

WISSENSCHAFTLICHER REALISMUS

Stützt die Physik selbst einen Antirealismus? – Antworten auf die
Leitfragen zum 25.4.2006

Textgrundlage: E. McMullin, A case for Scientific Realism (9 – 16), in: Leplin 1984.

1. Erläutern Sie kurz, wie ein Realist und ein Antirealist um 1750 zur Newtonschen Gravitationstheorie standen (damals gab es keine empirischen Gründe, die Newtonsche Gravitationstheorie für falsch zu halten).

In der Realismus-Debatte geht es um den Status theoretische Begriffe. Ein entscheidender theoretischer Begriff, der im Zusammenhang der Newtonschen Physik einschlägig ist, ist der Begriff der Kraft: Die Kraft ist wie die Masse eine dynamische Größe, die man weder direkt messen kann noch durch direkt meßbare kinematische Begriffe (wie Länge oder Geschwindigkeit) definieren kann. Den besonderen Status des Kraft-Begriffs kann man an der Art und Weise ablesen, wie er in der Physik eingeführt wird: Es wird keine explizite Definition von Kraft gegeben; vielmehr taucht er zusammen mit der Masse im zweiten Newtonschen Axiom auf ($\mathbf{F} = m\mathbf{a}$). Dieses Axiom kann nicht als eine Definition von Kraft gelesen werden, da es auch den Massebegriff enthält, für den es seinerseits keine eigene Definition gibt. Außerdem gilt es eigentlich (d.h. wenn man sich für Kräfte, und nicht für Pseudokräfte interessiert) nur in Inertialsystemen, für deren Definition man wieder auf den Kraftbegriff selber rekurrieren muß. Allerdings kennen wir Anweisungen, um Masseverhältnisse zu bestimmen, wie sie von Mach und Weyl angegeben wurden. Die Anwendung dieser Anweisungen setzt allerdings voraus, daß man bereits in der Lage ist festzustellen, ob das Bezugssystem, das man verwendet, ein Inertialsystem bildet. Dazu benötigt man schon ein gewisses Wissen über Kräfte.

In der seiner Gravitationsphysik spezifiziert Newton eine spezielle Kraft, nämlich die Gravitationskraft. Die Theorie von Newton nimmt an, daß sich zwei massive Körper mit einer bestimmten Kraft anziehen. Diese hat die Gestalt einer instantanen Fernwechselwirkung. Diese Kraft kann u.a. dazu verwendet werden, die Bahnen der Planeten vorherzusagen.

Ein wissenschaftlicher Realist um 1750 wird nun behauptet haben, daß Feststellungen über Gravitationskräfte, wie sie die Newtonsche Theorie trifft, wahr sind, und daß zwischen massiven Körpern wirklich eine Fernwechselwirkung besteht; für ihn ist die Kraft ein Teil der Wirklichkeit, auf den wir mit unserem Begriff „Gravitationskraft“ referieren. Der Antirealist wird das verneinen. Wie er den Kraftbegriff im Detail auffaßt, hängt von seiner genaueren Orientierung ab. Ist er instrumentalistisch orientiert, so wird er etwa behaupten, daß Feststellungen über Gravitationskräfte Teil eines nützlichen Formalismus sind, mit dem wir die Bahnen der Planeten vorhersagen können, der aber keinen Anspruch auf Wahrheit erhebt. Ist er Deskriptivist, so wird er darauf bestehen, daß Feststellungen, die den dem Kraftbegriff verwenden, nur insofern wahr sind, als sie sich auf Feststellungen über beobachtbare Phänomen reduzieren lassen.

2. Wie kann man aus der Geschichte der Gravitationstheorie ein Argument für den Antirealismus machen? Und warum funktioniert dieses Argument nach McMullin nicht?

McMullin notiert in seinem Aufsatz drei bemerkenswerte historische Aspekte, die Newtons Gravitationstheorie betreffen und einen Antirealismus stützen könnten.

1. Newton selber hat an seinem Kraftbegriff gezweifelt (9 f.). Das zeigt sich unter anderem darin, daß er die Kritik, er erkläre mit seiner Theorie nichts, ernstnahm und versuchte, den Begriff der Fernwechselwirkung loszuwerden (10). Wenn schon die Physiker selber im Zweifel über ihre theoretischen Begriffe sind, so könnte ein Antirealist nun sagen, dann sollte man nicht noch wie der Realist behaupten, diese theoretischen Begriffe referierten auf Größen in der Welt, die es unabhängig von uns gebe. McMullin geht auf dieses Argument gegen einen Realismus nicht im Detail ein. Eine Antwort auf das Argument kann man sich jedoch aus dem zusammenreimen, was McMullin in Hinblick auf die anderen Punkte sagt.

2. Die Physiker scheiterten daran, die Gravitationsfernwechselwirkung durch ein intuitiveres Modell zu interpretieren. Ein solches Modell könnte etwa so aussehen: In der Luft befinden sich kleine, zusammengedrückte Federn, die dazu neigen, massive Körper auseinanderzudrücken. Das besagte Scheitern könnte der Antirealist nun als ein Scheitern auffassen, Referenz zwischen dem theoretischen Begriff und der Welt herzustellen: Den Physikern sei es nicht gelungen, den Teil der Realität anzugeben, auf den der Kraftbegriff referiere. Aus diesem Grunde sei es voreilig anzunehmen, der Kraftbegriff referiere (McMullin sagt das nicht so deutlich, aber so kann man vielleicht seine Formulierung des Einwands präzisieren).

Zusätzlich dazu haben sich die Physiker von dem Problem abgewandt, eine anschauliche Interpretation der Gravitationskraft zu finden, so McMullin weiter (10). Damit scheinen sie nun selber eine Art von Antirealismus zu vertreten. Daraus kann man folgern, daß der Realismus auch für einen Philosophen kaum Sinn macht.

McMullin versucht diesem Einwand zu entgehen, indem er zwischen naivem und nicht-naivem Realismus unterscheidet. Der naive Realist glaubt, daß ausgereiften Theorien wahr sind und mit ihren theoretischen Begriffen auf die Welt Bezug nehmen, wenn es für sie nachvollziehbare Modelle oder Interpretationen gibt. Für einen nicht-naiven Realisten sind ausgereifte Theorien auch dann wahr, referieren sie auch dann, wenn sie nicht in dieser Weise interpretiert werden können. Der nicht-naive Realist ist also flexibler, er akzeptiert wissenschaftliche Theorien auch dort wörtlich verstanden als wahr, wo diese ein Bild der Welt entwerfen, das er nicht mehr intuitiv nachvollziehen kann. Das Scheitern der Physiker, eine anschauliche Interpretation der Gravitationswechselwirkung zu finden, trifft nun nur den naiven Realismus, nicht aber den nicht-naiven Realismus. Aus diesem Grunde entsteht kein Problem für den Realismus als solchen.

Was den zweiten Teil des Einwands anbetrifft, so gilt ähnliches: Indem die Physiker sich von dem genannten Interpretationsproblem um die Gravitationskraft abwenden, vertreten sie nur dann einen Antirealismus, wenn man nur den naiven Realismus-Begriff kennt, wenn man also eine realistische Interpretation auf diejenigen theoretischen Terme beschränkt, die sich anschaulich verstehen lassen. Dieser naive Realismus ist aber nicht mit dem Realismus im allgemeinen zu verwechseln. Anders ausgedrückt kann man das Verhalten der Physiker auch in einer Weise deuten, die ihnen keinen Antirealismus unterstellt: Die Physiker sind nicht-naive Realisten und glauben, daß die theoretischen Terme auch dort referieren, wo es keine anschauliche Interpretation gibt. Aus diesem Grund kümmern sie sich nicht weiter um eine anschauliche Interpretation.

3. McMullin zitiert auch Putnam, der behauptet hatte, die neuzeitliche Physik blende die Metaphysik aus (11). Insbesondere hätten sich die Physiker nicht dafür interessiert, welche Interpretation richtig sei, wenn es etwa für ein Gleichungssystem mehrere Interpretationen gegeben habe, so Putnam nach McMullin. Dieses Szenario ist dem unter

2. aufgeführten Szenario entgegengesetzt, in dem es keine (anschauliche) Interpretation gab. Es ist letztlich ein Unterbestimmtheitsszenario, um das es in den nächsten beiden Stunden geht. Antirealisten könnten nun aus den geschilderten Beobachtungen schließen, daß die Physiker selber kein realistisches Theorienverständnis haben. Das wäre Wasser auf die Mühlen der Antirealisten.

Gegen Putnams Punkt macht McMullin geltend, daß Putnams Behauptung gar nicht wahr sei, d.h. viele Physiker hätten sich selbst in Situationen, in denen es konkurrierende Interpretationen eines Formalismus gibt, für die Interpretationsfragen interessiert. Außerdem, so McMullin, haben Physiker oft aus bestimmten Gründen eine der konkurrierenden Theorien ausgewählt und weiterverfolgt. Damit zeigen sie schwerlich eine antirealistische Einstellung. Wenn schließlich längerfristig mehrere konkurrierende Interpretationen zur Wahl stehen, zwischen denen man nicht empirisch unterscheiden kann, dann kann sich der Realist in Einzelfällen auch auf die Behauptung zurückziehen, daß manche Theorien eben (beim derzeitigen Forschungsstand) keine eindeutige Interpretation zulassen und daher auch keine ontologischen Folgerungen zeitigen. Wichtig für den Realisten ist lediglich, daß sich wichtige theoretische Begriffe ausgereifter Theorien realistisch (und eindeutig) interpretieren lassen (11 f.).

3. Warum scheint der Ausgang der Bohr-Einstein-Debatte für den Antirealismus zu sprechen und warum trägt dieser Schein nach McMullin?

In der Bohr-Einstein-Debatte standen sich anscheinend ein Antirealist (Bohr) und ein Realist (Einstein) gegenüber. Nach McMullin denken nun viele Physiker, die Debatte sei zugunsten von Bohr entschieden worden (für diese Sicht spricht, daß die Bell-Ungleichungen, die sich aus Einsteins Auffassung ableiten lassen, in der Quantenwelt nicht gelten). Daraus mag man schließen wollen, daß der Antirealismus einen Sieg davongetragen hat, zumindest was die Quantenmechanik anbetrifft.

McMullin wirbt in seiner Antwort für eine alternative Sicht der Bohr-Einstein-Debatte. Erstens sei Bohr gar kein Antirealist. Sein berühmtes Komplementaritätsprinzip, demzufolge die klassische und die Quantenphysik komplementäre (einander ergänzende) Beschreibungen der Welt lieferten, besage insbesondere nicht, daß wir weder aus klassischer noch aus Quantenmechanik etwas über die Welt lernen könnten (12).

Zweitens sei Einstein ein ganz spezieller Realist gewesen. Er habe unter anderem die Auffassung vertreten, daß jede physikalische Größe stets einen eindeutigen reellen Wert habe, daß der Wert einer solchen Größe bereits vor der Messung feststehe und daß die Welt deterministisch sei. In der Bohr-Einstein-Debatte habe sich dieser Komplex aus Ansichten als unhaltbar erwiesen, nicht jedoch der Realismus als solcher.

Drittens betont McMullin den empirischen Aspekt der Debatte. Im Kern sei es in ihr darum gegangen, wie die Welt sei (ob in ihr etwa die Bellschen Ungleichungen gälten), nicht darum, ob man die Quantenmechanik realistisch interpretieren könne (12 f.).

Daß der Wert bestimmter Variablen in der Quantenmechanik von der Art der Messung, die man durchführt, abhängt, kann man allerdings als Stütze für einen Idealismus ansehen, so räumt McMullin ein (13). Allerdings gehe es in der derzeitigen Realismus-Debatte nicht um die Alternative Realismus-Idealismus.

4. Nennen Sie einige Erscheinungen aus der Teilchenphysik, die einen Antirealismus favorisieren könnten! Warum hat der Antirealist auch hier nach McMullin keinen Erfolg?

Die Elektronen, die man in der Teilchenphysik kennt, sind eigentlich gar keine Teilchen, sondern eher Zustände. Sie gehorchen nicht der klassischen Boltzmann-Statistik.

Quarks werden als Elementarteilchen angesehen, können aber gar nicht isoliert angetroffen werden. Allgemeiner sind quantenmechanische Teilchen nach McMullin nicht notwendig lokalisiert, sie sind nicht individuell und haben Eigenschaften, die von der Meßapparatur abhängen. Die Teilchen der Teilchenphysik sind also eigentlich gar keine Teilchen, nichts, was man sich einfach vorstellen kann (alles 14). Der Antirealist kann daraus schließen wollen, daß theoretische Ausdrücke wie „Elektron“ gar nicht auf wirkliche Teilchen in der Welt referieren.

An dieser Stelle ist letztlich wieder die Unterscheidung zwischen naivem und nicht-naivem Realismus einschlägig. Wenn man den Realismus richtig (i.e. im Sinne des nicht-naiven Realismus) versteht, dann muß man nicht fordern, daß die Entitäten, die eine Theorie postuliert, anschaulich oder vorstellbar sind („imaginable“, 14). Aus diesem Grunde ist der Einwand nicht einschlägig. Ein Realist glaubt einfach, daß die Welt (im bestimmten Bereichen) so ist, wie es die ausgereiften Theorien sagen – was immer diese Theorien im Detail sagen.

5. Warum folgt aus der Tatsache, daß nicht-realistische Strategien in der Physik Erfolg hatten, nach McMullin kein Antirealismus?

Mit nicht-realistischen Strategien (15) meint McMullin hier insbesondere Einsteins Einstellung zu Raum und Zeit – bei der Entwicklung seiner Speziellen Relativitätstheorie konzentrierte sich Einstein vor allem auf Orts- und Zeitdifferenzen, wie man sie mit Zollstöcken und Uhren messen kann – und Heisenbergs Ansatz zur Entwicklung der sog. Matrizenmechanik – damals versuchte Heisenberg von allen Größen abzusehen, zu denen wir keinen messenden Zugang haben. Der Erfolg derartiger Strategien spricht aber nicht für den Antirealismus. Denn weder Realismus noch Antirealismus liefern Kriterien oder Prinzipien, anhand derer man zwischen Theorien auswählen kann (15). Beiden Positionen geht es vielmehr um eine philosophische Ex-post-Einschätzung solcher Theorien, die sich bereits bewährt haben (16). Auch ein Realist kann einräumen, daß es manchmal sinnvoll ist, sich auf die Phänomene zu konzentrieren, um eine neue Theorie zu entwickeln (16).

6. Wie bestimmt McMullin das Verhältnis zwischen Philosophie und Physik/Naturwissenschaft?

McMullin trennt die Realismus-Problematik als rein philosophische Frage von der Physik und der Wissenschaft. Der wissenschaftliche Realismus verdient das Beiwort „wissenschaftlich“, weil die Wissenschaft das Thema der Auseinandersetzung mit dem Antirealismus ist (16). Der wissenschaftliche Realismus ist hingegen keine (einzel)wissenschaftliche Theorie oder Doktrin. Ein Physiker/Einzelwissenschaftler ist daher als solcher auf keine bestimmte Position in der Realismus-Debatte festgelegt (was nicht heißen muß, daß es in diesem Bereich keine natürlichen Affinitäten gäbe). McMullin trennt also klar zwischen Physik und Philosophie. Philosophie nimmt für ihn einen Metastandpunkt ein, von dem es die Wissenschaft als ganze zu beurteilen gilt.