



## Text 8

# Das Abgrenzungsproblem (1974)

### I. Wissenschaft gegen Nicht-Wissenschaft

Ich wende mich jetzt dem *Abgrenzungsproblem* zu, sowie der Erklärung, wie dieses Problem mit den Problemen des empirischen Gehalts und der Überprüfbarkeit zusammenhängt.

Die großen Wissenschaftler wie Galilei, Kepler, Newton, Einstein und Bohr (um mich auf einige der toten zu beschränken) verkörpern für mich eine einfache, jedoch eindrucksvolle Idee von der Wissenschaft. Selbstverständlich würde keine solche Liste, wie lange sie auch ist, *in extenso definieren*, was Wissenschaft oder was ein Wissenschaftler ist. Aber sie macht auf eine große Vereinfachung aufmerksam, von der wir, denke ich, viel lernen können. Mit meinem Paradigma der Wissenschaft meine ich die Arbeitsweise großer Wissenschaftler. Nicht, daß ich für die weniger großen keinen Respekt hätte; es gibt hunderte von großen Menschen und großen Wissenschaftlern, die der nahezu heroischen Kategorie angehören.

Jedoch möchte ich hier, bei allem **Respekt** für die **weniger** großen Wissenschaftler, eine heroische und romantische Vorstellung der Wissenschaft und derer, die für sie arbeiteten, **vermitteln**: Menschen, die sich demütig der Suche nach Wahrheit widmeten, dem Wachstum unserer Erkenntnis; Menschen, deren Leben aus einem Abenteuer mutiger Ideen bestand. Ich bin bereit, viele ihrer weniger brillanten Helfer, die sich ebenso der Suche nach Wahrheit widmeten – nach großer Wahrheit – in diese Überlegungen mit einzubeziehen. Aber ich zähle jene nicht zu ihnen, für die die Wissenschaft nichts weiter ist als ein Beruf, eine Technik: jene, die nicht tief berührt sind von großen Problemen und von den großen Vereinfachungen mutiger Lösungen.

Es ist die Wissenschaft in diesem heroischen Sinne, mit der ich mich befassen möchte. Dabei stellt sich *nebenbei* heraus, daß wir sogar auf die bescheideneren Arbeiter in der angewandten Wissenschaft viel Licht werfen können.

Für mich ist also Wissenschaft folgendes. Ich versuche aus sehr guten Gründen nicht, sie zu definieren. Ich möchte nur ein einfaches

Bild geben von der Art von Menschen, die ich meine, und von ihren Aktivitäten. Und das Bild wird eine grobe Vereinfachung sein: es sind Menschen mit mutigen Ideen, die aber ihren eigenen Ideen gegenüber höchst kritisch sind; sie versuchen herauszufinden, ob ihre Ideen richtig sind, indem sie versuchen herauszufinden, ob sie nicht vielleicht falsch sind. Sie arbeiten mit kühnen Vermutungen und strengen Widerlegungsversuchen ihrer eigenen Vermutungen.

Mein Kriterium für die Abgrenzung zwischen Wissenschaft und Nicht-Wissenschaft ist eine einfache logische Analyse dieses Bildes. Wie gut oder wie schlecht es ist, wird sich an seiner Fruchtbarkeit zeigen.

Mutige Ideen sind neue, kühne Hypothesen oder Vermutungen. Und strenge Widerlegungsversuche sind strenge, kritische Diskussionen und strenge empirische Prüfungen.

Wann ist eine Vermutung kühn, und wann ist sie es in dem hier vorgeschlagenen Sinne nicht? Antwort: Sie ist dann und nur dann kühn, wenn sie ein großes Risiko eingeht, falsch zu sein – wenn die Dinge anders sein könnten, und wenn sie zu jener Zeit anders zu sein scheinen.

Betrachten wir ein einfaches Beispiel. Die Vermutungen von Kopernikus oder Aristarch, daß die Sonne im Zentrum des Universums ruht und nicht die Erde, war unglaublich kühn. Sie war übrigens falsch; niemand akzeptiert heutzutage die Vermutung, daß die Sonne (im Sinne von Aristarch und Kopernikus) im Zentrum des Universums ruht. Aber das beeinflusst weder die Kühnheit der Vermutung noch ihre Fruchtbarkeit. Und eine ihrer Hauptkonsequenzen – daß die Erde nicht im Zentrum des Universums ruht, sondern daß sie (mindestens) eine tägliche und eine jährliche Drehung vollzieht – wird immer noch voll akzeptiert, trotz einiger Mißverständnisse der Relativitätstheorie<sup>1</sup>.

Aber ich will hier nicht diskutieren, ob die Theorie gegenwärtig akzeptiert wird, sondern wie kühn sie war. Sie war kühn, weil sie mit allen damals akzeptierten Ansichten in Konflikt geriet, *sowie* mit dem glaubhaften Beweis der Sinne. Sie war kühn, weil sie eine bis dahin unbekannte versteckte Wirklichkeit hinter den Erscheinungen postulierte.

In einem anderen sehr wichtigen Sinne war sie nicht kühn: weder Aristarch noch Kopernikus schlugen ein realisierbares entscheidendes Experiment vor. Tatsächlich legten sie nicht nahe, daß irgend et-

was an den traditionellen Erscheinungen nicht stimmte: sie ließen die akzeptierten Erscheinungen strikt unberührt; sie interpretierten sie nur neu. Sie waren nicht darauf aus, ihren Kopf zu riskieren, indem sie neue beobachtbare Erscheinungen vorhersagten. (Das ist eine grobe Vereinfachung im Falle des Kopernikus, aber es ist fast sicher wahr für Aristarch.)

*In dem Maße, in dem das zutrifft*, können die Theorien von Aristarch und von Kopernikus in meiner Terminologie als unwissenschaftlich oder metaphysisch bezeichnet werden. In dem Maße, in dem Kopernikus einige kleinere Vorhersagen machte, ist seine Theorie in meiner Terminologie wissenschaftlich. Aber sogar als metaphysische Theorie war sie ganz und gar nicht sinnlos; und mit ihrem Vorschlag einer neuen, mutigen Sicht des Universums leistete sie einen enormen Beitrag zum Beginn der neuen Wissenschaft.

Kepler ging viel weiter. Auch er hatte eine mutige metaphysische Sicht von der Wirklichkeit der Welt, die zum Teil auf der kopernikanischen Theorie beruhte. Aber diese Sicht führte ihn zu vielen neuen genauen Vorhersagen von Erscheinungen. Zuerst stimmten diese Vorhersagen nicht mit den Beobachtungen überein. Er versuchte, die Beobachtungen im Lichte seiner Theorien neu zu interpretieren; aber seine Sucht nach Wahrheitssuche war noch größer als sein Enthusiasmus für die metaphysische Harmonie der Welt. Er sah sich also gezwungen, eine Anzahl seiner Lieblingstheorien eine nach der anderen aufzugeben und sie durch andere zu ersetzen, die den Tatsachen entsprachen. Es war ein großer und herzerreißender Kampf. Das Endergebnis, seine drei berühmten und enorm wichtigen Gesetze, gefielen ihm nicht so recht – mit Ausnahme des dritten. Aber sie hielten seinen strengsten Prüfungen stand – sie stimmten mit den Erscheinungen im einzelnen überein, mit den Beobachtungen, die ihm Tycho Brahe hinterlassen hatte.

Keplers Gesetze sind ausgezeichnete Annäherungen an das, was wir heute für die wahren Planetenbewegungen unseres Sonnensystems halten. Sie sind sogar ausgezeichnete Annäherungen an die Bewegungen der Doppelsternsysteme, die seither entdeckt wurden. Aber sie sind nur *Annäherungen* an das, was die Wahrheit zu sein scheint; *sie sind nicht wahr*.

Sie wurden im Lichte neuer Theorien überprüft – den Theorien von Newton und von Einstein –, die kleine Abweichungen von Keplers Gesetzen vorhersagten. (Nach Newton treffen Keplers Gesetze nur für Zweikörpersysteme zu [siehe auch Text 12 unten].) Die entschei-

denden Experimente fielen also gegen Kepler aus, zwar in sehr geringem Maße, aber deutlich genug.

Von diesen drei Theorien – die von Kepler, die von Newton und die von Einstein – ist die späteste und bisher erfolgreichste die von Einstein; und es war diese Theorie, die mich zur Wissenschaftstheorie führte. Was mich so sehr an Einsteins Gravitationstheorie beeindruckte, waren die folgenden Punkte.

(1) Es war eine sehr kühne Theorie. Sie wich in ihrer Grundanschauung stark von Newtons Theorie ab, die zu jener Zeit äußerst erfolgreich war. (Die kleine Abweichung des Periheliums des Merkur beunruhigte im Lichte des fast unglaublichen Erfolges der Theorie in anderer Hinsicht niemanden ernstlich. Ob sie jemanden hätte beunruhigen sollen, ist eine andere Frage.)

(2) Vom Standpunkt der Theorie Einsteins aus war die Theorie Newtons, obwohl falsch, eine ausgezeichnete Annäherung (ebenso, wie vom Standpunkt der Theorie Newtons aus die Theorien Keplers und Galileis, obwohl falsch, ausgezeichnete Annäherungen waren). Es ist also nicht ihre Wahrheit, die über den wissenschaftlichen Charakter einer Theorie entscheidet.

(3) Einstein verdankt seiner Theorie drei wichtige Vorhersagen von erheblich unterschiedlichen beobachtbaren Wirkungen; zwei davon waren niemandem vor ihm in den Sinn gekommen, und alle drei widersprachen der Theorie Newtons, so weit man sagen kann, daß sie überhaupt in das Anwendungsgebiet dieser Theorie fielen.

Aber was mich vielleicht am meisten beeindruckte, waren die folgenden zwei Punkte.

(4) Einstein erklärte, daß diese Vorhersagen entscheidend sind: wenn sie nicht mit seinen genauen theoretischen Kalkulationen übereinstimmen, würde er seine Theorie als widerlegt betrachten.

(5) Aber sogar wenn sie wie vorhergesagt beobachtet würden, erklärte Einstein, *sei seine Theorie falsch*. Er sagte, daß sie eine bessere Annäherung an die Wahrheit ist als Newtons, aber er gab Gründe an, warum er seine Theorie nicht als wahr betrachten würde, selbst wenn alle Vorhersagen richtig wären. Er skizzierte eine Anzahl von Bedingungen, die eine wahre Theorie (eine einheitliche Feldtheorie) erfüllen müßte und erklärte, daß seine Theorie im besten Falle eine Annäherung an diese bisher unerreichte einheitliche Feldtheorie ist.

Es kann nebenbei bemerkt werden, daß es Einstein ebenso wenig gelang wie Kepler, seinen wissenschaftlichen Traum zu erfüllen – oder seiner metaphysischen Traum: es ist in diesem Zusammenhang un-

wichtig, welche Bezeichnung wir verwenden. Was wir heute die Keplerschen Gesetze oder die Einsteinsche Gravitationstheorie nennen, sind Ergebnisse, die ihre Schöpfer in keiner Weise befriedigten; jeder arbeitete bis an sein Lebensende an seinem Traum weiter. Und selbst über Newton kann etwas ähnliches bemerkt werden: er glaubte nie, daß eine Theorie der Fernwirkung eine endgültig annehmbare Erklärung der Schwerkraft sein könnte<sup>2</sup>.

Einsteins Theorie wurde erstmals durch das berühmte Experiment von Eddington anlässlich der Sonnenfinsternis von 1919 überprüft. Obwohl er nicht an die Wahrheit seiner Theorie glaubte, obwohl er glaubte, daß sie nur eine neue wichtige Annäherung an die Wahrheit war, zweifelte Einstein niemals daran, wie das Ergebnis dieses Experiments ausgehen würde; der innere Zusammenhang, die innere Logik seiner Theorie überzeugte ihn davon, daß sie ein Schritt vorwärts war, selbst wenn er wußte, daß sie nicht wahr sein konnte. Sie hat seither eine Reihe weiterer Prüfungen bestanden, alle sehr erfolgreich. Aber einige Leute glauben immer noch, daß die Übereinstimmung zwischen der Einsteinschen Theorie und den Beobachtungen das Resultat (unglaublich unwahrscheinlicher) Zufälle sein könnte. Es ist unmöglich, das auszuschließen; doch kann die Übereinstimmung auch daraus resultieren, daß Einsteins Theorie eine unglaublich gute Annäherung an die Wahrheit ist<sup>3</sup>.

Das Bild der Wissenschaft, das ich bisher nur angedeutet habe, kann wie folgt skizziert werden.

Es gibt eine Wirklichkeit hinter der Welt, wie sie uns erscheint, möglicherweise eine vielschichtige Wirklichkeit, von der die Erscheinungen die äußersten Schichten sind. Der große Wissenschaftler stellt nun kühne Vermutungen, riskante Schätzungen darüber an, wie diese inneren Realitäten beschaffen sind. Das ist dem Erfinden von Mythen verwandt. (Historisch können wir die Ideen Newtons über Anaximander bis Hesiod zurückverfolgen und die Ideen Einsteins über Faraday, Boscovič, Leibniz und Descartes bis Aristoteles und Parmenides<sup>4</sup>.) Der Mut kann an der Distanz zwischen der Welt der Erscheinungen und der vermuteten Realität, der erklärenden Hypothese, gemessen werden.

Aber es gibt eine weitere und besondere Art von Mut – *den Mut*, Aspekte der Erscheinungswelt *vorherzusagen*, die bisher übersehen wurden, die sie aber besitzen muß, wenn die vermutete Realität (mehr oder weniger) richtig ist, wenn die erklärenden Hypothesen (unge-

fähr) wahr sind. Es ist diese speziellere Art von Mut, die ich gewöhnlich meine, wenn ich von kühnen wissenschaftlichen Vermutungen spreche. Es ist die Kühnheit einer Vermutung, die ein großes Risiko eingeht – das Risiko, überprüft und widerlegt zu werden; das Risiko, mit der Realität in Konflikt zu geraten.

*Es war und ist also mein Vorschlag, daß es diese zweite Art von Mut ist, einschließlich der Bereitschaft, Überprüfungen und Widerlegungen zu suchen, die die ›empirische‹ Wissenschaft von der Nicht-Wissenschaft unterscheidet, und besonders von den vorwissenschaftlichen Mythen und der Metaphysik.*

Ich werde diesen Vorschlag als (D) bezeichnen: (D) für ›Abgrenzung‹ (›demarcation‹).

Der oben kursiv gedruckte Vorschlag (D) ist das, was ich immer noch als den Kern meiner Philosophie betrachte. Aber ich war immer äußerst kritisch allen meinen Ideen gegenüber; und so versuchte ich sofort, diese besondere Idee zu kritisieren, bevor ich sie veröffentlichte. Und ich veröffentlichte sie zusammen mit den wichtigsten Ergebnissen dieser Kritik. Meine Kritik führte mich zu einer Reihe von Verfeinerungen oder Verbesserungen des Vorschlages (D): Es waren keine späteren Konzessionen, sondern sie wurden zusammen mit dem Vorschlag als ein Bestandteil des Vorschlages selbst veröffentlicht<sup>5</sup>.