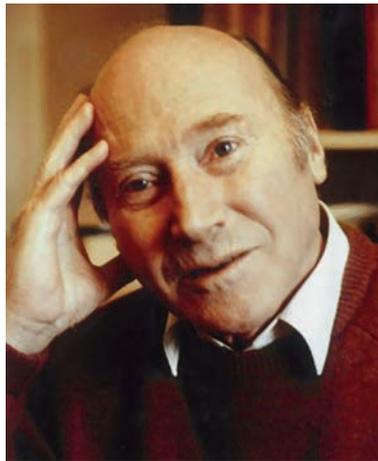


■ Nachruf auf Rudolf Haag

Rudolf Haag, einer der Pioniere bei der Klärung der Konzepte der Quantenfeldtheorie und Quantenstatistischen Mechanik, ist am 5. Januar 2016 im Alter von 93 Jahren gestorben. Er wurde am 17. August 1922 in Tübingen geboren, wo er auch die Schule besuchte. Nach dem Zweiten Weltkrieg studierte er Physik in Stuttgart und München, promovierte 1951 bei Fritz Bopp und wurde dessen Assistent. Bei zwei längeren Aufenthalten in Kopenhagen hatte er engen Kontakt zu Niels Bohr und Mitarbeitern. In dieser Zeit entstand seine erste grundlegende Arbeit zur Quantenfeldtheorie.

Nach der Habilitation ging Haag zu Werner Heisenberg nach Göttingen. Es folgten Gastprofessuren in Princeton und Marseille; 1960 wurde er Professor in Urbana, Illinois. 1966 nahm er einen Ruf an die Universität Hamburg an, wo er bis zu seiner Emeritierung tätig war. Rudolf Haag erhielt 1970 die Max-Planck-Medaille der DPG und 1997 den Henri-Poincaré-Preis der internationalen Vereinigung mathematischer Physiker IAMP. Er war Mitglied mehrerer Akademien. Mit Res Jost gründete er 1965 die Zeitschrift *Communications in Mathematical Physics* und war deren erster Herausgeber.

Charakteristisch für Haags Zugang zur Physik war sein Gespür für grundlegende Fragen, deren Beantwortung wesentlich dazu beitrugen, die Theorie weiterzuentwickeln. So widmete er sich in seinen frühen Arbeiten der Frage, warum und wie Quantenfelder Teilchen beschreiben. Denn die relativistische Teilchenphysik ließ sich mit dem Teilchen-Welle-Dualismus der Atomphysik nicht vereinbaren. Haag erkannte, dass die raumzeitliche Lokalisierbarkeit der Quantenfelder und ihre Vertauschungsrelationen bei raumartigen Abständen für die asymptotische Teilchenstruktur in Stoßprozessen verantwortlich sind. David Ruelle und andere brachten Rudolf Haags tiefe Einsichten in die Form mathematischer Theoreme. Diese bilden



Rudolf Haag

heute die Haag-Ruelle-Streutheorie.

Für observable Quantenfelder folgt aus dem Einsteinschen Kausalitätsprinzip deren Vertauschbarkeit bei raumartigen Abständen. Diese überträgt sich auf die von den Observablen in endlichen Raumzeitgebieten erzeugten Algebren. Haag sah, dass man für die Interpretation der Theorie nur diese den Gebieten zugeordneten Algebren kennen muss, und schuf gemeinsam mit Daniel Kastler den theoretischen Rahmen hierfür: die Haag-Kastler-Axiome der Observablenalgebren.

Dieser Rahmen erwies sich als außerordentlich fruchtbar. So gelang es Haag mit Nicolaas Hugenholtz und Marinus Winnink, Gleichgewichtszustände unendlicher Quantensysteme durch die KMS-Bedingung zu charakterisieren, in Verallgemeinerung der von Neumannschen Dichtematrizen bei endlichen Quantensystemen. Die KMS-Bedingung ist heute zu einem Standardwerkzeug in der Quantenstatistischen Mechanik geworden und fand Eingang in die reine Mathematik.

Für die auf Gibbs zurückgehende statistische Charakterisierung von Gleichgewichtszuständen suchte Haag nach einer tieferen Begründung. Mit Daniel Kastler und Ewa Trych-Pohlmeyer zeigte er, dass stationäre Zustände, die unter Störungen stabil sind, die KMS-Bedingung erfüllen. Eine weitere Anwendung der Obser-

vablenalgebren war die Klärung des Ursprungs der Teilchenstatistik und der inneren Symmetrien. Diese Eigenschaften werden in Modellen meist ad hoc in unbeobachtbaren Feldern codiert. Stattdessen untersuchte Haag mit Sergio Doplicher und John E. Roberts die möglichen Superauswahlsektoren der Observablen. In Theorien mit kurzreichweitigen Kräften zeigten sie, dass in vier Dimensionen nur Bose- und Fermi-Statistik auftreten können. Doplicher und Roberts bewiesen später, dass die dabei sichtbare Ladungsstruktur durch die Darstellungen einer Gruppe, nämlich der globalen Eichgruppe, bestimmt ist. Alle diese Eigenschaften sind somit Konsequenz der Einstein-Kausalität.

Auch die Supersymmetrie hat Haag fasziniert. Seine Klassifikation aller möglichen Supersymmetrien der Streumatrix mit Jan Lopuszanski und Martin Sohnius ist seine meistzitierte Arbeit. Haag untersuchte dann, zusammen mit Heide Narnhofer, Ulrich Stein und mit Klaus Fredenhagen, Quantenfelder auf gekrümmter Raumzeit und klärte unter anderem, wie die Hawking-Strahlung Schwarzer Löcher aus Stabilitätseigenschaften folgt.

In jüngerer Zeit arbeitete Rudolf Haag daran, das Konzept der Observablen durch den Begriff des Ereignisses zu ersetzen und dadurch zu einer tieferen Begründung der Quantenphysik zu gelangen. Seine Ideen hierzu findet man in der zweiten Auflage seines Buches „Local Quantum Physics“, einer meisterlichen Darstellung seines Gebietes.

Rudolf Haag hat die Grundlagen der Quantenphysik bereichert, seine Beiträge gehören zu deren festem Bestand. Er war für seine Mitarbeiter und Schüler Vorbild in seinem auf die Physik hin gerichteten Denken, seiner Tiefe und seiner begrifflichen Klarheit. Wir werden ihn vermissen.

**Detlev Buchholz und
Klaus Fredenhagen**

Prof. Dr. Detlev Buchholz, Institut für Theoretische Physik, Universität Göttingen und **Prof. Dr. Klaus Fredenhagen**, II. Institut für Theoretische Physik, Universität Hamburg