

Sommersemester 2004

Seminar: Was sind und warum gelten Naturgesetze?
Dozenten: Prof. G. Münster (Theoretische Physik), Dr. C. Suhm (Philosophie)
Referent: T. Raja Rosenhagen
Datum: 08.07.2004

Bas van Fraassen: Die instrumentalistische Auffassung von Gesetzen

Gliederung:

- I.** **Antithesis**
 - 1. **Die These des wissenschaftlicher Realismus**
 - 2. **Erläuterungen zu den verwendeten Begriffen**
- II.** **Thesis**
 - 1. **die Position van Fraassens: Die These des konstruktiven Empirismus**
 - 2. **Erläuterungen zu den verwendeten Begriffen**
- III.** **Was wir wissen und was nicht und was das mit Wahrheit zu tun hat**
 - 1. **Die Unterscheidung von Beobachtbarem und Unbeobachtbarem**
 - 1. **was heißt „beobachtbar“?**
 - 2. **was ist unbeobachtbar?**
 - 3. **Einwand: Die Trennung ist unscharf**
 - 4. **Entgegnung: ist nicht schlimm, muß sie nicht sein**
 - 2. **Wahre Aussagen über Beobachtbares, selektiver Antirealismus**
- IV.** **Sematische Sicht auf Theorien, pragmatische Theorie der Erklärung**
 - 1. **wissenschaftliche Theorien sind semantische Modelle**
 - 2. **was sind empirische Substrukturen von semantischen Modellen?**
 - 3. **Bezug zu II.1. und II.2.: Wann sind Theorien adäquat?**
- V.** **Naturgesetze**
 - 1. **Was Gesetze nicht sind (vgl. Swarts)**
 - 2. **Wo, wie und warum Gesetze gelten**
 - 1. **Gesetze gelten als Eigenschaften von Modellen**
 - 2. **Gesetze gelten, indem sie innerhalb von Modellen wahr sind**
 - 3. **Gesetze gelten in Modellen, weil die Modelle so konstruiert sind, dass sie gelten**
- VI.** **Zusammenfassung**
- VII.** **Diskussion: no miracle-Argument**

I. Antithesis

I.1. Die These des wissenschaftlichen Realismus

In Anlehnung an Definitionen, die von Wilfrid Sellars, Hilary Putnam und von Richard Boyd vorgeschlagen wurden, formuliert Bas van Fraassen (vF) die These des wissenschaftlichen Realismus wie folgt:

Science aims to give us, in its theories, a literally true story of what the world is like; and acceptance of a scientific theory involves the belief that it is true¹.

Übersetzung: Wissenschaft zielt darauf ab, in ihren Theorien eine buchstäblich wahre Beschreibung darüber zu liefern, wie die Welt ist; eine wissenschaftliche Theorie zu akzeptieren beinhaltet den Glauben daran, dass sie wahr ist.

I.2. Erläuterungen zu den verwendeten Begriffen:

- vF will zeigen, dass die angegebene Formulierung in dem Sinne minimal / schwach ist, dass jeder wissenschaftliche Realist ihr zustimmen kann, und gibt folgende Erläuterung zu den verwendeten Begriffen:

„Wissenschaft zielt darauf ab ...“:

- ist nicht so stark wie eine Formulierung, dergemäß wissenschaftliche Theorien die Welt (bereits jetzt) wahr beschreiben.
→ Eine solche These erschien im Lichte der Wissenschaftsgeschichte sehr unplausibel, da sehr viele (wenn nicht alle) wissenschaftlichen Terme und selbst erfolgreiche Theorien bisher mit der Zeit als falsch verworfen wurden oder sich inhaltlich sehr verändert haben, so dass es in der Folge nicht als eine plausible Annahme gelten kann, dass es unseren heutigen Termen und Theorien anders ergehen wird².
- heißt nicht, dass Wissenschaftler teilweise nicht andere Motivationen haben könnten
- schließt nicht aus, dass es noch andere Unterziele geben kann, beispielsweise, dass die wissenschaftliche Beschreibung einfach, informativ, vorhersagekräftig und erklärmungsstark sein soll

„buchstäblich“:

- schließt die mögliche realistische Position aus, dass Wissenschaft wahr ist, wenn man sie „richtig versteht“, aber dem Buchstaben nach falsch (gegen Konventionalismus, logischen Positivismus und Instrumentalismus)

„akzeptieren beinhaltet den Glauben daran, dass sie wahr ist“:

- heißt nicht, dass man jemals rational abgesichert wäre, diesen Glauben zu bilden
- Akzeptanz kann graduell gedacht werden, mithin kann man auch einen eingeschränkten Glauben haben, dass eine Theorie wahr ist

¹ Bas van Fraassen: *The Scientific Image*, p. 8

² diese Auffassung findet sich z.B. auch bei Larry Laudan: *A Confutation of Convergent Realism*, 1981 in: *Philosophy of Science*, 48: 19-49. (SV)

II. Thesis

II.1. die Position van Fraassens: Die These des konstruktiven Empirismus

- der These des wissenschaftlichen Realismus stellt vF seine These des konstruktiven Empirismus entgegen. Während auch vF die Auffassung teilt, dass Theorien buchstäblich zu verstehen sein sollen, will er den Begriff der Wahrheit aus der These heraushalten und ersetzt ihn durch den Begriff der empirischen Adäquatheit.

Science aims to give us theories which are empirically adequate; and acceptance of a theory involves as belief only that it is adequate³.

Übersetzung: Wissenschaft zielt darauf ab uns Theorien zu liefern, die empirisch adäquat sind; Akzeptanz einer Theorie beinhaltet nur den Glauben, dass sie empirisch adäquat ist.

II.2. Erläuterung zu den verwendeten Begriffen

Empirismus:

- die einzige Quelle unseres Wissens ist die Erfahrung

konstruktiv:

- soll andeuten, dass es sich bei wissenschaftlicher Aktivität mehr um einen Vorgang der Konstruktion (von Modellen) handelt als um Entdeckung (von Wahrheit über das Nichtbeobachtbare)

„Wissenschaft zielt darauf ab...“:

- wie oben in I.2.

„empirisch adäquat“:

- eine Theorie ist dann empirisch adäquat, wenn das, was sie über beobachtbare Dinge und Ereignisse in dieser Welt sagt, wahr ist, sie mithin „die Phänomene rettet“ (save the phenomena)
→ eine empirisch adäquate Theorie verfügt also über mindestens ein Modell, in welches alle Phänomene hineinpassen

„Akzeptanz beinhaltet den Glauben, dass sie empirisch adäquat ist“:

- auch eine solche Akzeptanz kann, wie in I.2., graduell sein
- Akzeptanz einer Theorie geht einher mit der Verpflichtung auf ein bestimmtes Forschungsprogramm, welches mit der Terminologie und der Konzepte der akzeptierten Theorie (erklärend) arbeitet und sie zu elaborieren versucht
→ diese Betonung ist deshalb relevant, da in der Regel keine kompletten Theorien vorliegen, dennoch könnten Theorien vorliegen, die die beobachtbaren Dinge und Ereignisse beide gleichermaßen (in-)korrekt beschreiben, aber sich voneinander

³ Bas van Fraassen: *The Scientific Image*, p.12

- hinsichtlich der theoretischen Terme konzeptuell unterscheiden und daher jeweils (auch praktisch-experimentell) andere Forschungsprogramme nach sich ziehen
- Akzeptanz einer Theorie legt uns auch darauf fest, welche Begriffe wir verwenden, um Dinge und Ereignisse zu erklären, da wir denken, dass wir durch Erklärungserfolg gerechtfertigt sein werden, diese Terme zu verwenden

III. Was wir wissen und was nicht und was das mit Wahrheit zu tun hat

- der Empirismus vertritt die These, dass die einzige Quelle unseres Wissens die Erfahrung ist, damit können wir prinzipiell kein gesichertes Wissen über etwas haben, was nicht erfahren wird oder erfahrbar ist
- erfahrbar sind nach vF diejenigen Phänomene, die beobachtbar sind
- Wahrheit können nur diejenigen Aussagen beanspruchen, die sich auf Dinge oder Ereignisse beziehen, die man wissen kann
- Da man nur über Beobachtbares Wissen haben kann, können nur die Teile von Theorien als wahr bezeichnet werden, die sich korrekt auf Beobachtbares beziehen
- die These des konstruktiven Empirismus beschreibt eine Theorie dann als adäquat, wenn sie im Rahmen ihrer Modelle die beobachtbaren Phänomene adäquat beschreibt, die Modelle (allein) in Bezug auf sie wahr sind

III.1. Die Unterscheidung von Beobachtbarem und Unbeobachtbarem

- für die Frage, was wahre Theorien sind, bzw. inwiefern eine Theorie überhaupt wahr sein kann, verbunden mit der Frage, welche Terme einer Theorie theoretische Terme, welche Beobachtungsterme sind, spielt die Unterscheidung zwischen Beobachtbaren und Nicht-Beobachtbarem eine wesentliche Rolle, so dass sich die Frage zu stellen ist, was unter den Begriffen zu verstehen ist

III.1.1. was heißt „beobachtbar“?

- Das Prinzip der Beobachtbarkeit formuliert vF wie folgt:

X is observable if there are circumstances which are such that, if x is present to us under those circumstances, then we observe it⁴

Übersetzung: x ist beobachtbar, wenn es Umstände gibt die dergestalt sind, dass, wenn x uns unter diesen Umständen erscheint, wir es (mit unseren Sinnesorganen) beobachten

III.1.2. was ist unbeobachtbar?

- prinzipiell unbeobachtbar ist dasjenige, was wir (gemäß der endgültigen Bestimmungen der Physik und der Biologie) als menschliche Wesen mit unserem Sinnesapparat nicht beobachten können

III.2. Wahre Aussagen über Beobachtbares, selektiver Antirealismus

- aus

⁴ Bas van Fraassen: *The Scientific Image*, p. 16

IV. Sematische Sicht auf Theorien, pragmatische Theorie der Erklärung

- vF expliziert seine semantische Sicht von Theorien wie folgt:

In that approach, the focus is on models rather than on axioms or theory formulation [...]. According to the semantic view, to present a theory is to present a family of models. This family may be described in many ways, by means of different statements in different languages, and no linguistic formulation has any privileged status. Specifically, no importance attaches as such to axiomatization, and a theory may not even be axiomatizable in any non-trivial sense.

[...]

IV.1. **wissenschaftliche Theorien sind semantische Modelle**

- eine Theorie hat in der Regel Axiome, solche Axiome können anhand von Modellen exemplifiziert werden (und damit ihre Konsistenz gezeigt werden), Modellbildung ist jedoch nicht abhängig von Axiomatisierbarkeit (!)
- Modelle können in andere Modelle eingebettet werden, wenn die Struktur des einen Modells isomorph einer Substruktur eines anderen Modells ist

IV.2. **was sind empirische Substrukturen von semantischen Modellen?**

Theorien als semantische Modelle haben viele Modelle, einige dieser Modelle beinhalten auf die eine oder andere Weise Beschreibungen der Dinge, wie wir sie wahrnehmen.

Bsp. Newtonsche Theorie:

Die Newtonsche Theorie der augenscheinlichen Bewegung und des absoluten Raumes beschreibt die sichtbaren Planetenbewegungen beispiel als Differenzen der absoluten Bewegungen, die für uns so sichtbar sind, da wir uns selbst auf der Erde um die Sonne bewegen, die wiederum selbst eine Eigenbewegung vornimmt. Die Differenzen der absoluten Bewegungen Newtons sind eine Struktur innerhalb des Systems, die der Struktur der beobachteten Bewegungen gleicht. vF nennt die (modellhafte) Beschreibung dieser (empirisch beobachtbaren) Bewegungsphänomene die empirische Substrukturen der Newtonschen Theorie.

IV.3. **Bezug zu II.2 und II.1.: Wann sind Theorien adäquat?**

- In II.1. wurde die These des konstruktiven Empirismus genannt, nach der Wissenschaft auf empirische Adäquatheit abzielt und Akzeptanz einer Theorie den Glauben beinhaltet, dass die Theorie empirisch adäquat sei
- In II.2. wurde dazu angemerkt, dass eine empirisch adäquate Theorie also über mindestens ein Modell verfügt, in welches alle Phänomene hineinpassen
- Nach IV.3. können wir nun genauer sagen:

Eine empirisch adäquate Theorie ist eine Theorie, die über mindestens ein Modell verfügt, welches empirische Substrukturen für alle beobachtbaren Phänomene hat

V. Was sind Gesetze und wo gelten sie?

- Theorien sind viel reichhaltiger als nur eine Aneinanderreihung empirischer Substrukturen
- Sie enthalten Gesetze, Axiome, Regelmäßigkeiten, etc. ...
- Welcher Status den Gesetzen, die in den Modellen vorkommen, zusteht, muss nun untersucht werden

V.1. **Was Gesetze nicht sind (vgl. Swarts)**

- Einhellig mit Swarts ist vF der Meinung, dass

V.2. **Wo, wie und warum Gesetze gelten**

V.2.1. ***Gesetze gelten in Modellen***

V.2.2. ***Gesetze gelten, indem sie innerhalb von Modellen wahr sind***

V.2.3. ***Gesetze gelten in Modellen, weil die Modelle so konstruiert sind, dass sie gelten***

VI. **Zusammenfassung**

- Der wissenschaftliche Realismus meint, dass die in den angestrebten wissenschaftlichen Theorien verwendeten theoretischen Terme auf Dinge referieren, wir bei Akzeptanz einer Theorie annehmen müssen, dass die jeweiligen Dinge wirklich existieren.
- Der konstruktive Empirismus van Fraassens meint, dass diese Forderung zu stark ist, da unbegründet, und hält dem unter Berufung auf die beobachtbar – unbeobachtbar-Unterscheidung entgegen, dass wissenschaftliche Theorien durch die Phänomene nicht eindeutig bestimmbar sind (i.e. es verschiedene Theorien geben kann, die die (einzig gewissen) beobachtbaren Phänomene adäquat beschreiben) und Wissenschaft daher nur zum Ziel haben kann, eine empirisch adäquate Theorie zu entwickeln.
- Eine empirisch adäquate Theorie ist eine Theorie, die über mindestens ein Modell verfügt, in dem es empirische Substrukturen für alle beobachtbaren Phänomene gibt.
- Wissenschaftliche Theorien sind semantische Modelle und die Gesetze sind als Eigenschaften solcher Modelle nur innerhalb dieser Modelle allgemeingültig und wahr. Dies ist der Fall, da die Modelle gerade so konstruiert sind, dass die Gesetze gelten. Die Geltung von Gesetzen auf die Welt auszudehnen wäre aus Sicht des konstruktiven Empirismus insofern problematisch, als dass die in den Modellen zugehörigen Gesetzen beschriebene Welt nicht allein die Welt des Beobachtbaren ist. Da wir um die Existenz der nichtbeobachtbaren theoretischen Terme entsprechenden Dingen und Ereignissen, die in den Gesetzen verwendet werden, nicht wissen, können die Gesetze auch nicht erkennbar wahr sein, gelten also (vorsichtiger Weise) nur für die Modelle der Theorien.

VII. **Diskussion: no miracle-Argument**