

Jürgen Renn

Erkenntnisfortschritt und Begriffsentwicklung bei Galilei und Einstein



Geboren 1956 in Moers am Niederrhein. Studium der Physik, Mathematik, Philosophie und Wissenschaftsgeschichte in Bonn, Berlin und Rom. 1983 Diplom in Physik, 1987 Promotion in Mathematik. Mitherausgeber der *Collected Papers of Albert Einstein* und Assistant Professor für Physik und Philosophie an der Boston University. Arbeitsgebiete: Mathematische Physik, kognitive Entwicklung im gesellschaftlichen Kontext am Beispiel der Physik in der frühen Neuzeit und am Beispiel der Physik in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts. Adresse: The Collected Papers of Albert Einstein, Boston University, 745 Commonwealth Avenue, Boston MA 02215, USA.

Die Frage nach dem Verhältnis von Erkenntnisfortschritt und Begriffsgeschichte in der neuzeitlichen Physik und die Frage nach dem Verhältnis von kognitiver und gesellschaftlicher Entwicklung bilden den theoretischen Hintergrund der historischen Fallstudien, an denen ich während meines Jahres am Wissenschaftskolleg gearbeitet habe. Einerseits kann nach meiner Auffassung die Entwicklung des wissenschaftlichen Wissens nur im Rahmen übergreifender Theorien der kognitiven Entwicklung zureichend verstanden werden, andererseits ist sie unabtrennbar verknüpft mit der umfassenden Entwicklung des gesellschaftlich verfügbaren Wissens und seiner Organisation. Ich bezeichne mein zentrales Forschungsinteresse deshalb als das an einer *Sozialgeschichte von Wissenssystemen*, um damit zugleich meiner Anlehnung an die Kognitionsforschung und an die sozialhistorisch ausgerichtete Wissenschaftsgeschichte Ausdruck zu geben.

In den letzten Jahren stand allerdings die im engeren Sinne wissenschaftshistorische Arbeit an Texten Galileis und Einsteins zumeist im Vordergrund meiner Forschungstätigkeit. Ich habe mich insbesondere mit unveröffentlichten Texten dieser beiden Autoren beschäftigt, die Material für eine detaillierte Rekonstruktion ihrer Denkprozesse enthal-

ten. Im Falle Galileis handelt es sich um ca. 160 Folio-Seiten, die in der Biblioteca Nazionale in Florenz aufbewahrt werden; im Falle Einsteins um eine Anzahl kürzlich entdeckter Briefe aus seiner Studentenzeit, die inzwischen im ersten Band der Einstein-Ausgabe publiziert sind. Galileis Manuskripte zur Mechanik, von denen hier die Rede ist, stellen keinen zusammenhängenden Text dar, sie sind nicht chronologisch geordnet und enthalten in wildem Durcheinander Zeichnungen, Rechnungen und verstreute Bemerkungen. Die Manuskripte sind in einem Zeitraum von mehr als 30 Jahren entstanden und dokumentieren Galileis theoretische und experimentelle Forschungen zu Schlüsselproblemen der Mechanik. Einsteins frühe Briefe (aus der Zeit vor 1905) werfen ein neues Licht auf die Gedankenwelt, aus der seine Arbeiten zur statistischen Mechanik, zur Relativitätstheorie, zur Quantentheorie und zur Brownschen Bewegung hervorgegangen sind. Sie zeigen u. a., wie tief Einstein sich auf Detailprobleme der physikalischen Chemie, der Gastheorie und der Elektronentheorie der Metalle eingelassen hat, Themen also, die scheinbar wenig mit seinen bahnbrechenden Arbeiten aus dem Jahre 1905 zu tun haben.

Der Aufenthalt am Wissenschaftskolleg hat mir die Gelegenheit gegeben, mich verstärkt den übergreifenden theoretischen Fragestellungen meiner wissenschaftshistorischen Arbeiten zuzuwenden. Dazu haben ganz entscheidend die interdisziplinären Brücken beigetragen, die sich in der Gesprächsrunde mit dem Thema *Comparative Epistemology*, in den Diskussionen im Anschluß an die Seminare der Fellows, oder — ungeplant und unplanbar — in Gesprächen mit Fellows, Mitarbeitern und Besuchern des Hauses konstruieren ließen. Darüber hinaus habe ich während meines Aufenthaltes am Wissenschaftskolleg meine Kontakte zu Berliner Kollegen erneuern können, die im Bereich der Wissenschaftsgeschichte an verwandten Fragestellungen arbeiten. Insbesondere die Möglichkeit, die Zusammenarbeit mit dem von Peter Damerow (Max-Planck-Institut für Bildungsforschung) und Wolfgang Lefèvre (Freie Universität Berlin) veranstalteten Forschungskolloquium zu Problemen der Begriffsentwicklung in der Naturwissenschaft fortsetzen zu können, war eine wichtige Voraussetzung für den zügigen Abschluß eines im vergangenen Jahr begonnenen Buchprojektes (Peter Damerow, Gideon Freudenthal, Peter McLaughlin, Jürgen Renn: *The Limits of Deductivity — The Concept of Motion in Early Modern Physics*, Springer-Verlag, im Erscheinen. Zur bereits etablierten Zusammenarbeit mit Berliner Kollegen ist die Perspektive einer zukünftigen Kooperation des Bostoner Einstein-Projektes mit Berliner Institutionen hinzugekommen, die sich vor allem aus Gesprächen am Wissenschaftskolleg entwickelt hat.

Neben verschiedenen Artikeln und Vorträgen über Galilei und Ein-

stein — darunter einer vergleichenden Studie dieser beiden Autoren — und einer Arbeit über mathematische Physik, habe ich dieses Jahr hauptsächlich meinem Buchprojekt *Die begrifflichen Grenzen der vorklassischen Mechanik* gewidmet. Nicht zuletzt dank der großzügigen bibliothekarischen und sekretariellen Hilfe, die mir das Kolleg gewährt hat, habe ich wesentliche Teile des Manuskripts abschließen können.

Der Begriff „vorklassische Mechanik“ erfüllt für mich mehr als nur eine deskriptive Funktion. Er bezeichnet zwei miteinander verbundene Probleme: die Erklärung des Erkenntnisfortschrittes, der in der Entwicklung der Mechanik von der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zu den Arbeiten Galileis erzielt wurde; und die Erklärung der wesentlichen strukturellen Verschiedenheit der Mechanik im Zeitalter Galileis von dem, was heute in der Physik klassische Mechanik heißt. Diese beiden Probleme bezeichnen ein umfassendes Programm zum Studium der Geschichte der vorklassischen Mechanik, ein Programm, das ich mit dem theoretischen Interesse verfolge, das Verhältnis von Erkenntnisfortschritt und der Umstrukturierung begrifflicher Systeme in einem konkreten historischen Fall besser verstehen zu lernen.

Zu den Ergebnissen meiner Arbeit gehört die Einsicht, daß Galilei die Erkenntnisfortschritte, die ihn in einzelnen Punkten in die Nähe der klassischen Mechanik gebracht haben — Ableitung des Fallgesetzes, Herleitung der parabolischen Gestalt von Geschößflugbahnen usw. — nicht aufgrund der Einführung neuer, der modernen Theorie nahestehender Grundbegriffe oder Methoden erreicht hat, sondern mit Hilfe eines begrifflichen Instrumentariums, das im Prinzip seit Mitte des 16. Jahrhunderts durch die soziale und intellektuelle Integration verschiedener Wissenstraditionen zur Verfügung stand, und das von Galileis Zeitgenossen und Vorläufern in nicht wesentlich verschiedener Weise genutzt wurde. Galileis „Erkenntnisdurchbrüche“ in der Mechanik, die oft zum Inbegriff der wissenschaftlichen Revolution gemacht wurden, sind also nicht als Resultat einer tiefgreifenden begrifflichen Revolution zu sehen, sondern als das Resultat der systematischen Anwendung eines historisch vorgegebenen begrifflichen Instrumentariums auf bestimmte neue Gegenstände.

Auf der Grundlage eines ausgedehnten Studiums von Galileis Manuskripten und der zeitgenössischen Literatur habe ich außerdem zeigen können, daß die Galileische Mechanik, die ich als Exempel der vorklassischen Mechanik behandle, bestimmte Grenzen, Engpässe und Widersprüchlichkeiten aufweist, deren Überwindung Anlaß gibt zu den großen begrifflichen Umstrukturierungen, die die vorklassische von der klassischen Mechanik unterscheiden. Die vorklassische Mechanik stellt eine relativ abgeschlossene begriffliche Struktur dar, die für eine beträcht-

liche Anzahl von Aussagen über Probleme der Statik und über Bewegungsvorgänge verschiedene deduktive Zusammenhänge liefert. Während die Engmaschigkeit deduktiver Verknüpfungen in einem gegebenen Begriffssystem das System einerseits gegenüber neuen Erfahrungen stabilisiert, kann die Existenz verschiedener Deduktionswege andererseits zu widersprüchlichen Aussagen über denselben Sachverhalt führen. In Galileis Begriffen ergeben sich zwangsläufig mehrere miteinander unverträgliche Schlußfolgerungen über die Fallbewegung und die Bewegung beim schiefen Wurf. Obwohl Galilei gerade durch die Behandlung dieser beiden Probleme einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung der späteren klassischen Mechanik geleistet hat, waren sie dennoch für ihn, d. h. im Rahmen des Begriffssystems der vorklassischen Mechanik, im Grunde unlösbar.

Die Fortsetzung meiner Untersuchungen zur Geschichte der vorklassischen Mechanik und mein Vorhaben, auch das Werk Einsteins aus der Perspektive einer Sozialgeschichte von Wissenssystemen zu analysieren, sind schon jetzt den Anregungen verpflichtet, die ich während meines Aufenthalts am Wissenschaftskolleg empfangen habe.