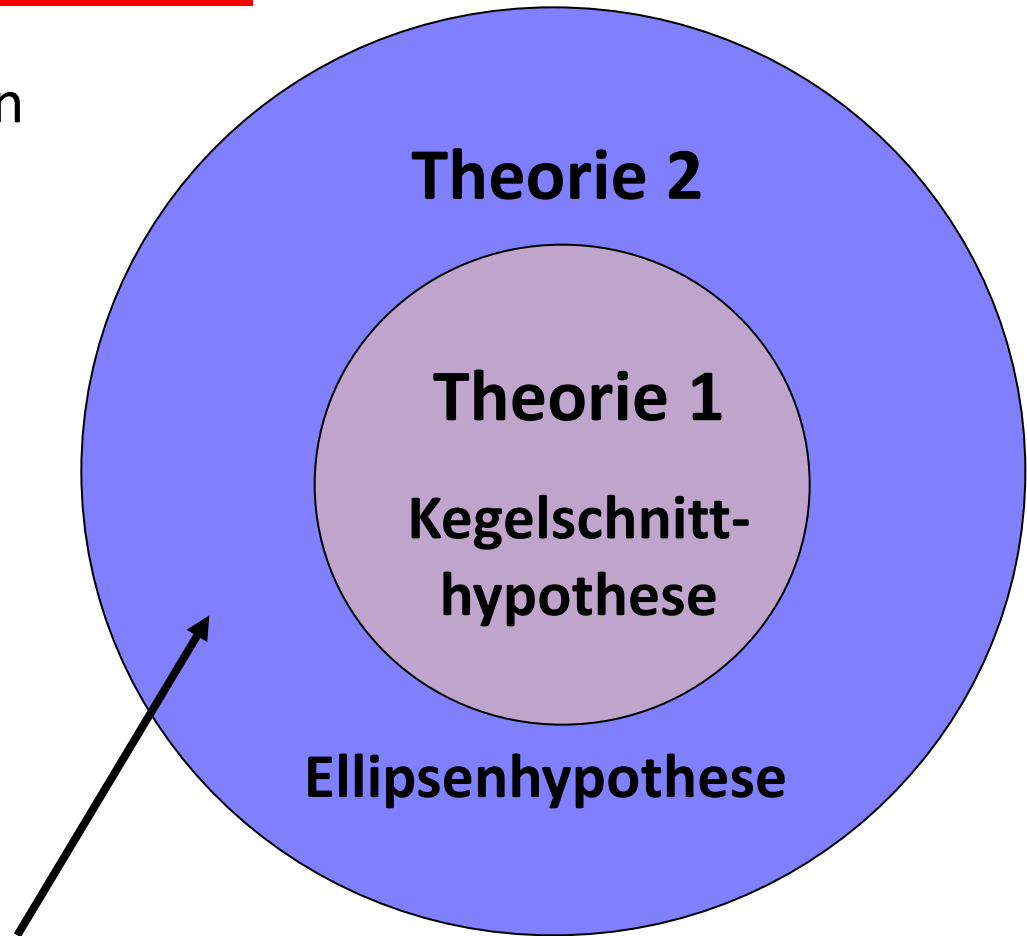
Lösungsstrategie:

- Eine Hilfshypothese ist für Popper zulässig gdw. sie den *Falsifizierbarkeitsgrad* einer Theorie erhöht. Diesem Begriff muss eine möglichst präzise Bedeutung gegeben werden.
- Poppers Grundidee ist dabei, dass Gesetze bzw. Theorien einen um so höheren Falsifizierbarkeitsgrad besitzen, je mehr sie verbieten.
- In der Sprache der Basissätze formuliert: Der Falsifizierbarkeitsgrad ist um so höher, je umfassender die Klasse der Basissätze ist, die mit der betreffenden Theorie bzw. mit dem betreffenden Gesetz konfligieren können.

Falsifizierbarkeitsgrad: Inklusionsmethode

Theorie 1: Planeten bewegen sich auf Kegelschnitten (auf Kreisen, Ellipsen, Parabeln, Hyperbeln).

Theorie 2: Planeten bewegen sich auf Ellipsenbahnen.

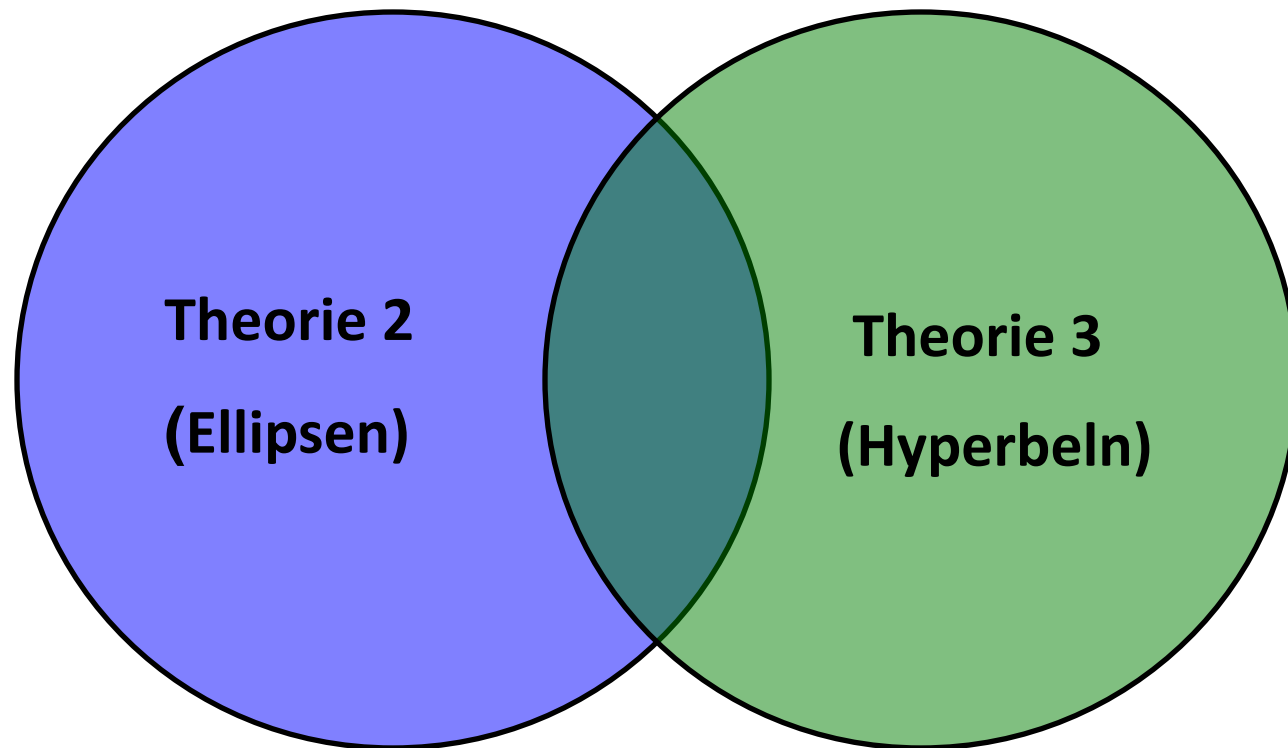


zusätzliche falsifizierende Basissätze

Falsifizierbarkeitsgrad: Inklusionsmethode

Theorie 2 : Planeten bewegen sich auf Ellipsen.

Theorie 3 : Planeten bewegen sich auf Parabeln.



Falsifizierbarkeitsgrad: Dimensionsvergleich

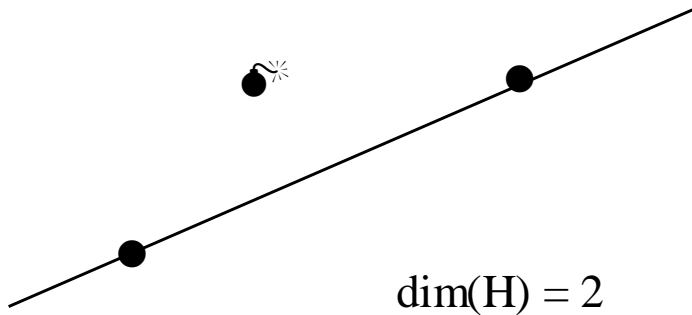
Definition:

Sei n die Anzahl der Basissätze, die mindestens erforderlich sind, um eine Hypothese H zu widerlegen. Dann bezeichnet Popper $n-1$ als die Dimension von H .

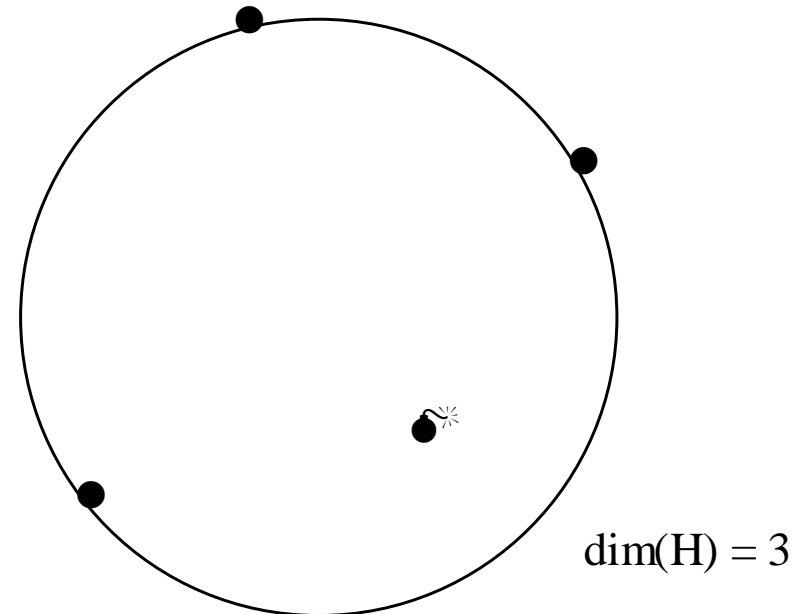
Falsifizierbarkeitsgrad: Dimensionsvergleich

Beispiele:

Hypothese H_1 : Gerade



Hypothese H_2 : Kreisbahn



Falsifizierbarkeitsgrad: Resultat

- Kein universell anwendbares komparatives Konzept der Falsifizierbarkeitsgrades.
- Damit keine eindeutige Grenzziehung zwischen zulässigen und unzulässigen Hilshypothesen.
- Konsequenz: Aufweichung von Poppers falsifikationistischer Position.

Konsequenzen für die Wissenschaftstheorie

- Übergang normative → deskriptive Behandlung von Hilfhypothesen.
- Unterscheidung zwischen Hilfhypothesen zur Erfassung einer Datenbasis und zur theoretischen Beschreibung selbst.
- Bereitstellung formaler Hilfsmittel zur Beschreibung von Datenbasen und ihrer Dynamik.
- Verdrängung von Theorien statt Falsifikation.