

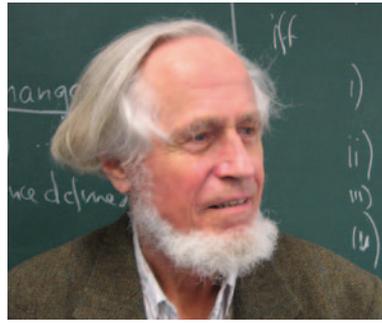
## ■ Nachruf auf Hans-Jürgen Borchers

**A**m 10. September 2011 verstarb Prof. Dr. Hans-Jürgen Borchers im Alter von 85 Jahren. Er war eine führende Persönlichkeit auf dem Gebiet der Mathematischen Physik und Träger der Max-Planck-Medaille der DPG.

Hans-Jürgen Borchers wurde am 24. Januar 1926 in Hamburg geboren. Sein Weg führte zunächst in eine ganz andere Richtung: Mit einer Ausbildung zum Maschinenschlosser besuchte er nach dem Krieg das Hamburger Technikum und arbeitete als Ingenieur. Das Abitur holte er mit Abendkursen nach, und 1950 begann er das Physikstudium an der Universität Hamburg. Dort lernte er Wilhelm Lenz kennen, bei dem er 1956 promovierte. Als Assistent von Lenz' Nachfolger Harry Lehmann, der auf dem sich damals rasant entwickelnden Gebiet der relativistischen Quantenfeldtheorie arbeitete, erkannte Borchers schon bald die Bedeutung und Stärke von fundamentalen Prinzipien für das modellunabhängige Verständnis dieser damals noch sehr pragmatischen Theorie.

Eine seiner ersten Entdeckungen war, dass große Klassen von Quantenfeldern dieselben Streuprozesse beschreiben, und dass die zugrundeliegende Bedingung der „relativen Lokalität“ (im Sinne der Einstein-Kausalität: Vertauschbarkeit bei raumartiger Entfernung) eine Äquivalenzrelation im mathematischen Sinne ist („wenn A mit B kausal vertauscht und B mit C, dann auch A mit C“). Diese Einsicht widerlegte nicht nur die naive Vorstellung einer strikten Zuordnung zwischen Teilchen und Feldern; sie untermauerte auch die damals von Rudolf Haag entwickelte Idee, dass weniger die individuellen Felder als vielmehr die von ihnen erzeugten „lokalen Algebren“ den invarianten Gehalt einer Theorie ausmachen.

Obwohl eine Quantenfeldtheorie (z. B. die Quantenelektrodynamik) typischerweise durch nicht-observable oder nichtlokale und nicht-eichinvariante Felder beschrieben wird, konnte Borchers zeigen, dass sich dennoch der Hamilton-Oper-



Hans-Jürgen Borchers

rator immer durch eichinvariante observable Feldgrößen lokal approximieren lässt. Er erkannte auch die Bedeutung der Positivität des Spektrums dieses Operators (d. h., der Energie) für die Klassifikation inäquivalenter Hilbert-Raum-Darstellungen der lokalen Observablen (Superauswahlsektoren).

Auf Borchers geht auch ein mathematisch neuer Gesichtspunkt für die Axiomatisierung der Quantenfeldtheorie zurück: Es gibt eine „universelle“ Algebra, und jede Quantenfeldtheorie ist ein Zustand auf dieser Algebra, der jedem Element einen Erwartungswert zuweist. Diese Erwartungswerte sind die Korrelationsfunktionen im Wightman'schen Sinne, aus denen man unter anderem die Streuamplituden extrahieren kann. Verschiedene Theorien sind durch unterschiedliche Ideale in der Algebra charakterisiert. Auf diese Art wird Quantenfeldtheorie als ein nichtkommutatives Momentenproblem reformuliert und der Analyse zugänglich gemacht.

Mit diesen frühen Resultaten wurde Hans-Jürgen Borchers schnell internationale Anerkennung zuteil. Er hatte Forschungsstellen in Princeton und Paris inne und erhielt 1966 den Ruf auf eine Professur in Theoretischer Physik an der Universität Göttingen als Nachfolger von Friedrich Hund. Vier Jahre später wurde er Mitglied der Göttinger Akademie der Wissenschaften.

Das strukturelle Zusammenspiel zwischen Positivität des Energiespektrums und Einstein-Kausalität in der Quantenfeldtheorie blieb das zentrale Thema seines wissenschaftlichen Lebens. Gemeinsam mit Det-

lev Buchholz konnte er zeigen, dass dank der Kausalität das gemeinsame Spektrum von Energie und Impuls auch dann Lorentz-invariant ist, wenn die Lorentz-Symmetrie nicht unitär realisiert ist. Dies erklärt z. B., warum Elektronen der relativistischen Energie-Impuls-Relation genügen, obwohl in den geladenen Sektoren der Quantenelektrodynamik die Lorentz-Symmetrie spontan gebrochen ist.

Kurz nach seiner Emeritierung 1991 gelang ihm eine bemerkenswerte Entdeckung, die eine Vielzahl von neuen Entwicklungen in der Algebraischen Quantenfeldtheorie angestoßen hat und deren konstruktives Potenzial noch lange nicht ausgeschöpft ist: Unter bestimmten Voraussetzungen an die Position einer Unteralgebra in einer größeren Algebra auf dem Hilbert-Raum kann man allein aus diesen Daten Operatoren gewinnen, die die „richtigen“ Vertauschungsrelationen erfüllen, um damit die ganze relativistische Symmetriegruppe zu erzeugen. Die Poincaré-Gruppe hat also gewissermaßen einen „rein algebraischen Ursprung“. Für diese und andere wegweisende Beiträge, mit denen er die axiomatische Quantenfeldtheorie geprägt hat, erhielt Hans-Jürgen Borchers 1994 die Max-Planck-Medaille der DPG.

Borchers war ein Mathematischer Physiker par excellence. Seine Meisterschaft bestand darin, unterschiedliche mathematische Gebiete, etwa Operator-Algebra, Spektraltheorie und die Theorie der komplexen Funktionen in mehreren Variablen, miteinander zu verknüpfen und aus ihrem Wechselspiel neue physikalische Einsichten zu gewinnen.

Die Faszination durch die Mathematische Physik hat ihn niemals losgelassen. Bis zu seinem Tode hat er sich der Forschung gewidmet, und diese hat ihm in den letzten von Krankheiten geprägten Jahren Kraft gegeben. Das Vermächtnis seiner Erkenntnisse wird in der Forschungslandschaft der Quantenfeldtheorie weiterleben.

Karl-Henning Rehren

Prof. Dr. Karl-Henning Rehren (Institut für Theoretische Physik, Universität Göttingen) für den Fachverband „Theoretische und mathematische Grundlagen der Physik“