

GRUNDPROBLEME DER WISSENSCHAFTSPHILOSOPHIE (ÜBERBLICK  
20. JAHRHUNDERT)

---

Probleme für die Wissenschaftsphilosophie von K. Popper  
(Zusammenfassung vom 8.5.2007)

## 1 Der Holismus

1. Das Wort „Holismus“ leitet sich vom griechischen Wort für „ganz“, „holos“, ab. In der Philosophie bezeichnet man eine Position als holistisch oder Holismus, wenn sie einem Ganzen einen Vorrang vor seinen einzelnen Bestandteilen einräumt (Slogan oft: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“; zum Holismus allgemein siehe Esfeld 2001).
2. Im folgenden interessiert uns nur der Holismus hinsichtlich des empirischen Testens von Theorien.<sup>1</sup> Dieser Holismus besagt ungefähr folgendes:

**Hol** Eine isolierte wissenschaftliche Hypothese oder Theorie läßt sich nicht empirisch nachprüfen. Man kann nur Gesamtheiten von Theorien empirisch testen.

Anmerkungen zu Hol:

- (a) Mit Gesamtheiten meint man dabei in der Regel die Verbindung *mehrerer* Hypothesen/Theorien, nicht aber notwendig *aller* Hypothesen/Theorien. In diesem Sinne ist die Bezeichnung „Holismus“ irreführend (siehe dazu auch unten).
  - (b) Je nachdem ob Hol auf Hypothesen oder Theorien bezogen wird, kann man zwischen Hypothesen- und Theorienholismus unterscheiden. Der Theorienholismus impliziert den Hypothesenholismus (wenn sich eine ganze Theorie nicht isoliert nachprüfen läßt, dann kann man erst recht nicht einzelne Hypothesen isoliert nachprüfen), aber nicht umgekehrt. Es könnte also im Prinzip möglich sein, daß man zwar nicht Hypothesen, aber doch Theorien einzeln empirisch nachprüfen kann.
3. Als jemand, der den Holismus bezüglich der empirischen Nachprüfung früh vertreten hat, gilt Pierre Duhem.<sup>2</sup> Duhem schreibt etwa (Duhem 1998, 249):

„Die Physik ist keine Maschine, die sich demontieren läßt. Man kann nicht jedes Stück isoliert untersuchen und voraussetzen, daß nur genau auf ihre Festigkeit kontrollierte Stücke montiert werden. Die physikalische Wissenschaft ist ein System, das man als Ganzes nehmen muß, ist

---

<sup>1</sup> Dabei wollen wir den Begriff des Testens/Nachprüfens so verwenden, daß er sowohl Falsifikationsversuche als auch, falls es sie gibt, Bestätigungsversuche abdeckt.

<sup>2</sup> P. Duhem, 1861–1916, französischer theoretischer Physiker, der vor allem in Bordeaux lehrte. Wissenschaftstheoretisches Hauptwerk: „La Théorie Physique, son Object et sa Structure“ (1904–05 in einer Zeitschrift, 1906 eigenständig veröffentlicht).

ein Organismus, von dem man nicht einen Teil in Funktion setzen kann, ohne daß auch die entferntesten Teile desselben ins Spiel treten [...] Der Uhrmacher, dem man eine Uhr gibt, die nicht geht, nimmt alle Räder derselben heraus und prüft jedes einzeln, bis er das gefundene, welches fehlerhaft oder gebrochen ist. Der Arzt, der einen Kranken untersucht, kann diesen nicht zerschneiden, um seine Diagnose aufzustellen. [...] Diesem [Arzt] und nicht jenem [Uhrmacher] gleicht der Physiker, der eine lahme Theorie wieder auf die Beine bringen soll.“

4. Zur Begründung von Hol: Duhem („Théorie Physique“, 10.2) verweist auf historische Beispiele, in denen eine Hypothese nicht als solche isoliert überprüft wurde. Hier ist ein Beispiel, das nicht von Duhem stammt: Als Eddington die Lichtablenkung überprüfte, welche die Allgemeine Relativitätstheorie für die Sonne voraussagt, bediente er sich vermutlich optischer Geräte. Eddington mußte dabei annehmen, daß diese Geräte funktionierten. Vielleicht hing die Funktionsweise der Geräte sogar von anderen Theorien ab (einer Theorie über Lichtausbreitung).

Allerdings zeigt das noch nicht, daß man isolierte Hypothesen nicht einzeln überprüfen *kann*. Um das zu zeigen, muß man auch argumentieren, daß Eddington notwendig von anderen Annahmen ausgehen mußte. Duhem tut auch dies.

Der entscheidende Gesichtspunkt lautet in diesem Zusammenhang wie folgt: Viele physikalische Hypothesen lassen sich gar nicht isoliert überprüfen, zum Beispiel weil sie Unbeobachtbares (Elektronen, magnetischer Felder, ...) betreffen (vgl. dazu die Debatte um den wissenschaftlichen Realismus, Sitzung 14).

5. Der Holismus ist in der Form Hol recht moderat: Er besagt nicht, daß stets die Gesamtheit unserer Überzeugungen oder Theorien der Erfahrung gegenüberstehen. Duhem schränkt seinen Holismus darüber hinaus insofern ein, als er ihn auf die Physik, nicht aber auf die Physiologie bezieht (Duhem 1998, 10.1). Quine hat den Holismus Duhems radikalisiert (ohne Duhem zu kennen; siehe dazu Sitzung Nr. 8).
6. Was bedeutet der Holismus für die Überprüfung von Theorien?

Die Falsifikation läßt sich durch den modus (tollendo) tollens darstellen. Dabei stehen  $H$  und  $B$  für Propositionen,  $H$  ist eine Hypothese,  $B$  eine beobachtbare Konsequenz.

P1  $H \rightarrow B$  (aus  $H$  folgt  $B$ ; Deduktion aus einer Hypothese)

P2  $\neg B$  ( $B$  ist falsch; Ergebnis von Beobachtung)

---

C  $\neg H$  ( $H$  ist falsch)

Nun haben wir gesagt, daß viele physikalische Hypothesen isoliert betrachtet keine empirisch überprüfaren Folgerungen enthalten. Nur  $H$  zusammen mit  $A_1$  und  $A_2$  enthalten eine empirisch überprüfbare Konsequenz ( $A$  für Hilfhypothese, „auxiliary hypothesis“). Statt Prämisse P1 haben wir also nur:  $H \wedge A_1 \wedge A_2 \rightarrow B$ . Wir haben dann nur noch

P1'  $H \wedge A_1 \wedge A_2 \rightarrow B$  (aus  $H$  und  $A_1$  und  $A_2$  folgt  $B$ )

P2  $\neg B$  ( $B$  ist falsch; Ergebnis von Beobachtung)

---

$$C' \quad \neg(H \wedge A_1 \wedge A_2)$$

---


$$C'' \quad \neg H \vee \neg A_1 \vee \neg A_2.$$

C besagt, daß mindestens eine der Hypothesen  $p$ ,  $A_1$  und  $A_2$  falsch ist. Wir können daher aus unseren Beobachtungen nur noch schließen, daß *eine* dieser Annahme falsch war. Aber welche Annahme ist falsch?

7. Der Holismus wirft zunächst ein Problem für den Wissenschaftler in der Praxis auf: Wie soll er vorgehen, wenn sich, wie eben beschrieben, innerhalb einer Beobachtung herausstellt, daß  $H$  oder  $A_1$  oder  $A_2$  falsch ist? Naheliegende Antwort: Er untersucht, ob  $A_1$  und  $A_2$  unabhängig von  $H$  richtig sind. Denn wenn unsere Hilfsypothesen  $A_1$  und  $A_2$  richtig sind und außerdem  $\neg H \vee \neg A_1 \vee \neg A_2$  gilt, dann muß  $H$  falsch sein. Problem mit dieser Strategie: Was ist, wenn wir auch  $A_1$  (oder  $A_2$ ) nicht isoliert überprüfen können, sondern dazu neue Hilfsypothesen ( $A_3$ ,  $A_4$ , ...) verwenden müssen? Dann droht ein Regreßproblem (das Problem, daß der Holismus für die Nachprüfung von  $H$  ergeben hat, würde sich dann bei der Nachprüfung von  $A_1$  u.s.w. wiederholen).
8. Der Holismus wirft dann aber auch Fragen für den Wissenschaftsphilosophen auf. Allgemein muß man sagen, daß der Holismus für viele philosophische Positionen relevant ist. Im folgenden wollen wir uns jedoch nur fragen, welche Probleme der Holismus für Popper aufwirft.
9. Bedeutung des Holismus für Poppers Wissenschaftsphilosophie:

- (a) Falsifizierbarkeit ist vielleicht nicht mehr geeignet, um Theorien und Hypothesen als wissenschaftlich zu charakterisieren, denn wenigstens viele physikalische Theorien oder Hypothesen lassen sich isoliert gar nicht falsifizieren. Physikalische Hypothesen sind aber wissenschaftlich. Beispiel: Die Hypothese, daß sich Elektronen abstoßen, darf intuitiv sicher als wissenschaftlich gelten. Allerdings kann sie nicht isoliert überprüft werden.

Popper könnte das Problem vermeiden, indem er sagt: Eine Hypothese  $H$  ist wissenschaftlich, wenn sie gemeinsam mit anderen Hypothesen empirisch falsifiziert werden kann, wenn es also Hilfsypothesen  $A_1$ ,  $A_2$  etc. gibt, so daß  $H \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge \dots$  falsifizierbar ist. Problem: Zusammen mit der Hypothese, daß Krokusse im Frühjahr blühen ( $A_1$ ), ist jede beliebige Hypothese falsifizierbar. Das liegt aber einfach daran, daß bereits  $A_1$  für sich falsifizierbar ist.

Wir versuchen daher, das Problem für Popper wie folgt zu lösen: Eine Hypothese ist falsifizierbar, wenn sie gemeinsam mit geeigneten Hilfsypothesen  $A_1, \dots$  empirisch überprüfbare Konsequenzen enthält, die die Hilfsypothesen alleine noch nicht enthalten.

Neues Problem: Die neue Abgrenzung ist zu liberal, weil sie Hypothesen als wissenschaftlich gelten läßt, die nicht wissenschaftlich sind. Beispiel: Sei  $H$  eine beliebige nicht-wissenschaftliche Hypothese. Hilfshypothese  $A_1$ : Wenn  $H$ , dann miauen Katzen. Aus  $H$  und  $A_1$  folgt, daß Katzen miauen, was man empirisch überprüfen kann. Daß Katzen miauen, folgt allerdings nicht aus  $A_1$  allein. Damit ist das neue Kriterium für Wissenschaftlichkeit erfüllt. Nach Voraussetzung ist  $H$  jedoch nicht wissenschaftlich. Es ergibt sich daher ein

Widerspruch. Der Grund, warum das neue Abgrenzungskriterium nicht funktioniert, scheint wie folgt zu sein: Auch die Hilshypothese ist in unserem Beispiel nicht wissenschaftlich.

Dieses Problem könnte man nun vermeiden wollen, indem man sagt: Eine Aussage ist wissenschaftlich, wenn sie gemeinsam mit anderen *wissenschaftlichen* Hypothesen  $A_i$  empirisch überprüfbare Konsequenzen enthält, die nicht schon allein aus den Hypothesen  $A_i$  folgen. Problem: Wir können dieses Kriterium nur anwenden, wenn wir bereits einige wissenschaftliche Hypothesen kennen.<sup>3</sup>

Elegante Lösung des Problems (vgl. Godfrey-Smith 2003, Kapitel 4): Beziehe die Demarkation gar nicht auf einzelne Hypothese/Theorie, sondern auf wissenschaftliches Vorgehen. Wir gehen (erfahrungs)wissenschaftlich vor, wenn wir unsere Hypothesen empirisch überprüfen. Dabei kommt es nicht darauf an, ob wir Hypothesen einzeln oder im Verbund überprüfen.

- (b) Die Falsifikation spielt auch eine wichtige Rolle bei der Art und Weise, wie Popper verhindern will, daß das Induktionsproblem auf die Wissenschaften durchschlägt. Popper behauptet nämlich, daß die Wissenschaften nicht induktiv, sondern deduktiv vorgehen. Weil die Deduktion nicht leistet, was die Induktion leisten kann (wenn sie berechtigt ist), fordert Popper zusätzlich, daß Wissenschaftler ihre Theorien zu falsifizieren suchen. Wenn wissenschaftliche Hypothesen aber nicht isoliert falsifiziert werden können, dann fragt sich, ob die Wissenschaften noch als rational gelten können.

Man kann das Problem etwas konkreter wie folgt beschreiben. Nehmen wir an, daß sich  $H$  zusammen mit einigen Hilshypothesen  $A_i$  als falsch erweist. Wenn man auch die Hypothesen  $A_i$  nicht isoliert überprüfen oder anderweitig bestätigen kann, dann haben wir nur zwei Optionen: Entweder wir verzichten darauf, den Fehler in  $H \wedge A_1 \wedge A_2 \wedge \dots$  zu lokalisieren. Oder aber wir nehmen uns die Freiheit, den Fehler willkürlich in, sagen wir,  $A_2$  zu sehen. Im ersten Fall kommt die Wissenschaft nicht besonders weit. Im zweiten Fall ist unser Vorgehen offenbar nicht rational.

- (c) Auch Poppers Bild von der Wissenschaftsgeschichte muß modifiziert werden, wenn Hypothesen/Theorien nicht einfach falsifiziert werden können.

10. Popper selber gesteht einen gewissen Holismus zu.

## 2 Wahrscheinlichkeitsaussagen

1. Es gibt noch ein weiteres Problem mit der Falsifikation. Wir entfalten es in mehreren Schritten.
2. Viele wissenschaftlichen Hypothesen und Theorien haben einen probabilistischen Charakter, sie enthalten also nur Aussagen über Wahrscheinlichkeiten. Beispiel: Die Quantenmechanik sagt: Wenn bei einem Elektron zunächst der Spin in einer Richtung gemessen wird und dann in einer dazu orthogonalen Richtung, dann ergibt sich jeweils mit Wahrscheinlichkeit  $p = 0,5$  der Spinwert  $+0,5/-0,5$ .

---

<sup>3</sup> Es nützt auch nichts, zu fordern, daß eine wissenschaftliche Hypothese zusammen mit gut bestätigten Hypothesen empirisch falsifiziert werden können muß. Denn für Popper gibt es keine Bestätigung.

3. Eine probabilistische Hypothese kann man nicht streng falsifizieren. Daß die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Ereignisses 0,5 beträgt, schließt nicht aus, daß das Ereignis nicht stattfindet. Auch die Wiederholung eines Experimentes bringt an dieser Stelle nichts, denn wir könnten einfach Pech haben: Obwohl die Wahrscheinlichkeit für Spin +0,5 den Wert 0,5 hat, könnte der Spin in 10, 20, ... Experimenten zufällig immer nach unten zeigen.
4. Das wirft ähnliche Probleme auf wie die, die oben diskutiert wurden.

### 3 Bestätigung („confirmation“) und Bewährung („corroboration“)

1. Nach Popper kann der Wissenschaftler nicht sinnvollerweise versuchen, seine Theorien zu verifizieren. Theorien lassen sich nach Popper nicht einmal stützen oder bestätigen.
2. Das führt zum folgenden Problem, das man anhand eines Beispiels erläutern kann (vgl. Godfrey-Smith 2003, 4.5). Nehmen wir an, ein Ingenieur solle eine Brücke bauen. Ihm wird vorgeschlagen, dazu ein neues Material X zu verwenden. Allerdings gibt es zwei Theorien über X. Der Theorie  $T_1$  zufolge ist X sehr stabil. Der Theorie  $T_2$  zufolge hingegen ist X instabil. Beide Theorien wurden bisher nicht falsifiziert. Theorie  $T_1$  wurde jedoch bereits intensiv getestet. Dabei konnte  $T_1$  nicht falsifiziert werden.  $T_2$  ist hingegen eine neue Theorie, die bisher noch gar nicht getestet wurde. Nun kann man fragen: Auf welche Theorie sollte der Ingenieur zurückgreifen?
3. Intuitiv ist die Antwort völlig klar: Der Ingenieur sollte von der bereits überprüften Theorie ausgehen.
4. Für Popper stellt sich jetzt aber folgendes Problem: Für Popper ist der Ingenieur in gleicher Weise berechtigt, auf  $T_1$  oder  $T_2$  zurückzugreifen. Denn für Popper gibt es keine positive Bestätigung. Er kann nur sagen, daß beide Theorien bisher nicht falsifiziert wurden. Würde er sagen, es sei rationaler, von  $T_1$  auszugehen, dann würde er implizit behaupten, das Induktionsproblem habe eine Lösung. Genau das bestreitet Popper aber (für Popper selbst ist das das „pragmatische Induktionsproblem“).
5. Poppers Reaktion („Logik der Forschung“, Kapitel 10): Bewährung von Hypothesen („corroboration“): Im Beispiel hat sich die Theorie  $T_1$  bereits bewährt. Deshalb sollte der Ingenieur auf sie zurückgreifen. Popper versucht das Maß von Bewährung für eine Theorie zu quantifizieren. Wichtig dabei: Die Bewährung betrifft nur die bisherigen Erfahrungen mit der Theorie (etwa die Frage, ob sie Tests ausgesetzt wurde, die nicht leicht zu bestehen waren, „severe testing“).
6. Problem (Godfrey-Smith 2003, 4.5): Popper benennt hier nur „Bestätigung“ neu. Damit löst er aber das Problem nicht.
7. Das Problem in den Worten von Salmon (1981), 116: Entweder geht die Wissenschaft doch induktiv vor oder sie liefert keine Basis für vernünftige Vorhersagen.

## 4 Literatur

1. Kritische Diskussionen zu Popper in Lehrbüchern: Newton-Smith (1981), Kapitel III, Ladyman (2002), Kapitel 3.5 und Godfrey-Smith (2003), Kapitel 4.4–4.6.
2. Eine ausführliche Diskussion von Popper bietet Keuth (2000).
3. Zum Begriff der Bewährung auch Gadenne in Keuth (2004).

## Literaturverzeichnis

- Duhem, P., *Ziel und Struktur der physikalischen Theorien. Autorisierte Übersetzung von Friedrich Adler*, Meiner, Hamburg, 1906/1998.
- Esfeld, M., *Holism in Philosophy of Mind and Philosophy of Physics*, Kluwer, Dordrecht, 2001, Synthese Library No. 298. Deutsche Ausgabe: *Holismus in der Philosophie des Geistes und der Philosophie der Physik*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2002.
- Godfrey-Smith, P., *Theory and Reality. An Introduction to the Philosophy of Science*, University of Chicago Press, Chicago, 2003.
- Keuth, H., *Die Philosophie Karl Poppers*, UTB, Mohr und Siebeck, Tübingen, 2000.
- Keuth, H., *Logik der Forschung*, Akademie-Verlag, Berlin, 2004, Reihe Klassiker Auslegen.
- Ladyman, J., *Understanding Philosophy of Science*, Routledge, London and New York, 2002.
- Newton-Smith, W. H., *The Rationality of Science*, Routledge & Kegan Paul, Boston, 1981.
- Salmon, W., *Rational Prediction*, *British Journal for the Philosophy of Science* **32** (1981), 115–125.