
WISSENSCHAFTLICHER REALISMUS

Zur empirischen Unterbestimmtheit von Theorien (I)

Eines der wichtigsten Argumente gegen den wissenschaftlichen Realismus beruht auf der Annahme, Theorien seien empirisch unterbestimmt. Im folgenden wollen wir kurz diese Annahme ausführlich entwickeln und zeigen, wie sie gegen den wissenschaftlichen Realismus eingesetzt werden kann.

1 Die Duhem-These

Duhem vertritt die Auffassung, daß man eine einzelne, isolierte Hypothese niemals empirisch testen kann. Was wir empirisch testen, sei vielmehr stets eine Gruppe von Theorien. Diese These wird manchmal in abgeschwächter Form auch auf Theorien bezogen. Die Aussage lautet dann, daß man eine Theorie meist nicht isoliert testen kann, sondern nur im Zusammenhang mit Hilfstheorien (zu Duhem siehe auch `duhem_a.pdf`).

Duhems Auffassung stellt man am besten in den Zusammenhang der falsifikationistischen Methodologie, wie sie von Popper entwickelt wurde. Naiv würde man eine Falsifikation durch einen experimentellen Test wie folgt logisch darstellen. Aus einer Hypothese H leitet man eine beobachtbare Folgerung ab (es gilt also $H \rightarrow p$, wobei \rightarrow eine materiale Implikation bezeichnet). Es stellt sich aber nicht p ein ($\neg p$), daraus folgert man, daß H falsch ist. Insgesamt kann man das Argument durch einen Modus tollens darstellen:

$$\begin{array}{l} H \rightarrow p \\ \neg p \\ \hline \neg H \end{array}$$

Für Duhem ist diese Rekonstruktion von experimentellen Tests aber naiv, da sie fälschlicherweise davon ausgeht, daß man aus der Hypothese H allein etwas Beobachtbares ableiten kann. Stattdessen sagt Duhem, man könne eine empirische Folgerung p nur ableiten, wenn man zusätzlich von Hilfsprämissen A_1 , A_2 etc. ausgehe. Die richtige Rekonstruktion einer Falsifikation lautet also nach Duhem:

$$\begin{array}{l} H \wedge A_1 \wedge A_2 \rightarrow p \\ \neg p \\ \hline \neg(H \wedge A_1 \wedge A_2) \\ \neg H \vee \neg A_1 \vee \neg A_2 \end{array}$$

Das Ergebnis ist also eine Disjunktion von Aussagen: H ist falsch, oder A_1 ist falsch, oder A_2 ist falsch (oder im Sinne von vel=und/oder). Dem Wissenschaftler bleiben also logisch betrachtet mehrere Reaktionsmöglichkeiten: Er kann entweder H oder A_1 oder A_2 (oder mehrere) verwerfen. Es sieht also so aus, als habe der Wissenschaftler hier eine Freiheit, als sei seine Entscheidung, was er verwirft, nicht durch das Experiment

bestimmt. (Dasselbe gilt im Kern, wenn man das Duhem-Argument auf Theorien statt auf Hypothesen bezieht – in diesem Fall sieht man H , A_1 und A_2 als Theorien an).

Diskussionspunkte: Einwand gegen Duhem: In der Praxis wissen wir meist, welche Annahme/Theorie wir verwerfen. Oft gibt es zum Beispiel unabhängige Gründe, A_1 und A_2 zu akzeptieren. Duhem hat zwar logisch betrachtet recht. In der Praxis ist aber meist klar, welche Theorie wir zu verwerfen haben. Erwiderung: Was bedeutet es, daß wir unabhängige Gründe haben, A_1 und A_2 zu akzeptieren? Eine naheliegende Antwort ist, daß wir A_1 und A_2 empirisch getestet haben. Nun kann man aber A_1 und A_2 nicht jeweils isoliert empirisch testen – man kann die beiden Hypothesen nur im Verbund mit anderen Hypothesen testen. Dadurch wird das Problem aber nur verschoben. Was ist zum Beispiel, wenn wir A_1 und A_2 nur im Zusammenhang von A_3 testen können, A_3 aber wiederum nur im Zusammenhang mit H testen können? Hier scheinen wir uns in einem *circulus vitiosus* gefangen zu haben.

Anderer Einwand gegen Duhem: In der Praxis können wir oft H nicht nur im Verbund mit A_1 und A_2 , sondern auch im Verbund mit A_3 und A_4 etc. testen. Indem wir die Hilfsannahmen A_i systematisch variieren, können wir genau fixieren, ob H falsch war oder nicht. Erwiderung: Daß H verbunden mit A_1 und A_2 , verbunden mit A_3 und A_4 etc. falsch ist, heißt nicht, daß H falsch ist. Es mag auch sein, daß eine bestimmte Menge der A_i falsch ist.

Noch ein Einwand gegen Duhem: Wir können das Problem vermeiden, indem wir $H \wedge A_1 \wedge A_2$ zu einer Hypothese/zu einer Theorie erklären. Erwiderung: Das löst zwar logisch das Problem, hilft uns aber in der Praxis nicht weiter, da die Aussagen/Theorien H , A_1 und A_2 sehr heterogen sein mögen, so daß wir gern wissen wollen, welche Aussage/Theorie wahr ist.

2 Die Quine-Duhem-These

Quine radikalisiert die Auffassung von Duhem. Quine geht davon aus, daß man nicht nur die Prämissen H und A_i verwerfen kann, sondern zusätzlich auch die Regeln der Logik und Mathematik aufgeben kann, um H und die A_i zu retten. Nach Quine ist die Freiheit, die wir haben, wenn wir Schlußfolgerungen aus Experimenten ziehen wollen, also noch größer, als Duhem das annimmt. Quine schreibt (in *From a Logical Point of View*, 1953, S. 43, zitiert nach Ladyman 2002, S. 170): „any statement can be held true come what may, if we make drastic enough adjustments elsewhere in the system“. Quine bezieht diese Auffassung auch nicht nur auf wissenschaftliche Hypothesen, sondern auf Überzeugungen allgemeiner.

Heute nimmt man Quines und Duhems Auffassungen oft zusammen und spricht von der Quine-Duhem-These. Sie lautet: Annahmen können niemals isoliert empirisch überprüft werden. Das Erkenntnissubjekt kann seine Annahmen stets so empirisch adäquat machen, daß er eine bestimmte einzelne Annahme nicht berührt.

Die Quine-Duhem-These formuliert man manchmal, indem man sagt, sie entwerfe ein holistisches Bild von empirischer Falsifikation (oder allgemeiner auch Stützung, Bestätigung und Rechtfertigung; Holismus von gr. *holon* das Ganze).

Diesen Holismus darf man jedoch nicht so formulieren, daß unsere Überzeugungen/Theorien nur als Ganzes der Welt gegenüberstehen, sich nur als Ganzes empirisch bewähren können oder nicht. Denn eben dies folgt nicht aus dem bisher Gesagten. Es folgt nur, daß sich in einem einzelnen Test nur größere Teile unserer Überzeugungen testen lassen. Bei den größeren Teilen muß sich aber nicht um das Ganze unserer

Überzeugungen handeln.

3 Empirische Unterbestimmtheit als Argument gegen den wissenschaftlichen Realismus

Wenn einem Wissenschaftler oder allgemeiner einem Erkenntnissubjekt stets eine Freiheit bleibt, wie er seine Annahmen an die Welt anpaßt, dann kann es mehrere Systeme von Annahmen geben, die in empirischer Hinsicht in gleicher Weise erfolgreich sind, die also in gleicher Weise mit den Resultaten bisher durchgeführter Experimente vereinbar sind. Wenn ich meine Annahmen im Rahmen einer wissenschaftlichen Theorie systematisiere, dann folgt daraus, daß es mehrere Theorien geben kann, die mit den Resultaten von experimentellen Tests vereinbar sind.

Die These, eine wissenschaftliche Theorie T sei empirisch unterbestimmt, radikalisiert diesen Gedanken. Sie besagt, daß es zu dieser Theorie T eine Variante T' gibt, die mit T zwar nicht vereinbar ist, aber genau dieselben empirisch überprüfbareren Aussagen wie T enthält. Zwischen T und T' läßt sich also aufgrund aller *möglichen* Resultate experimenteller Test niemals entscheiden. Dabei können die Theorien T und T' durchaus auch nur einen begrenzten Gegenstandsbereich beschreiben. Man beachte auch, daß die These, eine Theorie sei empirisch unterbestimmt, nicht identisch mit der Quine-Duhem-These ist.

Um die empirische Unterbestimmtheit klarer herauszustellen, definieren wir zunächst die Äquivalenzrelation „empirische Äquivalenz“.

Definition 3.1 *Zwei Theorien T und T' sind empirisch äquivalent, wenn sie genau dieselben empirisch überprüfbareren Aussagen enthalten.*

Mit dem Begriff der empirischen Äquivalenz kann man folgendes Argument gegen den wissenschaftlichen Realismus konstruieren (nach Boyd 2002, siehe auch [boyd_underdet.pdf](#)).

P Zu jeder Theorie T gibt es mindestens eine empirisch äquivalente Theorie T' , die sich jedoch von T unterscheidet (weil T und T' genau dieselben empirisch überprüfbareren Aussagen enthalten, muß sich der Unterschied zwischen T und T' auf Aussagen beziehen, die nicht direkt überprüfbar sind).

F1 Für jede Theorie T existiert eine von ihr verschiedene Theorie T' , so daß es keine Gründe gibt, auf deren Basis wir entscheiden können, welche der beiden Theorien richtig ist.

F2 Für jede Theorie T gilt: wir können nicht wissen, daß T wahr ist.

F2 ist mit dem wissenschaftlichen Realismus unvereinbar, denn der wissenschaftliche Realist behauptet, daß wir qua Theorien auch dort Wissen von der Welt haben, wo die Theorien Gegenstände postulieren, die wir nicht beobachten können.

Zur Erläuterung dieses Arguments:

1. Dieses Argument soll wie folgt funktionieren: P ist eine Prämisse, die wir noch erhärten müssen. Sie heißt kurz die Unterbestimmtheitsthese. F1 gibt sich wie eine Folgerung aus P aus. Ob F1 wirklich aus P folgt, muß aber noch diskutiert werden. F2 folgt aus F1. Dieser letzte Schritt ist unproblematisch. Man kann etwa davon ausgehen, daß Wissen begründete und wahre Meinung ist (traditionelle Wissensdefinition). Wenn wir keine Gründe haben, warum wir T einer von T' verschiedenen Theorie vorziehen sollten, dann können wir nicht wissen, daß T wahr ist (F2). Boyd argumentiert etwas anders mit dem Begriff der Evidenz. In seiner Terminologie lautet F1, daß wir keine Evidenz haben,

auf deren Basis wir zwischen T und T' entscheiden können. Wenn unser Wissensbegriff impliziert, daß wir etwas nur dann wissen, wenn wir relevante rivalisierende Hypothesen durch bestimmte Evidenzen ausschließen können (etwa Lewis 1996), dann haben wir qua T kein Wissen.

2. Boyd formuliert die Ausgangshypothese P stärker als wir. Seine Rekonstruktion des Arguments geht davon aus, daß es stets *unendlich viele* mit T empirisch äquivalente Theorien, aber von T verschiedene Theorien gibt. Diese stärkere Hypothese ist jedoch unnötig, denn Wissen liegt bereits dann nicht mehr vor, wenn wir *eine* relevante Alternative nicht mit guten Gründen ausschließen können (vgl. Devitt 2006).

3. In der Prämisse P ist von verschiedenen Theorien die Rede. Das wirft die Frage auf, unter welchen Bedingungen Theorien überhaupt verschieden sind und wie verschieden sie sein müssen, damit F2 folgt. Hier ist ein relativ harmloser Fall von Verschiedenheit: T ist vollständig in T' enthalten, kann also vollständig aus T' abgeleitet werden; allerdings enthält T' auch Aussagen, die über T hinausgehen. Beispielsweise könnte es der Fall sein, daß T' einen zusätzlichen Typ von Teilchen kennt. In diesem Fall ist das Argument gegen den Realismus nur beschränkt gültig. Das Argument spricht nämlich unter diesen Umständen nicht dagegen zu sagen, daß wir hinsichtlich der Teile, die T und T' gemeinsam haben (hier T), Wissen haben. Wir können allenfalls nicht wissen, ob auch der Teil von T', der über T hinausgeht, wahr ist. Wenn bereits T genuin theoretische Aussagen enthält, die sich nicht empirisch überprüfen lassen, dann hätten wir genuin theoretisches Wissen. Allgemeiner können wir festhalten, daß sich die Behauptung, wir hätten kein Wissen, nur auf Teile von T beziehen läßt, die es nicht mit T' teilt.

Hier ist demgegenüber ein Fall, in dem sich T und T' signifikant unterscheiden: T und T' sind logisch betrachtet unvereinbar. Oder: T und T' haben ganz unterschiedliche Ontologien, sie postulieren ganz andere Entitäten, um die beobachtbaren Phänomene zu erklären.

4. So wie das Argument konstruiert ist, spricht es nicht gegen die Auffassung, daß Theorien wahr sein können, daß Theorien also hinsichtlich ihrer Wahrheit beurteilbar („truth-apt“) sind. Es ist mit dem Argument sehr wohl vereinbar, daß etwa T' wahr ist. Das Problem ist vielmehr, daß wir dem Argument zufolge nicht wissen können, daß T' wahr ist.

5. Das Argument funktioniert nur deshalb, weil der Realist Theorien für wahr hält, wenn diese wörtlich verstanden werden. Wenn man Theorien wörtlich versteht, dann sprechen sie nämlich teilweise über nicht beobachtbare Dinge. Nur Teile einer Theorie, die über das Beobachtbare hinausgehen, sind in Anbetracht des Arguments ein Problem.

6. Das sieht man auch, wenn man sich überlegt, warum der Instrumentalismus und der Deskriptivismus gegen das Unterbestimmtheitsargument immun sind. Dabei gehen wir von den Begriffen Instrumentalismus und Deskriptivismus aus, wie wie bei Nagel (2001) definiert sind. Für einen Instrumentalisten treffen Theorien gar keine Feststellungen über die Welt, die Frage nach ihrer Wahrheit stellt sich also gar nicht. Daß sich zwei Theorien über ein Sachgebiet voneinander unterscheiden, ist ohne Belang – schließlich gibt es in der Praxis ja auch unterschiedliche Instrumente, mit denen man schreiben kann. Für den Deskriptivisten können Theorien nur insofern wahr sein und Wissen repräsentieren, als sie Aussagen treffen, die sich auf empirisch überprüfbare Aussagen reduzieren lassen. Er interessiert sich also nur für die empirisch überprüfbaren Aussagen, die aus T folgen. In dieser Hinsicht gibt es bei empirischer Äquivalenz keinen aber Unterschied zu T'. Für den Deskriptivisten sind daher die beiden Theorien, was ihren wahrheitsfähigen Gehalt angeht, im Fall empirischer Unterbestimmtheit identisch. Die beiden Theorien unterscheiden sich für ihn nur in der Formulierung, im „Drumherum“.

7. In der Physik gibt es kaum Beispiele von Theorienpaaren T und T' , die empirisch äquivalent sind, sich aber ansonsten stark unterscheiden. Man könnte daher geneigt sein zu schließen, das Argument von der Unterbestimmtheit sei hergeholt. Wenn es einmal ein „Patt“ zwischen zwei Theorien gibt, wie es das Argument vorsieht, so könnte man sagen, dann wissen die Wissenschaftler sehr wohl, welche Theorie sie zu wählen haben. In einem ähnlichen Sinne könnte man gegen Duhem einwenden, daß die Wissenschaftler stets wissen, welche Theorie falsifiziert wurde. Die Freiheit, die sich aufgrund der Duhemschen Auffassung zu ergeben scheint und auch das Unterbestimmtheitsargument erzeugt, ist dann in praxi irrelevant.

Aussagen wie diese helfen allerdings hinsichtlich der Realismus-Problematik nicht weiter. Es ist natürlich oft wahr, daß die Wissenschaftler in Fällen eines Pattes zwischen zwei Theorien T und T' alle für dieselbe Theorie, sagen wir T , votieren würden oder daß sie alle durch ein Experiment H (anstelle von A_1 oder A_2) für falsifiziert halten. Aber das kann auch eher pragmatische Gründe haben. Vielleicht ist die Theorie T zum Beispiel viel komplizierter als die Theorie T' . Wenn sich nun die Wissenschaftler aus pragmatischen Gründen für T entscheiden, dann rettet das nicht den Realismus. Denn bei der Realismus-Debatte geht es ja um die Wahrheit von Theorien. Daß die Wissenschaftler aus pragmatischen Gründen T vorziehen, schließt nicht aus, daß es keine Gründe gibt, T gegenüber T' vorzuziehen, was die Wahrheit anbelangt. Und genau das impliziert das Unbestimmtheitsargument.

Das nächste Mal soll es um die Prämisse P und um $F1$ gehen.

Literaturverzeichnis

- Devitt, M., *Scientific Realism*, in: *The Oxford Handbook of Contemporary Philosophy* (Jackson, F. & Smith, M., eds.), Oxford University Press, Oxford, 2006.
- Lewis, D., *Elusive Knowledge*, Australas. J. Philos. **74** (1996), 549–567.
- Nagel, E., *The Cognitive Status of Theories*, in: *Philosophy of Science: Contemporary Readings* (Balashov, Y. & Rosenberg, A., eds.), Routledge, London, 2001, pp. 197 – 210.