

Brigitte Falkenburg, Wolfgang Muschik

## Models, Theories and Disunity in Physics\*

Im Rahmen der Reihe *Philosophie-Physik-Wissenschaftsgeschichte* fand vom 5. bis 7. Juni 1996 ein gemeinsames Kolloquium des Wissenschaftskollegs zu Berlin und der TU Berlin statt. Die Tagung *Models, Theories and Disunity in Physics* wurde in Zusammenarbeit mit Wolfgang Muschik (Theoretische Physik, TU Berlin) durchgeführt. Das Thema war die wissenschaftsphilosophische Debatte um die Uneinheitlichkeit der Physik, die in neuerer Zeit die traditionellen Diskussionen um die Einheit der Wissenschaft abgelöst hat. In der Debatte werden die Gründe geltend gemacht, aus denen man gegen eine allzu monolithische Sicht der Physik skeptisch sein sollte. Die Physik wird dadurch näher an Disziplinen wie die Biologie oder Ökonomie herangerückt, in denen die Theorienbildung grundsätzlich Stückwerk bleibt, weil sich die System- und Prozeßbeschreibungen nicht auf einheitliche theoretische Erklärungsmuster reduzieren lassen. Aber inwieweit wird es der Struktur und dem Erklärungsanspruch der Physik gerecht, eine pragmatische Sicht der Modellbildung zu vertreten und Modellen als lokalen Erklärungsinstanzen eine größere Erklärungsleistung als umfassenden Theorien zuzugestehen?

Eröffnungsvortrag:

Hans Poser (TU Berlin)

*Mathesis universalis and Scientia generalis: A Contemporary Perspective*

Vorträge mit Kommentar und Diskussion:

Nancy Cartwright (London School of Economics)

*The Mottled World*

Kommentar: Manfred Stöckler, Universität Bremen

Erhard Scheibe (Universität Heidelberg)

*On Limitations for Physical Knowledge*

Kommentar: Hans A. Weidenmüller (MPI für Kernphysik Heidelberg)

---

\* Seminar der Otto und Martha Fischbeck-Stiftung am Wissenschaftskolleg, gehalten an der Technischen Universität Berlin vom 5. bis 7. Juni 1996

Margaret Morrison (University of Toronto)  
*Modelling Nature: Between Physics and the Physical World*  
Kommentar: Wolfgang Muschik (TU Berlin)

Brigitte Falkenburg (Universität Heidelberg)  
*Bohr's Principles of Unifying Quantum Disunities*  
Kommentar: Karl-Eberhard Hellwig (TU Berlin)

Peter Mittelstaedt (Universität Köln)  
*Unifying Quantum Mechanics and its Interpretation*  
Kommentar: Robin F. Hendry (University of Durham)

Gerd Graßhoff (MPI für Wissenschaftsgeschichte Berlin)  
*The Methodology of Modelling the Astrophysical Object SS433*  
Kommentar: Klaus Hentschel (Universität Göttingen)

Zeno Swijtink (MPI für Wissenschaftsgeschichte Berlin)  
*The Disunity of Data Analysis*  
Kommentar: Joan Richards (Wissenschaftskolleg/Brown University, Providence)

Einführung in die Abschlußdiskussion:  
Andreas Hüttemann (Universität Heidelberg).

Die Tagungsbeiträge werden 1997 in *Philosophia naturalis* publiziert.

*Hans Poser* eröffnete die Tagung mit einem philosophiegeschichtlichen Überblick zu den klassischen Entwürfen einer Einheit der Wissenschaften sowie zu den neueren historistischen Tendenzen von Pluralismus und Relativierung. Die *mathesis universalis* von Descartes und die *scientia generalis* von Leibniz waren auf metaphysischer Basis konzipiert, während das Programm einer Einheitswissenschaft im Wiener Kreis (Neurath) anti-metaphysische Stoßrichtung hatte. Die wissenschaftshistorische Kritik am Einheitsdenken entfaltete ihre Wirkung mit Kuhns Studien zur Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, hatte aber schon Vorläufer bei Collingwood und Fleck. Lösungswege ‚zwischen‘ Apriorismus und Historismus werden in der heutigen Wissenschaftsphilosophie von Hübner, Laudan und Toulmin gesucht.

Die folgenden Vorträge und Kommentare arbeiteten die Spannung zwischen theoretischer Einheitsprogrammatisierung und faktischer Uneinheitlichkeit der modernen Physik aus verschiedenen Perspektiven heraus. Dabei wurde die Darstellung und Diskussion kontroverser Stand-

punkte angestrebt und auch erreicht. *Nancy Cartwright* plädierte angesichts der Idealisierungen, die man schon bei der Beschreibung des freien Falls in der klassischen Mechanik vornimmt, und der faktischen Uneinheitlichkeit aller Modelle im Gebiet der Quantenphysik gegen die realistische Deutung fundamentaler physikalischer Gesetze und für den theoretischen Pluralismus. Nach *Manfred Stockier* schließen solche Fallbeispiele die realistische Sicht umfassender physikalischer Theorien aber nicht aus, sie sind mit theoretischem Fundamentalismus und Pluralismus gleichermaßen verträglich. *Erhard Scheibe* deutete Nancy Cartwrights Gründe für den innerphysikalischen Pluralismus im Sinne einer Komplementarität von Erklärungskraft und Wahrheit: je größer die Reichweite einer physikalischen Erklärung ist, desto geringer ist wegen der vorgenommenen Idealisierungen ihr Wirklichkeitsgehalt (und umgekehrt). Bei der Rekonstruktion physikalischer Theorien mittels des mathematischen Strukturbegriffs tritt eine verwandte Komplementarität ins Blickfeld: komplementär sind hier die Allgemeingültigkeit und die Kohärenz physikalischer Naturbeschreibung. Die Physik zielt auf allgemeine Beschreibungen physikalischer Systeme. Dabei legt sie zwei rivalisierende Auffassungen von Allgemeinheit zugrunde: (i) die Kohärenz einer mathematischen Struktur, die eine einheitliche Beschreibung für ein individuelles System liefert, und (ii) die Allgemeingültigkeit dieser Systembeschreibung für die Elemente einer Klasse unabhängiger physikalischer Systeme. Daß sich Allgemeingültigkeit und Kohärenz in der Naturbeschreibung ausschließen, weist auf prinzipielle Grenzen der physikalischen Erkenntnis hin. *Hans A. Weidenmüller* hob dagegen hervor, daß die Erklärung physikalischer Phänomene durch theoretische Gesetze nicht im Kontext spekulativer Welterklärung steht, sondern im Kontext der Durchführung von Experimenten. Die Gesetze der Physik ermöglichen nicht die Rekonstruktion der Welt, sie beschreiben höchstens Ebenen verschiedenen Komplexitätsgrads innerhalb der Welt.

*Margaret Morrison* stellte der axiomatischen Sicht physikalischer Theorien, nach der man Theorien als Klassen von Modellen betrachten kann, eine pragmatische Sicht der physikalischen Modellbildung entgegen: Modelle sind autonom, d.h. nicht notwendig Bestandteil einer Theorie; und sie haben instrumentellen Charakter. Dies zwingt nicht zu ihrer rein instrumentalistischen Deutung, denn eine ihrer Funktionen ist die Darstellung physikalischer Systeme. *Wolfgang Muschik* zeigte, wie auch die Stellung autonomer Modelle zwischen umfassenden Theorien und experimentell gewonnenen Daten im Rahmen eines axiomatischen Ansatzes rekonstruierbar ist. *Brigitte Falkenburg* zeigte an Bohrs Sicht der physikalischen Erklärung, daß die Modellbildung in Zeiten

theoretischen Umbruchs nicht sämtliche Einheitsprinzipien preisgibt. Bohrs Atommodell und die darauf beruhende ältere Quantentheorie resultierten aus vertikalen und horizontalen Analogien mit einheitsstiftender Funktion, die zum Korrespondenzprinzip führten, den Weg zur Quantenmechanik bahnten und tragend für Bohrs Komplementaritätsphilosophie waren. *Karl-Eberhard Hellwig* machte darauf aufmerksam, daß das Korrespondenzprinzip noch heute benötigt wird, um von klassischen Theorien über Quantisierungsregeln zu Quantentheorien zu gelangen. *Peter Mittelstaedt* zeigte, daß die Koexistenz von klassischen Theorien und Quantentheorien weniger friedlich ist, als Vertretern des Pluralismus lieb sein kann: die Quantenmechanik wird zu einer semantisch inkonsistenten Theorie, sobald man ihre Interpretation so weit in sie einbettet, daß man sie auf die Beschreibung der Wechselwirkung eines Quantenobjekts mit dem Meßgerät anwendet und versucht, das Entstehen wohldefinierter, objektiver Meßergebnisse herzuleiten. *Robin F. Hendry* wies aber darauf hin, daß für den pragmatischen Umgang mit der Quantentheorie ein schwächerer Interpretationsbegriff im Sinne empirischer Korrespondenzregeln völlig hinreichend ist.

*Gert Graßhoff* stellte die Modell- und Hypothesenbildung der neueren Astrophysik in einer detaillierten Fallstudie vor, die insbesondere die kollektiven Entscheidungsprozesse von Forschergruppen und die ihnen zugrundeliegende Methodologie herausarbeitet. Wie *Klaus Hentschel* hervorhob, machte er hiermit erstmals umfassendes Material aus der neueren Astrophysik für Wissenschaftshistoriker und -philosophen zugänglich und demonstrierte dabei, daß sich die kollektive Modellbildung in der modernen Physik nicht nach Maßgabe sozialer oder ökonomischer Bedingungen vollzieht, sondern nach epistemischen Kriterien. *Zeno Swijtink* besprach die Vielfalt der statistischen Methoden, die man in den empirischen Wissenschaften zur Datenanalyse verwendet, und deutete sie als theoretische Heterogenität, die im Sinne eines Theorien- und Methodenpluralismus praktiziert wird. *Joan Richards* wies auf die Zweckabhängigkeit der Entscheidung für Theorien und des Praktizierens wissenschaftlicher Methoden hin.

*Andreas Hüttemann* führte in die Abschlußdiskussion ein, indem er die verschiedenen Arten von Einheit bzw. Pluralismus unterschied, die im Zentrum der einzelnen Tagungsbeiträge standen und kontrovers sind: nomologische, ontologische und methodologische Einheit bzw. Vielfalt; Universalität (Allgemeingültigkeit); Kohärenz (nomologische Vernetztheit); darüber hinaus stellte er die Modellbegriffe zusammen, die im Kontext dieser Kontroverse eine Rolle spielen. Insgesamt hat die Tagung gezeigt: Es fällt Physikern, Philosophen und Wissenschaftshistorikern nicht leicht, sich über die verschiedenen Aspekte von Einheit

und Vielfalt innerhalb der Physik und über ihre Gewichtung zu verständigen. Die Diskussion darüber ist aber nicht bloß fruchtbar, sondern sie ist unerlässlich, um Forschungsergebnisse aus allen drei Disziplinen zusammenzutragen und sie aus unterschiedlichen Perspektiven zu beleuchten.