

# Heidelberg und die Weltmaschine

Am CERN in Genf kreisen die Teilchen auch dank Hilfe vom Neckar – Der Physiker Karlheinz Meier über diese Beteiligungen

Von Heiko P. Wacker

Vor kurzem gelang der „Weltmaschine“ ein Durchbruch, auf den Physiker weltweit gewartet haben. Hundert Meter unter der Erde kollidierten im neuen Teilchenbeschleuniger des europäischen Forschungszentrums CERN zwei Protonenstrahlen mit bislang unerreichter Energie. In dieser Welt der Extreme – ein Wissenschaftler verglich das Experiment einmal mit dem Versuch, zwei Stecknadeln im Atlantik mit der Spitze aufeinanderprallen zu lassen – entstehen Bedingungen, wie sie kurz nach dem Urknall geherrscht haben: für die Winzigkeit von Billionstel Sekunden vor rund 13,7 Milliarden Jahren.

Möglich wurde der faszinierende Blick in die Anfänge allen Seins auch dank maß-



Prof. Karlheinz Meier ist Direktor des Heidelberger Kirchhoff-Instituts für Physik. Foto: D. Welker

geblicher Hilfe aus Heidelberg, ist doch die Neckarstadt auf vielfältige Weise an den Experimenten beteiligt. Die enge Kooperation Heidelbergs mit CERN währt seit mehr als einem halben Jahrhundert, wie Karlheinz Meier betont. Der Ordinarius am Kirchhoff-Institut für Physik im Neuenheimer Feld kennt die Verflechtungen.

So war bereits Anfang der 50er Jahre Christoph Schmelzer am CERN für den Bau des Protonensynchrotrons verantwortlich, das bis heute die Protonen für den „Large Hadron Collider“, den ringförmigen Teilchenbeschleuniger LHC am Europäischen Kernforschungszentrum des CERN liefert. „Schmelzer wurde 1959 Professor in Heidelberg und dann 1969 Direktor der Gesellschaft für Schwerionenforschung, an der später die Schwerionentherapie begründet wurde, die heute am Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum eingesetzt wird“, erinnert Karlheinz Meier an den 2001 verstorbenen Wissenschaftler.

Bei dieser Therapieform kommen so genannte „PET-Scanner“ zum Einsatz: „Das sind gewissermaßen typische zylindrische Teilchendetektoren, wie sie sich – nur eben viel, viel größer – auch am LHC finden.“ Diese Positronen-Emissions-Tomographie-Scanner erlauben Einblicke in den lebenden Organismus, dem zuvor schwach ra-

dioaktive Substanzen injiziert wurden. „Der Unterschied liegt vor allem in der Zahl der Messkanäle – einige hier, Millionen am LHC – und der Häufigkeit der Messereignisse, die am LHC bei rund 40 Millionen pro Sekunde rangiert“, meint Prof. Meier schmunzelnd.

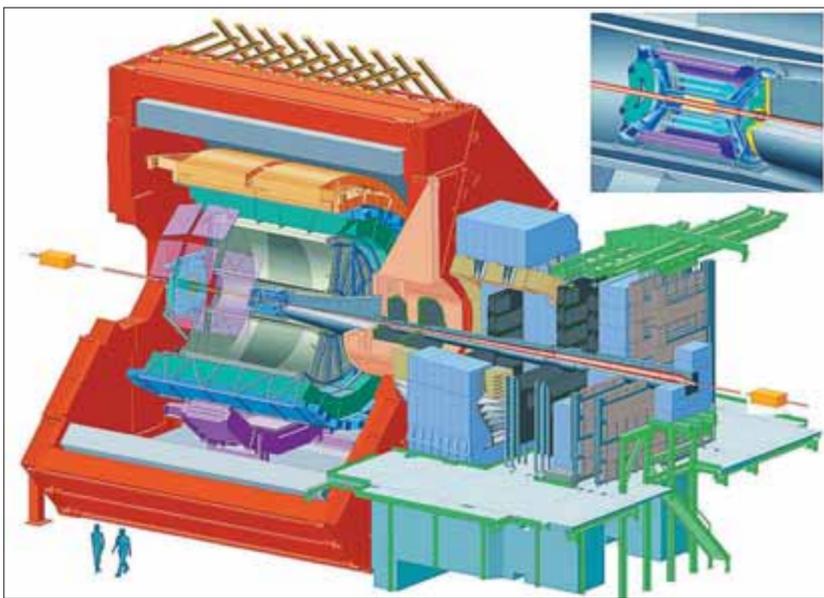
Was heute medizinischen Nutzen mit sich bringt, war einst umstritten – auch wegen der enormen Mittel, die für Projekte wie den LHC notwendig sind, wo Grundlagenforschung in ihrer reinsten Form betrieben wird. Rund drei Milliarden Euro direkter Kosten wurden von den 20 Mitgliedstaaten sowie sechs weiteren Beobachter-Staaten aufgebracht, um zwei auf höchste Energien beschleunigte Hadronenstrahlen – hierbei handelt es sich entweder um reine Protonen oder später auch Bleikerne, also Schwerionen – zur Kollision zu bringen.

Dabei entstehen Bedingungen, wie sie sehr früh im Universum herrschten. „Und ich meine wirklich SEHR früh: Wir sprechen hier von 0.00001 bis 0.000000000001 Sekunden nach dem Urknall“, betont Karlheinz Meier. Solche Zeitspannen mit fünf bis zwölf Stellen hinter dem Komma degradieren Wimpernschläge zu Äonen.

Untersucht werden die Kollisionen in vier großen Experimenten, wobei Heidelberg an gleich dreien massiv beteiligt ist. Das ist weltweit einzigartig und wurde ermöglicht durch insgesamt 23 Millionen Euro aus der Verbundforschung, die für die Erforschung, Entwicklung und den Bau der Experimente vom Bundesministerium für Bildung und Forschung bereitgestellt wurden. „Zu diesen Mitteln kamen Förderungen von der Universität, dem Land, der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Helmholtz-Gesellschaft. Die Max-Planck-Gesellschaft ist in Heidelberg über das Max-Planck-Institut für Kernphysik dabei“, zählt Karlheinz Meier die vielfältigen Verflechtungen auf, die ganze Bücher füllen würden, wollte man die Beiträge detailliert auflisten. „Denn die drei Experimente sind zwar alle am LHC, von ihrer Fragestellung her allerdings sehr unterschiedlich.“

## Das „ALICE-Experiment“

Hier wäre zunächst das „ALICE-Experiment“ des Kirchhoff- und des Physikalischen Instituts zu nennen, das einen noch völlig unerforschten Materiezustand untersucht: Aus dieser „Suppe“, einem Plasma aus Quarks und Gluonen, gingen dereinst die Bestandteile unserer Atom-



Eine Schemazeichnung des ALICE Detektors am LHC. Der grüne Zylinder in der Mitte zeigt den in Heidelberg gebauten Übergangsstrahlungsdetektor.



Am 23. November 2009 war es endlich soweit. Die ersten Zusammenstöße von Protonen werden im Kontrollraum des ATLAS-Experiments bejubelt. Die vorwiegend jungen Leute auf dem Bild waren zum Zeitpunkt der Genehmigung des LHC-Projekts noch Schüler. 2 Fotos: CERN

kerne hervor. „ATLAS wiederum – hier arbeiten die beiden eben genannten Institute mit dem Zentralen Institut für Technische Informatik zusammen – ist auf der Suche nach Dingen, die weit über unsere gegenwärtige Vorstellungskraft hinausgehen. Dunkle Materie, wie sie im Weltall bereits beobachtet wird, steht hier ebenso im Fokus wie die Higgs-Teilchen, deren Wirkung uns vermutlich alle umgibt. Und selbst neue Raumdimensionen sind hier im Gespräch.“

Und schließlich wäre noch das Experiment „LHC-b“ des Physikalischen Instituts und des Max-Planck-Instituts für Kernphysik zu nennen. „Hier geht es um ein ganz grundlegendes Phänomen: die Brechung von Symmetrien. So hat sich unser Universum irgendwann entschieden, viel mehr Materie als Antimaterie zu enthal-

ten. Nun gibt es aber dafür nach gegenwärtiger Erkenntnis eigentlich nur wenig gute Gründe. Und deshalb erforscht LHC-b systematisch einen möglichen Prozess für eine solche Asymmetrie.“

So theoretisch all dies klingen mag: Die Erforschung wäre kaum möglich ohne sehr handfeste Technik, die ebenfalls aus Heidelberg stammt. „Die ersten Ideen für den LHC gehen auf das Jahr 1983 zurück – damals ging ich gerade an das CERN“, erinnert sich Karlheinz Meier an die Anfänge und die Beteiligung der stetig involvierten Heidelberger Institute, die zwei Dinge für den 1994 genehmigten Bau beigetragen haben: große Detektoren und kleinste Mikrochips.

Für die Chips wurde in den 90er Jahren eigens das „ASIC Laboratorium für Mikroelektronik“ von Kirchhoff-Insti-

tut, Physikalischen Institut und Max-Planck-Institut für Kernphysik gegründet, um gegen die internationale Konkurrenz bestehen zu können. „Dies ist mit großem Erfolg geschehen, verrichten doch derzeit zehntausende Heidelberger Chips ihren Dienst in Genf.“

Anders als für die Mikroelektronik mussten für die Detektoren die Lkw ins Neuenheimer Feld und sogar an den Philosophenweg rollen. „Bei den großen ‚Apparaten‘ handelt es sich um so genannte ‚Kammern‘: zehn Meter messende Bauteile, in deren Inneren viele Drähte gespannt sind, an denen Teilchen ein klein wenig elektrische Ladung hinterlassen, die man dann messen kann.“

Karlheinz Meier ist sich des Aufwands bewusst. „Für alle apparativen Arbeiten möchte ich an dieser Stelle ganz besonders den hervorragenden Institutswerkstätten für Elektronik und für Feinmechanik danken“, unterstreicht der renommierte Heidelberger Physiker. „Wir haben hier einen Schatz von hochkompetenten Spezialisten, den es zu bewahren und zu entwickeln gilt“, betont er, bevor er mit Blick auf den Nachwuchs anfügt: „Übrigens: Wir bilden auch Auszubildende aus!“

## Viel „Glück“ gehabt

Die Heidelberger Physik ist jedoch nicht nur handwerklich, sondern auch grundlegend theoretisch für junge Menschen faszinierend, zumal ein gewisser „Generationswechsel“ erkennbar ist. Einst stand die Frage im Zentrum, was die „Welt im Innersten zusammenhält“, wie es schon Goethe im Faust thematisierte: „In der Anfangszeit war die Teilchenphysik vor allem durch die Frage nach der Struktur unserer Materie geprägt“, blickt Karlheinz Meier zurück.

„Inzwischen hat man jedoch gelernt, die Ergebnisse in einem interdisziplinären Zusammenhang mit der Entstehung des Universums zu interpretieren. Denn die Geschichte des Universums ist eine Geschichte der Strukturbildung durch Abkühlung. So, wie sich Eis aus Wasser bildet. Wenn man nun zu den Grundlagen zurück möchte, muss man die Dinge wieder heiß machen“, bemüht sich Prof. Meier um eine vereinfachte Darstellung, hinter der sich die Tatsache verbirgt, dass hohe Temperaturen in der Physik schnelle Bewegung der Teilchen bedeuten.

Und genau deshalb erlaubt der LHC Einblicke in die frühesten Momente des Universums, bei denen sich angesichts moderner Theorien immer mehr die Tatsache herauskristallisiert, dass wir sozusagen unglaublich viel „Glück“ gehabt haben. „Wäre die Physik unter diesen extremen und eigentlich weltfremden Bedingungen nur ein ganz wenig anders, gäbe es uns heute nicht. Dies ist eine Feststellung mit einer zutiefst philosophischen Dimension.“

## Urknall im Labor

Dieter B. Herrmann über zentrale Fragen zur Entstehung des Universums

Viele reden von einer „Weltformel“, mit der das gesamte Universum erklärt werden soll, und hoffen, dass wir auch diesem Ziel nun ein großes Stück näherkommen. Doch ist eine „Weltformel“ überhaupt möglich? Dieser Frage geht das neue Sachbuch „Urknall im Labor“ nach, das der Autor Dieter B. Herrmann kürzlich in Leipzig erstmalig vorgestellt hat und das soeben erschienen ist.

### Höchst spannende Projekte

Theorien und Hypothesen über den Ursprung des Universums vor 13,7 Milliarden Jahren öffnen sich heute der experimentellen Überprüfung. Die Entwicklung der modernen Beschleuniger erlaubt es, Teilchen auf derartig hohe Geschwindigkeiten zu bringen, dass sie bei ihrem Zusammenprall Zustände simulieren können, wie sie in den frühesten Zeiten des Universums geherrscht haben. Zahlreiche große Rätsel der Wissenschaft könnten gelöst werden: Warum gibt es im Universum keine Antimaterie? Worin bestehen die Geheimnisse der Dunklen Materie und der Dunklen Energie?

Viele der bisherigen Untersuchungen zu diesen Fragestellungen basieren auf Beobachtungen mit immer größeren Teleskopen und theoretischen Überlegungen. Die Entwicklung der modernen Teilchenbeschleuniger wie dem Large Hadron Collider (LHC) versetzte die Wissenschaftler jedoch in die Lage, auch experimentelle Forschungen durchzuführen, ja kosmische Extremzustände förmlich nachzuahmen. Kernphysiker und Astrophysiker hoffen gemeinsam, dadurch dem Verständnis der Lebensgeschichte des Universums ein gro-

ßes Stück näher zu kommen. Der Autor macht deutlich, dass die jetzigen Forschungen in den Genfer CERN-Laboratorien somit eine neue Etappe der wissenschaftlichen Erkundungen über das Universum als Ganzes einleiten, der nicht nur Fachleute mit größter Spannung entgegensehen.

Das Buch „Urknall im Labor“ berichtet allgemeinverständlich und unterhaltsam über zentrale Fragen der Wissenschaft. Es thematisiert historische wie auch aktuelle Aspekte: von der Entwicklung unserer Kenntnisse über Sterne und Sternsysteme, Atome und deren kleinste Bausteine bis zu den Quarks und Gluonen.

Der Leser lernt damit die Zusammenhänge verstehen, die Kosmos und Mikrokosmos miteinander verbinden. Das Buch beschreibt dieses große Abenteuer der Forschung, das mit Galileis ersten Fernrohren vor 400 Jahren begann und nunmehr mit dem Large Hadron Collider einen neuen Höhepunkt findet.

Der Autor Dieter B. Herrmann ist Astrophysiker und bekannt für seine populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen zu diesem Themenbereich. Herrmann war Direktor der Berliner Archenhold-Sternwarte und Gründungsdirektor des Zeiss-Großplanetariums. Millionen Fernsehzuschauern ist er zudem als Moderator der populären Wissenschaftssendungen „AHA“ (1977-1991) und „Astro live“ (1988-1990) bekannt. Seit 2006 ist Herrmann Präsident der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin. sprv

Info: Dieter B. Herrmann: „Urknall im Labor – Wie Teilchenbeschleuniger die Natur simulieren“. Springer-Verlag, Heidelberg 2010. 250 S., 58 Abb.; geb., 24,95 Euro. ISBN: 978-3-642-10313-1.

## UNI-INFO

### Ruf nach Heidelberg erhalten

Dr. Cornelius Petrus Dullemond, MPI für Astronomie Heidelberg, auf die W3-Professur für Theoretische Astrophysik (Fakultät für Physik und Astronomie).

### Ruf nach Heidelberg angenommen

Prof. Dr. Monika Buhl, Universität Frankfurt, auf die W2-Hochschuldozentur für Schulpädagogik mit dem Schwerpunkt Unterricht (Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften).

Priv.-Doz. Dr. Martin Gessmann, Universität Heidelberg, auf die W3-Startprofessur für Philosophie unter besonderer Berücksichtigung der Verbindung von Hermeneutik und Phänomenologie mit den Neurowissenschaften (Philosophische Fakultät).

Dr. Oliver J. Gruss, Universität Heidelberg, auf die W3-Startprofessur für Molekularbiologie mit dem Schwerpunkt Regulation der Zellteilung (Fakultät für Biowissenschaften).

Dr. Katja Mombaur, LAAS-CNRS Toulouse, auf die W3-Startprofessur für Wissenschaftliches Rechnen (Fakultät für Mathematik und Informatik).

Priv.-Doz. Dr. Michael Platten, Universität Heidelberg, auf die W3-Startprofessur für Experimentelle Neuroimmunologie (Medizinische Fakultät Heidelberg).

### Ruf nach Heidelberg abgelehnt

Prof. Dr. Lars Ehlers, Universität Montreal, Kanada, auf die W3-Professur für Political Economy of Governance (Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften).

### Ruf nach auswärts abgelehnt

Prof. Motomu Tanaka, Fakultät für Chemie und Geowissenschaften, auf eine Professur der University of Tokyo.

### Ehrenpromotion

Prof. Dr. Norbert Victor, ehemaliger Direktor des Instituts für Medizinische Biometrie und Informatik, erhielt die Ehrendoktorwürde der Universität Montpellier I für seine Verdienste um die klinische Forschung und die erfolgreiche Kooperation zwischen der Medizinischen Fakultät Heidelberg und der französischen Partneruniversität.

### Ehrungen – Ernennungen

Prof. Dr. Ingrid Grummt, Fakultät für Biowissenschaften und Wissenschaftlerin am DKFZ, die entscheidende Beiträge auf dem Gebiet der Genregulation geliefert hat, wird von der Europäischen Organisation für Molekularbiologie (EMBO) und der Vereinigung der Europäischen Biochemischen Gesellschaften (FEBS) mit dem „Women in Science Award 2010“ in Höhe von 10 000 Euro ausgezeichnet.

Dr. Susan Richter, Historikerin und Leiterin einer Nachwuchsforschergruppe am Exzellenzcluster „Asien und Europa im globalen Kontext“, wurde für ihre überdurchschnittlichen Leistungen in der rechtshistorischen Forschung von der Gesellschaft der Freunde Universität Heidelberg e.V. mit dem Eberhard-von-Kuenßberg-Preis in Höhe von 1000 Euro ausgezeichnet.

Für seine Tätigkeit als Leiter der German Lung Cancer Cooperative Group und für seine Therapiestudie beim lokal weit fortgeschrittenen nicht-kleinzelligen Lungenkarzinom wird Prof. Michael Thomas, Chefarzt der Internistischen Onkologie der Thoraxtumore an der Thoraxklinik und Mitglied der Medizinischen Fakultät Heidelberg, mit dem John-Mendel-

sohn-Preis für klinische Krebsforschung der Deutschen Krebsgesellschaft ausgezeichnet.

Prof. Dr. Maria Boni, Honorarprofessorin für Lagerstättenkunde an der Fakultät für Chemie und Geowissenschaften, wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie zum Mitglied des Kuratoriums der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover berufen.

Rechtsanwalt Prof. Gerhard Geckle, Vorsitzender der DFB-Kommission für öffentliches Finanzwesen und Lizenzierung und Lehrbeauftragter für Sport- und Steuerrecht am Institut für Sport- und Sportwissenschaft, wurde für sein außergewöhnliches bürgerschaftliches Engagement mit dem Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet.

In Anerkennung ihres besonderen Einsatzes zur Förderung des länderübergreifenden Wissenschaftsdialogs wurden Prorektor Prof. Dr. Thomas Pfeiffer und Prof. Dr. Herbert Kronke vom Institut für ausländisches und internationales Privat- und Wirtschaftsrecht mit dem brasilianischen Verdienstorden Rio Branco ausgezeichnet. Die Ehrung erfolgte durch den Präsidenten des obersten brasilianischen Bundesgerichts Prof. Dr. Gilmar Mendes.

Dr. Korinna Zapp, jetzt Durham University, Großbritannien, wurde für ihre am Physikalischen Institut mit dem mit 1500 Euro dotierten DHI-Dissertationspreis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ausgezeichnet. Frau Dr. Zapp entwickelte im Rahmen ihrer Promotion ein Modell der Kollision von schweren Atomkernen.