

PROGRAMM



An den Grenzen des Wissens

Tag der offenen Tür
Max-Planck-Institut für Physik
8. November 2014, 10 – 16 Uhr



JAHRE CERN

CERN wird 60!
Das MPI für Physik
am CERN



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)

IMPRESSUM

Herausgeber

Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)
Föhringer Ring 6
80805 München
Tel.: +49 89 323 54-0
Fax: +49 89 3226 704

Konzept und Redaktion

Max-Planck-Institut für Physik
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Silke Zollinger
Tel.: +49 89 323 54 292
E-Mail: silke.zollinger@mpp.mpg.de

Gestaltung

Vasco Kintzel, Glonn b. München, freier-grafiker.de

Bildnachweis

BNL, CERN, DESY, Fermilab, G. Pérez/IAC, MPG, MPI für Physik, NASA, SMM

Druck

Druckerei Vogl GmbH & CoKG, München

Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die doppelte Schreibweise (männlich/weiblich) für Berufsbezeichnungen verzichtet.

November 2014

INHALT

GRUSSWORT DES DIREKTORS	4
DAS MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PHYSIK	6
VORTRÄGE	8
AUSSTELLUNGSORTE (INDEX)	10
LAGEPLAN	12
60 JAHRE CERN	14
MPP-QUIZ: HIGGS, QUARKS UND CO	15
INT. MAX-PLANCK- RESEARCH SCHOOL	16
FRAGEECKE	17
EXPERIMENTE MIT FLÜSSIGEM STICKSTOFF	17
EXPERIMENTELLE PHYSIK	18
Physik am Large Hadron Collider	18
Astroteilchenphysik mit Gamma-Strahlung	22
Neutrinos und Dunkle Materie	24
Neue Experimente und Beschleuniger	27
Detektoren für Präzisionsexperimente	29
THEORETISCHE PHYSIK	32
Phänomenologie	32
Stringtheorie	33
Teilchenkosmologie	34
Theoretische Astroteilchenphysik	35
TECHNISCHE EINRICHTUNGEN	36
Fachabteilung Mechanik	36
Fachabteilung Elektronik	37
Berufsausbildung	38
GESCHICHTE DES INSTITUTS	39
DIE MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT	40
PARTNERINSTITUTIONEN	41

GRUSSWORT DES DIREKTORS

Liebe Besucherin, lieber Besucher,

herzlich willkommen zum Tag der offenen Tür 2014 am Max-Planck-Institut für Physik!

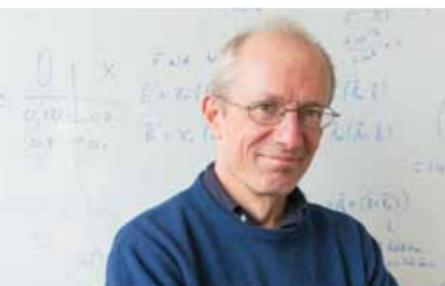
Das MPI für Physik forscht in der Teilchen- und Astroteilchenphysik, um Fragen zu den Bestandteilen der Materie, ihren Wechselwirkungen und ihrer Rolle in der Kosmologie zu beantworten. Wie verhalten sich elementare Teilchen? Was verraten sie über den Ursprung des Universums?

Am Tag der offenen Tür 2014 nehmen wir Sie mit auf Entdeckungsreise zu unseren Grenzen des Wissens: Wir präsentieren Ihnen in Vorträgen und ganztägig geöffneten Laboren und Werkstätten unsere aktuellen Forschungsprojekte. Bei uns erfahren Sie den Status Quo zur Forschung in der Neutrinophysik mit unseren Experimenten GERDA und GeDet, der Astroteilchenphysik und unseren Experimenten MAGIC und CTA sowie die Suche nach Dunkler Materie am CRESST-Experiment. Nehmen Sie Platz in unserem nachgebauten Kontrollraum des ATLAS-Experiments und erleben Sie anhand von Animationen und den live vom CERN übertragenen aktuellen Messdaten, wie unsere Physikerinnen und Physiker arbeiten. Zum internationalen Jubiläum „60 Jahre CERN“ werden außerdem die Münchner Forschungs- und Entwicklungsbeiträge am CERN auf einen Blick vorgestellt.

Die theoretisch-mathematische Formulierung des Verhaltens der kleinsten Teilchen beruht auf der Quantenfeldtheorie, die die Quantentheorie und Relativitätstheorie vereinigt und so bis auf die Pionierarbeiten Heisenbergs und des früheren Direktors des Vorgängerinstituts in der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, Albert Einstein, zurückgreift. Am Max-Planck-Institut für Physik arbeiten die Wissenschaftler an Konzepten zum theoretischen Aufbau der fundamentalen Kräfte des Elektromagnetismus, der starken und schwachen Wechselwirkung sowie an einer Vereinigung aller Kräfte.

An den in den vergangenen Jahrzehnten erzielten großartigen Forschungsergebnissen waren Mitarbeiter unseres Instituts, zum Teil in großen internationalen Kollaborationen, wesentlich beteiligt. Wir blicken aber auch in die Zukunft: Mit unseren Forschungsarbeiten an zukünftigen Technologien für Teilchendetektoren und neuartigen Plasma-Teilchenbeschleunigern dürfen Sie mit uns gespannt auf neue Erkenntnisse sein, die noch vor uns liegen!

Die Mitarbeiter des Instituts und ich möchten Ihnen zum Tag der offenen Tür unsere Arbeit etwas näher bringen. Ich hoffe, dass der Funke der Faszination für unsere Forschung auf Sie überspringt. Für den Rundgang durch unser Institut wünsche ich Ihnen viel Vergnügen.

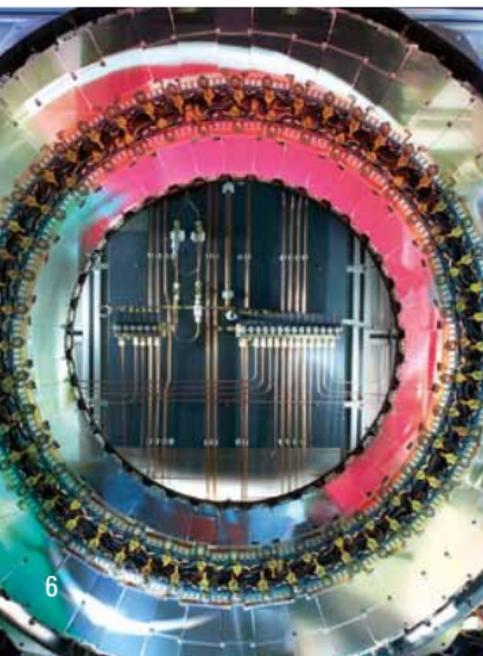


Prof. Dr. Allen Caldwell
Geschäftsführender Direktor des MPI für Physik

DAS MAX-PLANCK- INSTITUT FÜR PHYSIK

Seit Jahrtausenden beschäftigt sich der Mensch mit der Frage, aus welchen Grundbausteinen die Welt besteht. Schon um 450 v. Chr. prägte der griechische Philosoph Demokrit dabei den Begriff átomos (in etwa: „das Unzerscheidbare“) und entwickelte ein Konzept kleinster Teilchen, die sich in unterschiedlicher Kombination zu immer größeren Gebilden zusammensetzen und letztlich das Universum formen. Heute wissen wir, dass die Kerne der Atome wiederum aus Protonen und Neutronen bestehen, welche ihrerseits aus noch kleineren Teilchen, den Quarks, aufgebaut sind. Die Hülle der Atome besteht aus Elektronen, welche wiederum der anderen Klasse von elementaren Bausteinen, den Leptonen, angehören.

Jeder kennt sie, doch was bedeutet sie? Einsteins berühmte Formel $E = mc^2$ (Energie = Masse mal Lichtgeschwindigkeit im Quadrat). Tatsächlich postulierte Einstein, dass Energie und Masse äquivalent sind. Das bedeutet, Masse kann in Energie umgewandelt wer-



den und umgekehrt Energie in Masse. Ein Beispiel für die Umwandlung von Masse in Energie ist die Sonne. Sie erzeugt ihre Energie durch die „Verbrennung“ von Masse. An Teilchenbeschleunigern wie dem LHC am CERN wird täglich erneut der Beweis erbracht, dass Einsteins Gleichung auch umgekehrt gilt: Aus Bewegungsenergie wird hier bei der Kollision von Teilchen Materie erzeugt.

Die Welt im Kleinsten, die Welt im Allergrößten – das ist das Spektrum der Forschungsthemen, mit denen sich die Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Physik befassen. Stets geleitet von den fundamentalen Fragen der Physik: Warum gibt es mehr Materie als Antimaterie? Was sind die „Dunkle Materie“ und „Dunkle Energie“? Gibt es eine Vereinheitlichung der Kräfte? Warum gibt es drei Familien von Quarks und Leptonen? Gibt es die Theorie der Quantengravitation? Um Antworten auf diese Fragen zu finden, erforschen die Physiker am MPP theoretische Modelle und nutzen mathematische Methoden, um die Eigenschaften und den Aufbau des Universums zu beschreiben. Etwa die Stringtheorie, nach der die fundamentalen Objekte der Physik keine Punktteilchen mehr sind, sondern so genannte Strings. Oder sie beteiligen sich mit den experimentellen Abteilungen an vielen Experimenten in der Welt, wie dem Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf, wo die Wissenschaftler durch Kollisionen von Protonen Zustände wie kurz nach dem Urknall erzeugen können. Darüber hinaus entwickeln die Forscher, zusammen mit den Technikern und Ingenieuren der Fachabteilungen Mechanik und Elektronik, neue Technologien für die Datenerfassung und die Software der Experimente – an den Grenzen des technisch Machbaren.

Standort 4, Foyer

- Ausstellung: Ein Jahrhundert Forschung

Standort 1.4, Hauptgebäude, 2. Obergeschoss, Raum 318

- Ausstellung: Im Heisenberg-Büro & Hausmusik bei Heisenbergs

Standort 4.1, Hauptgebäude, Untergeschoss, Bibliothek, Raum 070

- Buchausstellung: Werke von Albert Einstein, Max Planck, Werner Heisenberg sowie Physik-Lehrbücher

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

Das Max-Planck-Institut für Physik und sein wissenschaftliches Programm

12:45 Uhr, Prof. Allen Caldwell

VORTRÄGE

AM TAG DER OFFENEN TÜR IM HÖRSAAL

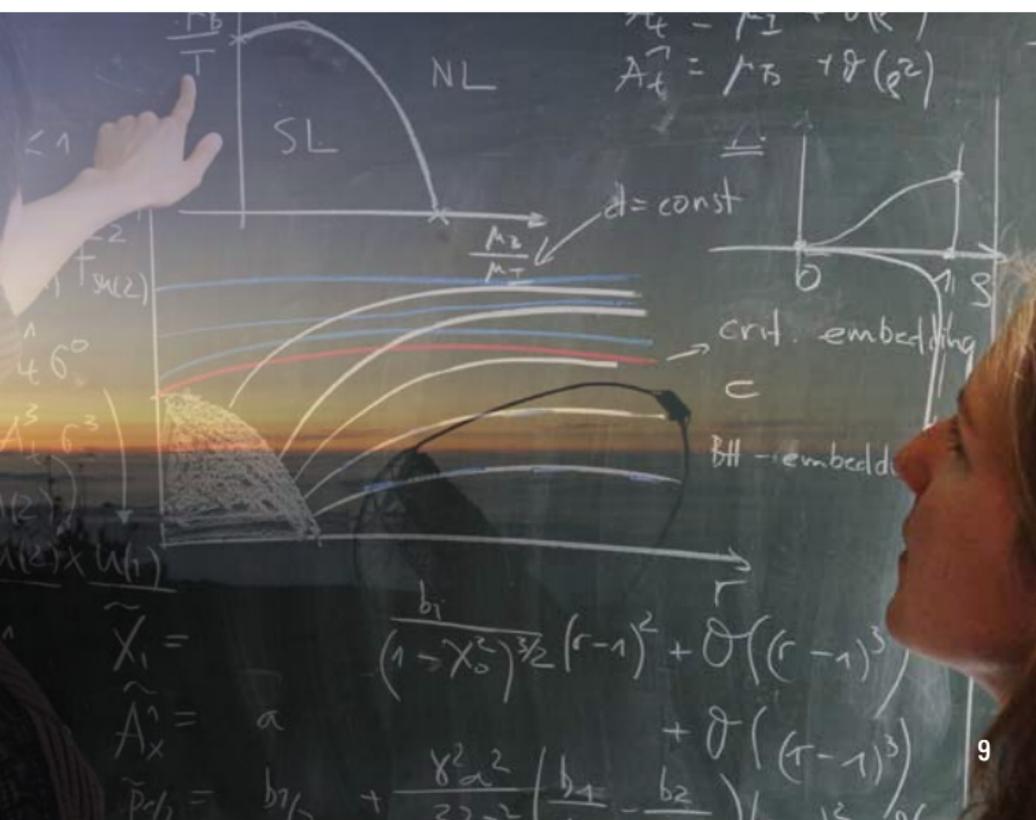
- 10:15 Uhr** **CRESST – Licht ins Dunkel der Materie**
Dr. Raimund Strauss
- 10:35 Uhr** **A Kind of MAGIC: Gamma-Astronomie am MPI für Physik**
Christian Fruck
- 10:55 Uhr** **Neutrinos und Germanium heute und morgen**
Dr. Béla Majorovits
- 11:15 Uhr** **Phänomenologie: Kleinste Teilchen im Theoriemodell**
Prof. Dr. Wolfgang Hollik
- 11:35 Uhr** **Das ATLAS-Experiment am Large Hadron Collider am CERN**
Dr. Andreas Wildauer
- 11:55 Uhr** **ILC: Der nächste große Teilchenbeschleuniger**
Dr. Frank Simon
- 12:15 Uhr** **Eine neue Welle surfen – das AWAKE-Experiment**
Karl Rieger
- 12:45 Uhr** **Das Max-Planck-Institut für Physik und sein wissenschaftliches Programm**
Prof. Dr. Allen Caldwell (30 Min. Vortrag + Diskussion)

- 13:35 Uhr** **CRESST – Licht ins Dunkel der Materie**
Dr. Raimund Strauss
- 13:55 Uhr** **A Kind of MAGIC: Gamma-Astronomie am MPI für Physik**
Christian Fruck
- 14:15 Uhr** **Neutrinos und Germanium heute und morgen**
Dr. Béla Majorovits
- 14:35 Uhr** **Theoretische Physik: Stringtheorie und der LHC**
Dr. Stephan Stieberger
- 14:55 Uhr** **Das ATLAS-Experiment am Large Hadron Collider am CERN**
Dr. Andreas Wildauer
- 15:15 Uhr** **ILC: Der nächste große Teilchenbeschleuniger**
Dr. Frank Simon
- 15:35 Uhr** **Eine neue Welle surfen – das AWAKE-Experiment**
Karl Rieger

Vortrag: Standort 1.3, Hauptgeb., 2. Obergeschoss, Raum 313
60 Jahre CERN – Das MPI für Physik am CERN

11:00 Uhr – 11:30 Uhr, Dr. Stefan Stojek

Wiederholung des Vortrags um 12:00 Uhr, 14:00 Uhr, 15:00 Uhr



AUSSTELLUNGSORTE



Information

Hauptgebäude, Foyer



Erste Hilfe

Hauptgebäude, EG



JAHRE CERN 

60 Jahre CERN

Experimentierhalle

60 Jahre CERN-Vorträge

Hauptgebäude, 2. OG



ATLAS

Experimentierhalle

ATLAS-Kontrollraum

Experimentierhalle

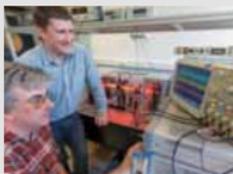


Ausbildung-Elektronik

Experimentierhalle

Ausbildung Mechanik

Technik



AWAKE

Hauptgebäude, Foyer

AWAKE-Labor

Hauptgebäude, UG



BELLE

Hauptgebäude, Foyer

Bibliothek

Hauptgebäude, Foyer



CRESST-Kältelabor

Außenbereich



CTA

Hauptgebäude, Foyer

CTA-Testaufbau

Außenbereich



Elektronik-Entwicklung

Experimentierhalle, 1. OG

Elektronik-Produktion

Experimentierhalle, 1. OG

Frageecke

Hauptgebäude, Foyer



GeDet

Experimentierhalle, EG

GERDA

Experimentierhalle, EG



H1

Hauptgebäude, Foyer



Heisenberg-Büro

Hauptgebäude, 2. OG



HERA-B

Hauptgebäude, Foyer



ILC & CLIC

Hauptgebäude, Foyer



IMPRS

Hauptgebäude, EG

Kantine

Kantinengebäude

Kinderbetreuung

Kantinengebäude

Konstruktion

Technik



Kunststoff-Werkstatt

Experimentierhalle



MAGIC

Hauptgebäude, Foyer

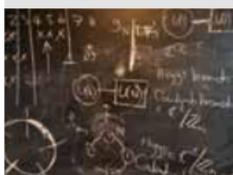


STAR

Hauptgebäude, Foyer

Stickstoff-Experimente

Experimentierhalle



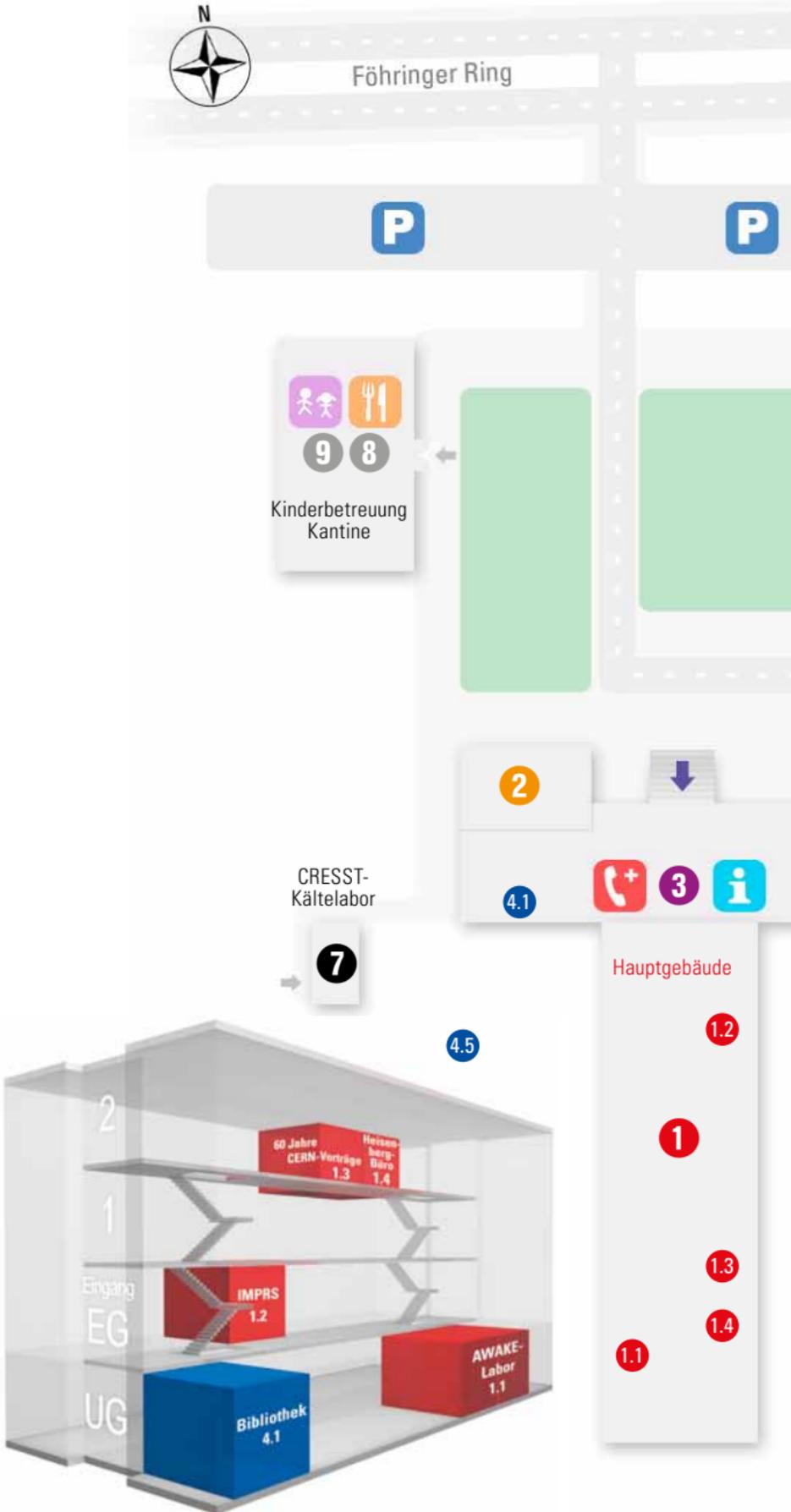
Theoretische Physik

Hauptgebäude, Foyer

ZEUS

Hauptgebäude, Foyer

LAGEPLAN





1 Hauptgebäude

- 1.1 AWAKE-Labor
- 1.2 IMPRS
- 1.3 60 Jahre CERN-Vorträge
- 1.4 Heisenberg-Büro

2 Hörsaal

3 Pforte

- Information
- Notruf

4 Foyer

- 4.1 Bibliothek
- 4.2 Theoretische Physik / Fragecke
- 4.3 MAGIC
- 4.4 CTA
- 4.5 CTA-Testaufbau
- 4.6 AWAKE
- 4.7 ILC & CLIC
- 4.8 BELLE, H1, STAR, ZEUS, HERA-B

5 Technik

- 5.1 Konstruktion
- 5.2 Ausbildung Mechanik

6 Experimentierhalle

- 6.1 ATLAS-Kontrollraum
- 6.2 ATLAS
- 6.3 60 Jahre CERN
- 6.4 Kunststoff-Werkstatt
- 6.5 Elektronik-Produktion
- 6.6 Ausbildung-Elektronik
- 6.7 Elektronik-Entwicklung
- 6.8 GERDA / GeDet
- 6.9 Stickstoff-Experimente
- 6.10 CTA-Elevationsantrieb

7 CRESST-Kältelabor

8 Kantine

9 Kinderbetreuung

➔ Eingang

60 JAHRE CERN

In diesem Jahr wird die Europäische Organisation für Kernforschung CERN 60 Jahre alt: 60 Jahre Forschen für den Frieden, 60 Jahre wissenschaftliche Entdeckungen, Nobelpreise, Beschleunigerrekorde und Generationen von begeisterten Forschern. Gleichzeitig gab es in den 60 Jahren des CERN auch Entwicklungen durch das CERN, die unser Leben außerordentlich verändert haben – zum Beispiel das World Wide Web. Mit verschiedenen Veranstaltungen in ganz Deutschland feiern die deutschen Teilchenphysikinstitutionen das internationale Jubiläum „60 Jahre CERN“ mit.



CERN wird 60!
Das MPI für Physik
am CERN

Das Max-Planck-Institut für Physik zeigt die Münchner Forschungs- und Entwicklungsbeiträge am CERN auf einen Blick: Werner Heisenberg hatte zur Gründung des CERN 1954 beigetragen und damals den Gründungsvertrag mit unterschrieben. Seither hat sich das Max-Planck-Institut für Physik immer wieder an der Forschungsarbeit sowohl in der theoretischen Physik als auch an Experimenten beteiligt. Original-Bauteile der Teilchendetektoren ATLAS, ALEPH, OPAL und NA41 vermitteln einen Eindruck von der Größe und der Komplexität der Experimente. Besucherinnen und Besucher können im nachgebauten Kontrollraum des ATLAS-Experiments anhand von Animationen und den live vom CERN übertragenen aktuellen Messdaten direkt erleben, wie die Physiker arbeiten.

Standort 6, Experimentierhalle

- Ausstellung: 60 Jahre CERN – Das MPI für Physik am CERN
- Ausstellung von originalen Exponaten zu den Experimenten ATLAS, ALEPH, OPAL, Kontrollraum des ATLAS-Experiments

Standort 1.3, Hauptgebäude, 2. Obergeschoss, Raum 313

- Filmbeiträge: Projekt Atlas – Der Gigant und das geheimnisvolle Higgs-Partikel (6:40 Min.)
- Filmbeiträge: Interviews „60 Jahre CERN“

Vortrag: Standort 1.3, Hauptgeb., 2. Obergeschoss, Raum 313 60 Jahre CERN – Das MPI für Physik am CERN

11:00 Uhr – 11:30 Uhr, Dr. Stefan Stojek

Wiederholung des Vortrags um 12:00 Uhr, 14:00 Uhr, 15:00 Uhr

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

Das ATLAS-Experiment am Large Hadron Collider am CERN

11:35 Uhr, 14:55 Uhr, Dr. Andreas Wildauer

MPP-QUIZ: HIGGS, QUARKS & CO

Unser Quiz zum Tag der offenen Tür 2014 ist eine Teilchenphysik-Schatzsuche. Anhand der zu beantwortenden Fragen werden Sie durch unser Institut gelotst. Unsere Expertinnen und Experten an den verschiedenen Ausstellungsständen helfen Ihnen gerne, die Fragen zu beantworten. Die Schatzsuche endet beim Ausstellungsstand der International Max Planck Research School (IMPRS) - Hauptgebäude, Erdgeschoss, Raum 104. Dort wertet unser Team aus Nachwuchswissenschaftlern Ihre Fragen aus und möglicherweise erwartet Sie am Ende unser Hauptgewinn!



Standort 3, Pforte, Information

- Verteilung der Quiz-Fragebögen

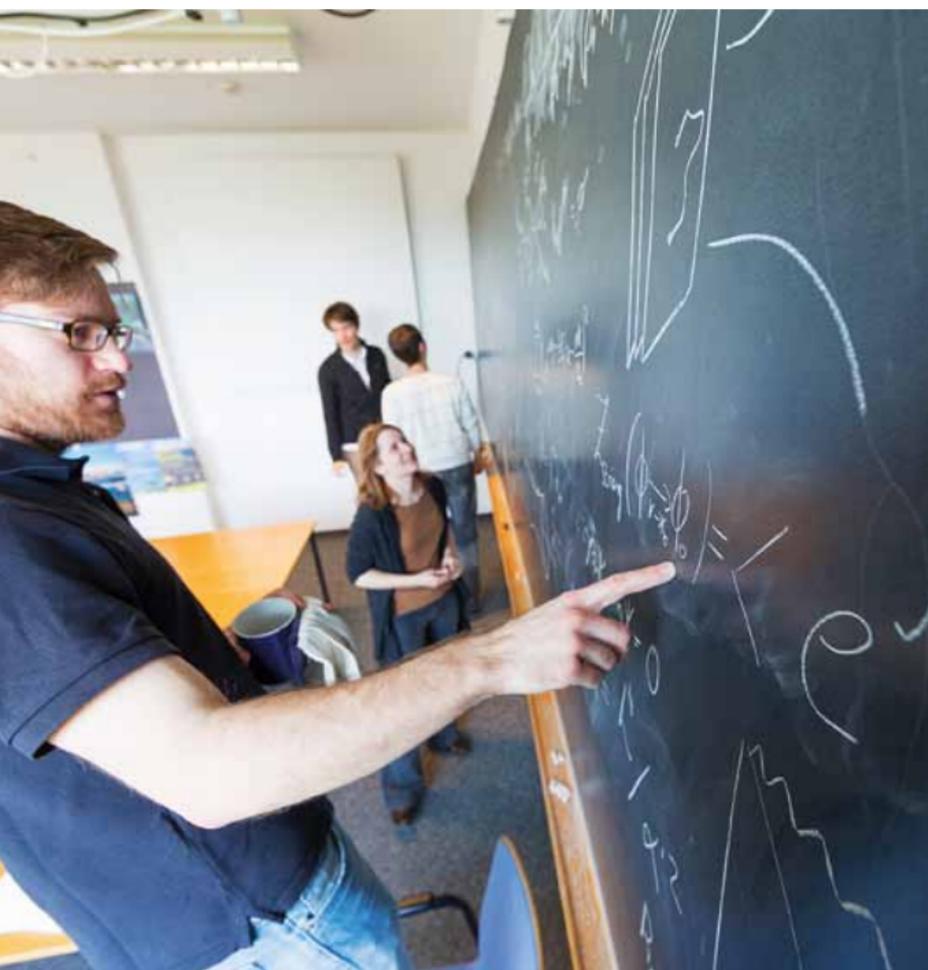
Standort 1.2, Hauptgebäude, Erdgeschoss, Raum 104

- IMPRS-Ausstellungsstand: Abgabe und Auswertung der Quiz-Fragebögen mit anschließender Preisvergabe

INTERNATIONAL **MAX PLANCK** **RESEARCH SCHOOL** (IMPRS)

Wie wird man Doktorand am Max-Planck-Institut für Physik? Was ist die International Max Planck Research School (IMPRS) und was hat sie zu bieten? Was gehört zu einer Karriere als Wissenschaftler? Welche Voraussetzungen muss man mitbringen? Was machen unsere jungen Nachwuchswissenschaftler eigentlich den ganzen Tag? Gibt es ein Leben neben der Promotion?

Wenn Sie kompetente Antworten auf diese und andere Fragen rund ums Doktorandenleben am Max-Planck-Institut für Physik suchen, schauen Sie doch einfach bei unseren Nachwuchswissenschaftlern der IMPRS vorbei. Unterhalten Sie sich in entspannter Atmosphäre mit „waschechten“ Doktoranden des Instituts oder freuen Sie sich auf ein Wiedersehen mit unseren „Science Slammern“, die dort ihre aufgezeichneten Science Slam-Vorträge präsentieren.



Standort 1.2, Hauptgebäude, Erdgeschoss, Raum 104

- Nachwuchswissenschaftler im Gespräch
- Science Slam-Vorträge
- Abgabe und Auswertung der Quiz-Fragebögen mit anschließender Preisvergabe

WIE? WAS? WARUM? FRAGEECKE



In unserer Frageecke können Sie unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im direkten Gespräch mit Ihren Fragen löchern. Wir hoffen, Sie finden in der Frageecke Antworten auf alle Fragen, die Sie schon immer zu Physik, Forschung und dem Max-Planck-Institut für Physik stellen wollten.

**Standort 4.2, Foyer, Erdgeschoss,
Theoretische Physik**

Vorträge: Standort 2, Hörsaal

Phänomenologie: Kleinste Teilchen im Theoriemodell

11:15 Uhr, Prof. Dr. Wolfgang Hollik

Stringtheorie und der LHC

14:35 Uhr, Dr. Stephan Stieberger

EXPERIMENTE MIT FLÜSSIGEM STICKSTOFF



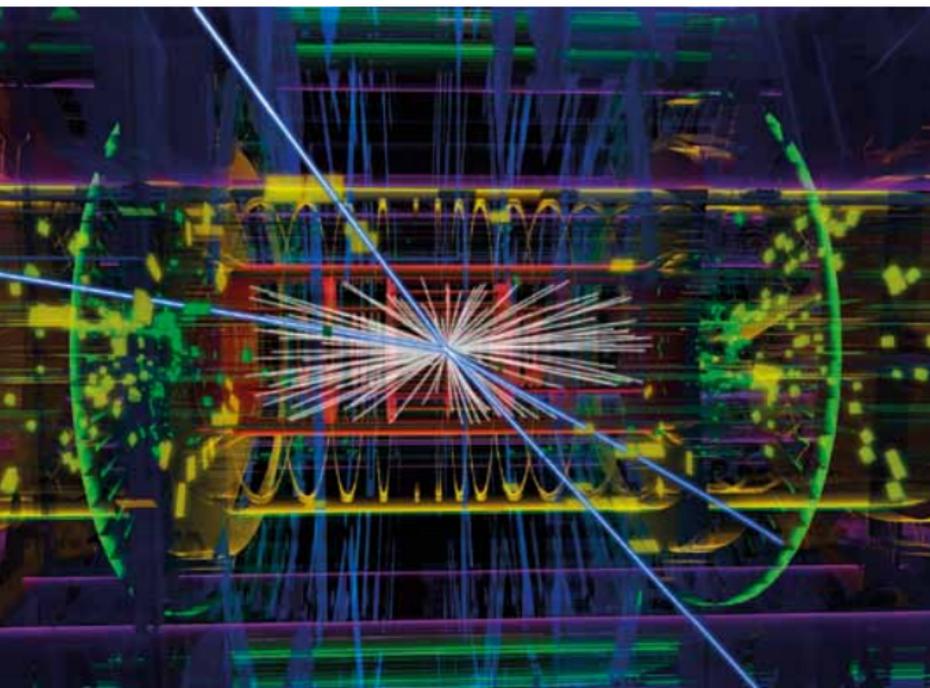
Flüssiger Stickstoff hat eine Siedetemperatur von -196°C . Bei diesen Temperaturen lassen sich äußerst ungewöhnliche Experimente zeigen.

Standort 6.9, Außenbereich

- Stickstoff-Experimente

PHYSIK AM LARGE HADRON COLLIDER

Der Large Hadron Collider (LHC) am CERN ist der leistungsstärkste Teilchenbeschleuniger der Welt. In einem ringförmigen Tunnel von fast 27 km Umfang werden zwei Protonenstrahlen mit bisher unerreichter Energie zu Kollisionen gebracht, um Zustände wie unmittelbar nach dem Urknall zu erzeugen. Die Physiker untersuchen diesen „Urknall im Labor“ mit Hilfe von vier riesigen Messgeräten – den Teilchendetektoren ATLAS, CMS, LHCb und ALICE.



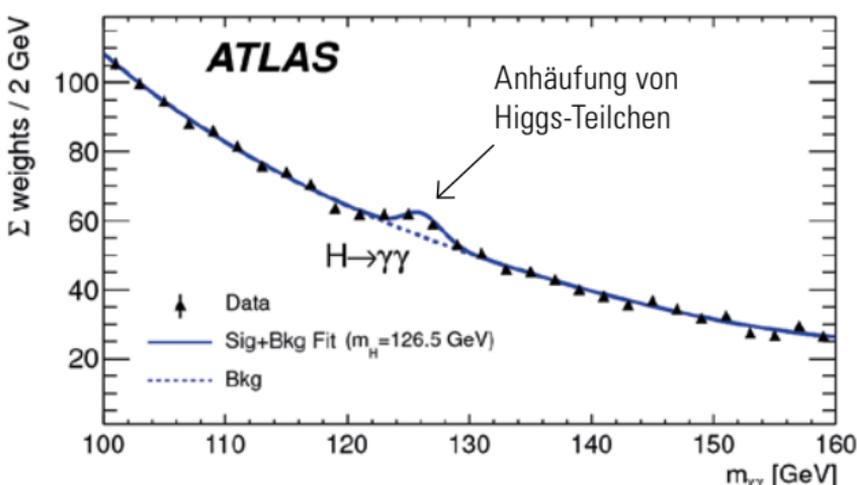
ATLAS – DAS TOR ZUR NEUEN TEILCHENWELT

Mit einer Länge von 46 und einem Durchmesser von 25 Metern ist ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) einer der größten Teilchendetektoren, die je gebaut wurden. Mit den komplexesten Detekortechnologien, die eine präzise Messung der Spuren, Energien und Arten der in den Protonkollisionen erzeugten Teilchen ermöglichen, sollen viele grundlegende Fragen beantwortet werden, z. B.: Wie bekommen fundamentale Teilchen ihre Masse? Woraus besteht die dunkle Materie? Gibt es Supersymmetrie? Gibt es mehr als drei Raumdimensionen?

Das ATLAS-Experiment wird in einer internationalen Arbeitsgemeinschaft von knapp 3.000 Wissenschaftlern durchgeführt. Die ATLAS-Forschungsgruppe am Institut ist am gesamten ATLAS-Physikprogramm sowie an der Entwicklung, Bau und Betrieb des Detektors maßgeblich beteiligt. Weiterhin betreibt das Institut einen großen Computercluster, welcher zur weltweit verteilten Verarbeitung und Analyse der ATLAS-Daten beiträgt.

DAS HIGGS IST DA – ENTDECKUNG FÜR DEN NOBELPREIS

Die grundlegenden Strukturen der Materie und Kräfte werden durch das Standardmodell der Teilchenphysik beschrieben. Dessen zentraler Baustein ist der sogenannte Higgs-Mechanismus, der für die Massen der fundamentalen Teilchen verantwortlich ist und der ein neues Teilchen – das Higgs-Boson – voraussagt. Dessen Nachweis ließ einige Jahrzehnte auf sich warten.



Die Experimente ATLAS und CMS gaben im Juli 2012 die Entdeckung des Higgs-Bosons, an der die Wissenschaftler des Instituts führend beteiligt waren, bekannt. Im Oktober 2013 erhielten François Englert und Peter Higgs für ihre Vorhersage des Higgs-Teilchens den Nobelpreis für Physik. Die Eigenschaften des entdeckten Higgs-Teilchens werden nun genau untersucht, um alle Einzelheiten des Higgs-Mechanismus zu verstehen.

VON ALTEN BEKANNTEN BIS INS UNBEKANNTE

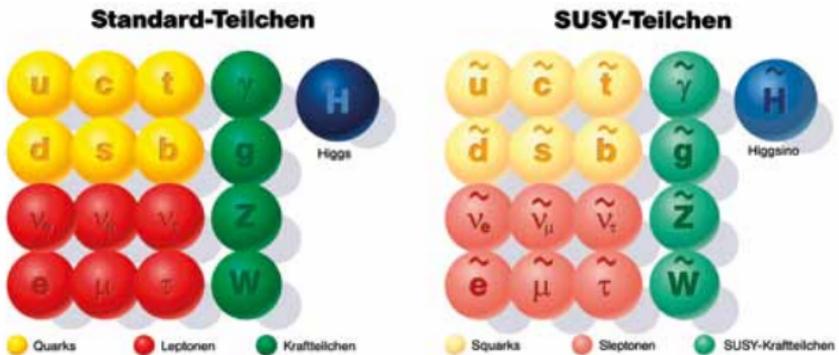
Bisher beschreibt das Standardmodell der Teilchenphysik alle experimentellen Beobachtungen mit erstaunlicher Genauigkeit. Trotzdem lässt die noch recht lange Liste der ungeklärten Fragen vermuten, dass dies nicht die endgültige fundamentale Theorie der Natur ist.

Präzisionsmessungen bekannter physikalischer Prozesse

mit dem ATLAS-Detektor, wie die Untersuchungen der Eigenschaften der W- und Z-Bosonen oder Top-Quarks, sollen die interne Stimmigkeit des Standardmodells genau überprüfen und damit noch strengere Einschränkungen auf vorgeschlagene Erweiterungen setzen.

PHYSIK AM LARGE HADRON COLLIDER

Supersymmetrie ist eine der prominentesten vorgeschlagenen Erweiterungen des Standardmodells. Diese Theorie sagt neue supersymmetrische Teilchen vorher, die wegen ihrer hohen Massen bisher nicht entdeckt werden konnten. Mit dem LHC öffnet sich ein neuer Energiebereich, in dem nach solchen Teilchen gesucht wird.



Die Existenz dunkler Materie ließe sich mit der Supersymmetrie erklären. Auch unabhängig von der zugrundeliegenden Theorie sucht man mit dem ATLAS-Detektor nach Prozessen, in denen die Teilchen der dunklen Materie in den Protonenkollisionen direkt erzeugt werden.

WELTWEITE DATENVERARBEITUNG

In einer einzigen Stunde Betrieb produziert der ATLAS-Detektor rund 1,1 Terabyte Daten – was einem Stapel von 1.500 CDs entspricht. Das Auswerten der Daten ist äußerst rechenintensiv und findet auf den zehntausenden Computern des CERN und der anderen Rechenzentren weltweit statt. Das automatisierte Management des Datentransports und der Rechenaufträge in den vielen Rechenzentren wird als Grid-Computing bezeichnet.

TECHNOLOGISCHE MEISTERWERKE

Das breite LHC-Forschungsspektrum setzt hohe Anforderungen an die Detektortechnologie. Die ATLAS-Physiker am Institut sind zusammen mit den Fachabteilungen für Mechanik und Elektronik für drei Hauptdetektorkomponenten von ATLAS mitverantwortlich:

Der innere Spurdetektor besteht aus Silizium-Halbleiterdetektoren mit Pixel- oder Streifenauslese eingebettet in ein 2 Tesla starkes Magnetfeld. Mit insgesamt 86 Millionen Auslesekanälen nehmen beide Detektoren 40 Millionen Bilder pro Sekunde auf. Mit



dem Spurdetektor kann man die vielen, eng benachbarten Spuren geladener Teilchen trennen, und mit einer Genauigkeit von besser als 0,01 Millimetern vermessen.

Das Hadronische-Endkappen-Kalorimeter misst die Energien geladener und neutraler Teilchen. Es besteht aus tortenstückförmigen Modulen mit Kupferplatten in flüssigem Argon, die bei -183°C betrieben werden. Ein hochenergetisches Teilchen erzeugt in den Modulen einen Schauer sekundärer niederenergetischer Teilchen, der auf die Energie und Richtung des ursprünglich einfallenden Teilchens schließen lässt.

Das Myon-Spektrometer ist für die enorme Größe des ATLAS-Detektors verantwortlich. Die Myon-Spuren werden in sogenannten Myon-Driftrohr-Kammern vermessen, die in ein starkes Magnetfeld eingebettet und mit einem Gasgemisch aus Argon und Kohlendioxid gefüllt sind. Durch Reaktionen mit den Atomen des Gasgemischs hinterlassen die Myonen in den Driftrohren Spuren, die über eine Gesamtfläche von der Größe eines Fußballfelds auf wenige Hundertstel Millimeter genau gemessen werden können.

Standort 6, Experimentierhalle

- Ausstellung von originalen Exponaten des ATLAS-Detektors
- Kontrollraum des ATLAS-Experiments
- Ausstellung: 60 Jahre CERN – Das MPI für Physik am CERN

Standort 1.3, Hauptgebäude, 2. Obergeschoss, Raum 313

- Filmbeiträge: Urknall im Tunnel – das Large Hadron Collider Projekt (Trailer, 1:32 Min.), Projekt Atlas – Der Gigant und das geheimnisvolle Higgs-Partikel (6:40 Min.),
- Filmbeiträge: Interviews „60 Jahre CERN“

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

Das ATLAS-Experiment am Large Hadron Collider am CERN

11:35 Uhr, 14:55 Uhr, Dr. Andreas Wildauer

Vortrag: Standort 1.3, Hauptgeb., 2. OG, Raum 313

60 Jahre CERN – Das MPI für Physik am CERN

11:00 Uhr – 11:30 Uhr, Dr. Stefan Stonjek

Wiederholung des Vortrags um 12:00 Uhr, 14:00 Uhr, 15:00 Uhr

ASTROTEILCHENPHYSIK MIT GAMMASTRAHLUNG

Augen für das extreme Universum: MAGIC & Fermi-LAT

Wenn unsere Augen Gammastrahlen sehen könnten, welche die höchstenergetische Form von Licht sind, würden wir extreme und exotische Objekte im Universum sehen: die Umgebung von supermassiven schwarzen Löchern, stark magnetisierte Neutronensterne, die sich 10 – 1000 Mal pro Sekunde drehen, und die Reste von Supernova-Explosionen in der Milchstraße. Was unseren Augen verborgen bleibt, das sehen die beiden MAGIC-Teleskope (Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescope) und das Fermi-LAT-Instrument (Large Area Telescope). Die MAGIC-Teleskope befinden sich auf der kanarischen Insel La Palma, Spanien. Der Bau und Betrieb der Teleskope ist durch die führende Rolle des MPP möglich. MAGIC misst hochenergetische Gammastrahlung, die eine hunderte von Milliarden Mal höhere Energie besitzt als das sichtbare Licht. MAGIC ist derzeit das größte stereo-betriebene Teleskop weltweit. Trotz ihrer enormen Größe können die MAGIC-Teleskope innerhalb von 20 Sekunden neu auf einen beliebigen Punkt am Himmel ausgerichtet werden.



Das LAT-Instrument an Bord des Satelliten Fermi erfasst Gammastrahlen mit Energien, die zehn Millionen mal größer als die des sichtbaren Lichts sind. LAT scannt den gesamten Himmel alle drei Stunden – das sind zwei Umrundungen des Fermi-Satelliten um die Erde.

Standort 4.3, Foyer

- Ausstellung: Astroteilchenphysik mit Gammastrahlung
- Exponate der MAGIC-Teleskope
- Film: Augen für das externe Universum

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

A Kind of MAGIC: Gamma-Astronomie am MPI für Physik

10:35 Uhr, 13:55 Uhr, Christian Fruck

CTA – Die ganze Welt ein Teleskop

Ein Gammastrahl ist ein hochenergetisches Photon, ähnlich dem sichtbaren Licht, jedoch unsichtbar für das menschliche Auge. Um Gammastrahlung sehen zu können, müssen Menschen „technische Augen“ wie das Cherenkov Telescope Array (CTA) bauen, das von einer internationalen Kollaboration von Wissenschaftlern aus 27 Ländern entwickelt wird. Aktuelle Experimente nutzen höchstens vier Teleskope. CTA plant allerdings, sehr viel mehr Teleskope über die nördliche und südliche Hemisphäre zu verteilen. Hochenergetische Gammastrahlung entsteht in der Nähe von Pulsaren, bei Supernovae oder in aktiven Galaxienkernen, und ist milliardenfach energiereicher als das sichtbare Licht. Vielleicht wird hochenergetische Gammastrahlung auch erzeugt, wenn die Dunkle Materie zerfällt. Gammastrahlen bieten somit eine mögliche Lösung, um die schwer messbare Dunkle Materie nachzuweisen. Wenn Gammastrahlung auf die Erdatmosphäre trifft, wird ein Schauer von Sekundärteilchen erzeugt. Viele dieser Teilchen sind schneller als die Lichtgeschwindigkeit in der Luft – was erlaubt ist, denn in der Luft bewegt sich das Licht langsamer als im Vakuum. Teilchen, die sich schneller als die Lichtgeschwindigkeit in der Luft bewegen strahlen ein blaues Licht ab – die Cherenkov-Strahlung. CTA wird Cherenkov-Strahlung messen, um Gammastrahlen zu beobachten.



Standort 4.4, Foyer

- Ausstellung: Astroteilchenphysik mit Gammastrahlung
- Modell des CTA-Experiments

Standort 6.10, Außenbereich

- CTA-Elevationsantrieb

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

A Kind of MAGIC: Gamma-Astronomie am MPI für Physik

10:35 Uhr, 13:55 Uhr, Christian Fruck

NEUTRINOS UND DUNKLE MATERIE

GERDA – auf der Suche nach dem neutrinolosen Doppelbetazerfall

Die Asymmetrie der Teilchendichte von Materie und Antimaterie im beobachtbaren Universum könnte dadurch erklärt werden, dass Neutrinos identisch sind mit ihren eigenen Antiteilchen. Wenn das stimmt, müsste es den neutrinolosen Doppelbetazerfall geben, bei dem in einem Atomkern zwei Neutronen in zwei Protonen zerfallen und dabei zwei Elektronen aussenden. Schon der normale, nachgewiesene Doppelbetazerfall, bei dem zusätzlich zwei Neutrinos entstehen, ist extrem selten: Nach Hundert Milliarden Milliarden Jahren ist ein Atomkern, der über diesen Prozess zerfallen kann, mit 50% Wahrscheinlichkeit zerfallen. Der neutrinolose Doppelbetazerfall, der ein wichtiger Baustein zum Verständnis des Universums wäre, ist noch mindestens 10.000-mal seltener. Um ihn nachzuweisen, haben Physiker des MPP mit Kollegen aus 15 Instituten in sechs Ländern im Untergrundlabor im italienischen Gran-Sasso-Massiv das Experiment GERDA (Germanium Detector Array) aufgebaut: Strahlungssensoren aus hoch-reinen Germaniumkristallen werden in -170 °C kaltem, flüssigem Argon betrieben. Die erste Messphase über eineinhalb Jahre erbrachte kein Signal des neutrinolosen Doppelbetazerfalls. Damit widerlegt GERDA Resultate eines Vorgängerexperiments. Für die nächste Messphase sollen die Menge des Germaniums verdoppelt und Störsignale weiter unterdrückt werden.



Standort 6.8, Experimentierhalle, Erdgeschoss

- GERDA-Schleusensystem
- GERDA Detektoraufhängung der ersten Stunde
- Neutrinoforschung mit extrem strahlungsarmen Aufbauten

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

Neutrinos und Germanium heute und morgen

10:55 Uhr, 14:15 Uhr, Dr. Béla Majorovits

GeDet – Germanium-Detektorentwicklung

Die Forschungsgruppe GeDet entwickelt neuartige Germanium-detektoren, mit denen erstmals gleichzeitig nach Dunkler Materie und nach neutrinolosem Doppelbetazerfall gesucht werden soll. Dazu müssen die Vorzüge verschiedener Detektortypen miteinander „verheiratet“ werden. In Vorbereitung der Hochzeit entwickelt und betreibt die GeDet Gruppe Teststände für ihre Prototypen und untersucht die Eigenschaften der Detektoren.



Wichtig ist, dass die Sensitivität so hoch ist, dass einzelne Zerfälle von Germaniumkernen oder Wechselwirkungen Dunkler Materie beobachtet und kategorisiert werden können. Zusätzlich müssen Untergrundereignisse als solche erkannt werden. Die Gruppe arbeitet mit chinesischen Kollegen zusammen, die im Südwesten Chinas das Jinping Untergrundlabor betreiben und dort bereits mit wenigen Germaniumdetektoren nach Dunkler Materie suchen. Das Jinping Labor ist weltweit am tiefsten unter der Erde. Das ist wichtig, weil zur Suche nach seltenen Prozessen die kosmische Höhenstrahlung maximal abgeschirmt werden muss. In den nächsten 10 bis 15 Jahren soll im Jinping Labor ein Experiment mit hunderten Detektoren aufgebaut werden. Die GeDet-Gruppe ist an der Planung des Experiments und des Labors beteiligt.

Standort 6.8, Experimentierhalle, Erdgeschoss

- Messung natürlicher Radioaktivität in Lebensmitteln und der Luft
- Pulse aus dem Germaniumkristall - was lehren sie uns
- Pläne für die Zukunft tief unter dem Berg

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

Neutrinos und Germanium heute und morgen

10:55 Uhr, 14:15 Uhr, Dr. Béla Majorovits

NEUTRINOS UND DUNKLE MATERIE

CRESST – Licht ins Dunkle der Materie

Das CRESST-Experiment (Cryogenic Rare Event Search with Superconducting Thermometers) befindet sich 1.400 Meter tief im Bergmassiv des Gran-Sasso in den Abruzzen. Dort lauern hochreine Kristalle aus Kalziumwolframat von der Größe einer Espressotasse auf so genannte WIMPs. Diese „Weakly Interacting Massive Particles“ bieten heute das beste Modell, um Dunkle Materie zu erklären. Bisher hat niemand die WIMPs zweifelsfrei beobachtet. Astrophysiker gehen dennoch davon aus, dass es diese Teilchen im Universum geben muss. Trotz ihrer hohen Masse, können Teilchen nur mit hohem Aufwand gemessen werden. Stößt ein WIMP an einen Atomkern in einem der Kristalle, regt es die Atomkerne des Kristalls zu Schwingungen an, und dieser heizt sich um wenige millionstel Grad auf. Der winzige Temperaturanstieg lässt sich mit einem supraleitenden Metallfilm im Phasenübergang messen, deshalb muss die Apparatur wenige hundertstel Grad über dem absoluten Nullpunkt von $-273,15\text{ °C}$ abgekühlt werden. Durch die Messung des Temperaturanstiegs und des produzierten Lichts, ist es möglich, WIMPs von bekannten Teilchen (z. B. Elektronen) zu unterscheiden. Die Physiker müssen Geduld haben: Obwohl möglicherweise in jeder Sekunde Millionen WIMPs durch den Detektor fliegen, würde höchstens eine Wechselwirkung pro Monat stattfinden.



Standort 7, CRESST-Kältelabor

- Detektoren für die Suche nach Dunkler Materie
- Im UV-Licht fluoreszierende Kristalle
- Kryostaten: Apparaturen zur Erzeugung tiefer Temperaturen

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

CRESST – Licht ins Dunkel der Materie

10:15 Uhr, 13:35 Uhr, Dr. Raimund Strauss

NEUE EXPERIMENTE UND BESCHLEUNIGER

PHYSIK AM LINEAR COLLIDER

Um eine deutlich höhere Präzision bei der Erforschung des Higgs-Teilchens und des Top-Quarks bei der Suche nach neuer Physik zu erreichen, wird eine neue Generation von Beschleunigern geplant, die gegen Ende der Laufzeit des LHC in Betrieb gehen könnte. Der International Linear Collider (ILC), ein 30 km langer supraleitender Beschleuniger, wird Elektronen mit Positronen kollidieren. In weiterer Zukunft könnte der Compact Linear Collider (CLIC) deutlich höhere Energien erreichen.



Neue Beschleuniger benötigen neue, leistungsfähigere Detektoren, um ihre ambitionierten Physikziele zu erreichen. Eine der Technologien, die am MPI für Physik in weltweiter Zusammenarbeit in der CALICE-Kollaboration entwickelt wird, ist ein hochgranulares Kalorimeter. Dieser Detektor dient der Energiemessung von Teilchen und bietet durch Ausnutzung technologischer Fortschritte eine bislang unerreichte vierdimensionale (Raum und Zeit) Messgenauigkeit der Wechselwirkung von Teilchen im Detektor, was neue Möglichkeiten in der Ereignisrekonstruktion eröffnet.

Standort 4.7, Foyer

- Ausstellung: Zukünftige Experimente und Beschleuniger
- Detektorkonzept für CLIC mit hochgranularem Hadronischen-Kalorimeter
- Film: Der International Linear Collider in 2 Minuten

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

ILC: Der nächste große Teilchenbeschleuniger

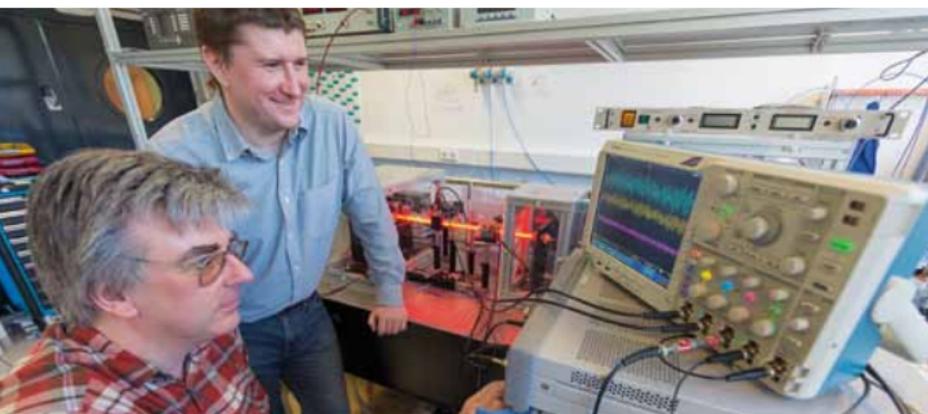
11:55 Uhr, 15:15 Uhr, Dr. Frank Simon

NEUE EXPERIMENTE UND BESCHLEUNIGER

EINE NEUE WELLE SURFEN

Durch die Kollision von Teilchen mit immer höheren Energien können Physiker immer weiter zurück in die Zeit blicken: zu noch höheren Energien, noch heißeren Temperaturen und noch exotischeren Teilchen, die kurz nach dem Urknall existierten. Allerdings wird es irgendwann zu teuer, größere Beschleuniger mit höheren Energien zu bauen. Das AWAKE-Experiment am CERN versucht, dieses Problem durch die Entwicklung und Erprobung eines neuen Konzepts, bei dem die beschleunigten Teilchen auf Wellen in einem Plasma surfen und auf kürzesten Strecken höchste Energien erreichen.

Wissenschaftler des MPP sind federführend an der AWAKE-Kollaboration beteiligt. Die Forschungsgemeinschaft umfasst weltweit 50 Wissenschaftler an 13 Instituten. In München werden Schlüsseltechnologien wie Plasmazellen, Lasersysteme und Instrumente, die die Eigenschaften von Plasmen und Teilchenstrahlen messen, entwickelt. Außerdem forschen Physiker an Computersimulationen, um das Experiment zu optimieren und Interaktionen zwischen Plasmen und Teilchenstrahlen zu simulieren. Die AWAKE-Kollaboration plant im Jahr 2016 die ersten Protonenstrahlen in eine Plasmazelle zu schießen.



Standort 4.6, Foyer

- Ausstellung: Zukünftige Experimente und Beschleuniger
- Model und Konzept des AWAKE-Experiments
- Film: Simulations of Beam-Plasma Interactions

Standort 1.1, Hauptgebäude, AWAKE-Labor, Raum 026-028

- AWAKE-Plasmazelle bestehend aus Rubidium-Gaszelle und Ionisierungslaser

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

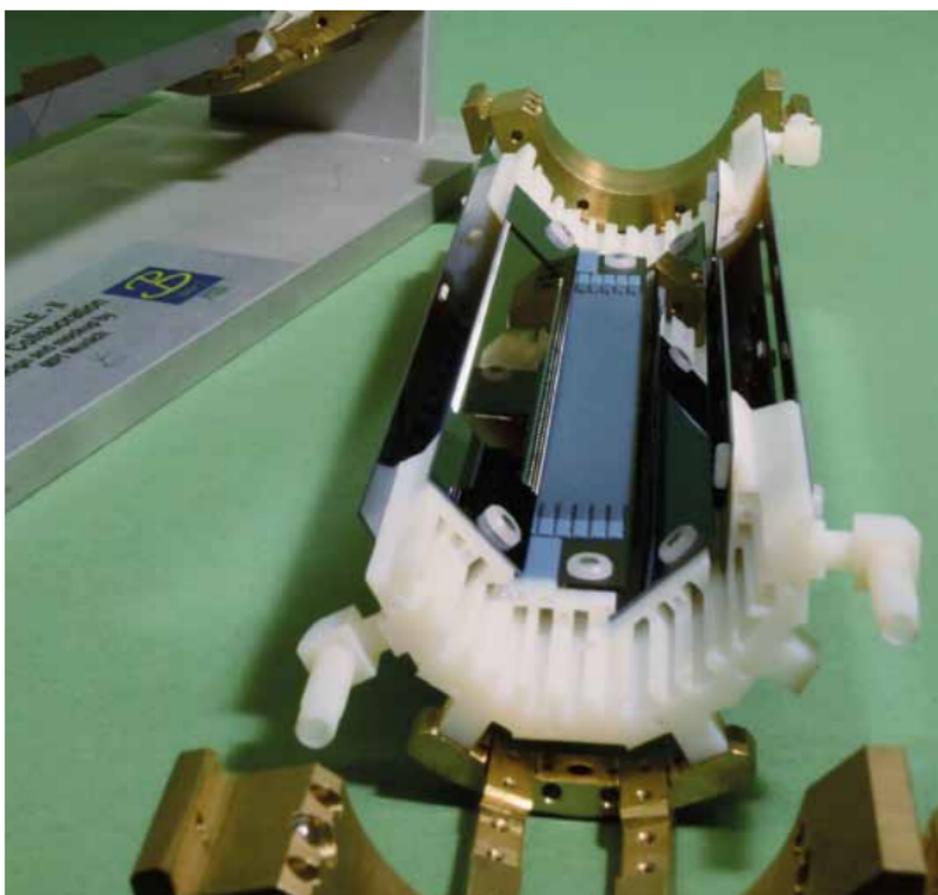
Eine neue Welle surfen – das AWAKE-Experiment

12:15 Uhr, 15:35 Uhr, Karl Rieger

DETEKTOREN FÜR PRÄZISIONSEXPERIMENTE

DAS EXPERIMENT BELLE-II AM SUPERKEKB-BESCHLEUNIGER IN JAPAN

Bis 1964 glaubten die Physiker, dass die Naturgesetze unverändert bleiben, wenn man jedes Teilchen durch sein Antiteilchen ersetzt. Experimente zeigten jedoch, dass diese „CP-Symmetrie“ in der schwachen Wechselwirkung verletzt ist. Um dies genauer zu studieren, vermaß die Belle-Kollaboration die Zerfälle von B-Mesonen und ihrer Antiteilchen. Die Belle-Daten bestätigten eine Theorie, deren „Väter“ hierfür im Jahr 2008 mit dem Nobelpreis ausge-



zeichnet wurden. Das Belle-Nachfolgeexperiment Belle-II befindet sich am SuperKEKB-Beschleuniger in Japan und wird eine sehr viel höhere Genauigkeit der Messungen liefern. Das Max-Planck-Institut für Physik führt hierbei eine internationale Kollaboration an, die einen neuartigen Pixel-Vertex-Detektor für das Belle-II Experiment entwickelt.

Standort 4.8, Foyer

- Ausstellung: Detektoren für Präzisionsexperimente
- Exponat des Pixel-Vertexdetektors

DETEKTOREN FÜR PRÄZISIONSEXPERIMENTE

STAR

Die einzige Möglichkeit Materie, die aus freien Quarks und Gluonen besteht, zu untersuchen, ist Atomkerne aufeinanderprallen zu lassen und die daraus entstehenden Teilchen zu untersuchen. Der Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) am Brookhaven National Laboratory in New York beschleunigt zwei Strahlen schwerer Atomkerne mit einer extrem hohen Geschwindigkeit und lässt sie dann im Inneren des STAR-Detektors aufeinanderprallen. STAR zeichnet die Teilchen auf, die aus der heißen und dichten Suppe von Quarks und Gluonen entstehen. Physiker untersuchen dann dieses Quark-Gluon-Plasma, um mehr über den Materiezustand des Universums unmittelbar nach dem Urknall herauszufinden.



ALEPH – ein Apparat für LEP Physik

Von 1989 bis 2000 wurden am LEP-Beschleuniger Elektronen und Positronen bis auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und im ALEPH-Detektor zur Kollision gebracht. Wenn ein Positron, das Antiteilchen des Elektrons, mit einem Elektron kollidiert, annihilieren sie sich gegenseitig und es entstehen neue Teilchen. Bei LEP war die Energie so gewählt, dass entweder ein Z^0 oder ein W^+W^- -Paar produziert wurde – die Austauscheteilchen (Bosonen) der schwachen Wechselwirkung. Bosonen zerfallen wieder und die Zerfallsprodukte wurden beobachtet. So wurden die Massen der Bosonen bestimmt, und das Standardmodell der Teilchenphysik mit großer Präzision bestätigt.

Standort 4.8, Foyer

- Ausstellung: Detektoren für Präzisionsexperimente

HERA und H1 – zu den innersten Geheimnissen des Protons

HERA (Hadron-Elektron-Ringanlage), der weltweit erste Elektron-Proton-Ringbeschleuniger, wurde am DESY in Hamburg gebaut und von 1992 bis 2007 betrieben. HERA beschleunigte Elektronen und Protonen und ließ sie an vier Experimenten (H1, ZEUS, HERMES und HERA-B) kollidieren. H1 und die anderen HERA-Experimente zeigten, dass ein Proton viel komplexer ist als bisher angenommen: Es besteht aus einer großen Anzahl an Quarks, Antiquarks und Gluonen. H1 half zu beweisen, dass bei hohen Energien die elektromagnetische und die schwache Kernkraft zwei Aspekte einer einzigen elektroschwachen Kraft sind.

HERA-B und ZEUS

Im Experiment HERA-B entstanden durch Wechselwirkungen u.a. schwere Quarks wie „Charm“ und „Beauty“. HERA-B wurde entwickelt, um die CP-Verletzung im Bereich der Beauty-Quarks zu untersuchen. Hier zerfallen Teilchen und Antiteilchen ungleich – was die Verletzung der CP- (charge parity) Symmetrie ist. HERA-B veröffentlichte Ergebnisse im Charm-Quark-Sektor und zur Quantenchromodynamik (QCD), der Theorie der starken Kraft. Das Institut entwickelte die Module des Silizium-Vertexdetektors.

ZEUS war mit 3.600 t Gewicht ein massiver Detektor, dessen Herzstück ein Uranium-Szintillator-Kalorimeter war. Dieses Kalorimeter, zeichnete die gebündelten energiereichen Teilchen auf, die bei der Sondierung von Protonen mit Elektronen entstehen. Die Auswertung der Daten liefert bis heute Antworten zur Struktur des Protons und der Wirkungsweise der QCD.



Standort 4.8, Foyer

- Ausstellung: Detektoren für Präzisionsexperimente

PHÄNOMENOLOGIE

Die Phänomenologie gewinnt aus abstrakten Theorien praktische Vorhersagen für Experimente, z. B. an großen Teilchenbeschleunigern. Als Basis dient das Standardmodell der Teilchenphysik, das die Quantenfeldtheorien der elektromagnetischen, schwachen und starken fundamentalen Kräfte zusammenfasst, und dessen Erweiterungen. Das gleicht einem Detektivspiel: Die Wissenschaftler spielen die Experimente am Computer durch, fügen gezielt Varianten ein und berechnen beispielsweise die Effekte neuer Teilchen. Welche Messgrößen haben die größte Sensitivität auf einen unbekanntem Modell-Parameter? Wie kann man ein unbekanntes Teilchen am besten messen? Wie kann man experimentell verschiedene Modelle voneinander unterscheiden? Auch die Masse des Higgs-Teilchens, das im Juli 2012 am LHC nachgewiesen wurde, haben sie auf diese Weise schon vor dessen Entdeckung eingrenzen können. Dieser Erfolg wäre ohne präzise theoretische Vorhersagen nicht möglich gewesen und illustriert das wichtige Wechselspiel zwischen Experiment/Messung und Phänomenologie/Vorhersage.



Standort 4.2, Foyer

- Theoretische Physik
- Fragecke

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

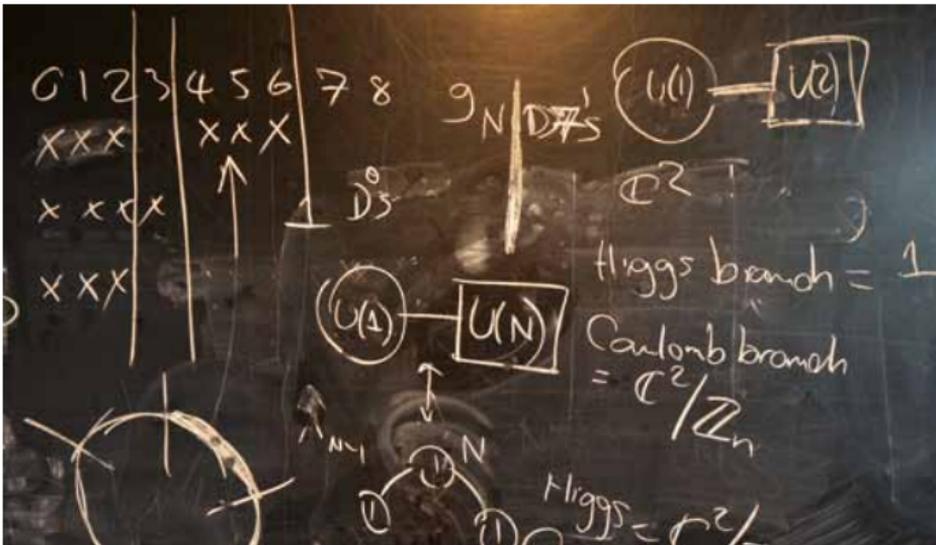
Phänomenologie: Kleinste Teilchen im Theoriemodell

11:15 Uhr, Prof. Dr. Wolfgang Hollik

STRINGTHEORIE

Die Stringtheorie bietet einen Rahmen, alle vier fundamentalen Kräfte, auch die Gravitation, in einer gemeinsamen Beschreibung zu verbinden. Dann können auch Quanteneffekte der Gravitation bei sehr kleinen Abständen einbezogen werden. Dazu geht man von der bisher punktförmigen Beschreibung der Teilchen zu ausgedehnten Objekten über, den „Strings“. Allerdings muss dann die Raumzeit zehn Dimensionen haben, um eine Verletzung der Mikrokausalität durch Wechselwirkung solch ausgedehnter Objekte zu vermeiden. Was mit den übrigen sechs Dimensionen passiert, wie sich unsere gewohnte vierdimensionale Raumzeit ableiten lässt, ist eine der grundlegenden Fragen der Stringtheorie.

Darüber hinaus werden fundamentale Fragestellungen der Stringtheorie einschließlich ihrer Vorhersagen für die effektive Physik in verschiedenen Dimensionen erforscht. So werden physikalische Dualitäten, die verschiedene Stringtheorien verknüpfen, untersucht und die dazugehörigen mathematischen Werkzeuge entwickelt. Ein Schwerpunkt der Forschung liegt im Studium supersymmetrischer Kompaktifizierungen mit der minimalen Menge an Supersymmetrie in den effektiven Theorien. Diese Modelle finden Anwendung in der Teilchenphysik, insbesondere in Grand Unified Theorien. Ein zweiter Schwerpunkt liegt in der Realisierung von kosmologischen Modellen der Stringtheorie.



Standort 4.2, Foyer

- Theoretische Physik
- Fragecke

Vortrag: Standort 2, Hörsaal

Stringtheorie und der LHC

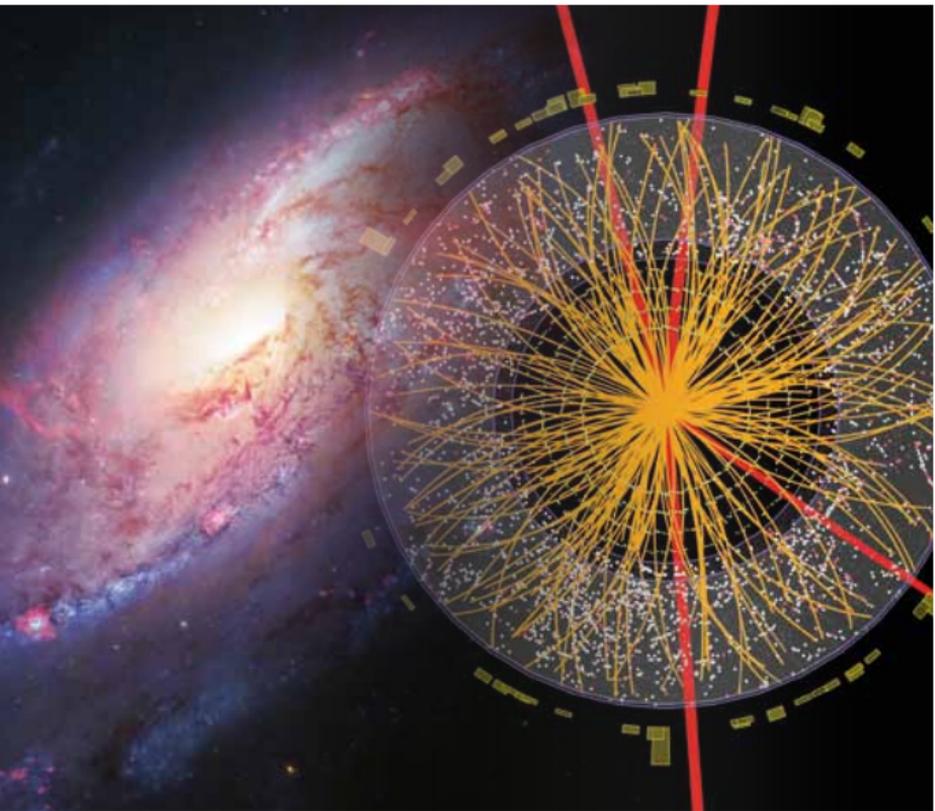
14:35 Uhr, Dr. Stephan Stieberger

TEILCHENKOSMOLOGIE

In der Teilchenkosmologie werden die fundamentalen Zusammenhänge der Teilchenphysik, der Gravitation und des gesamten Universums erforscht. Es werden Bezüge zwischen Messungen auf sehr unterschiedlichen Skalen hergestellt, von Laborexperimenten bis hin zu kosmologischen und astrophysikalischen Beobachtungen.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Teilchenkosmologie beinhalten:

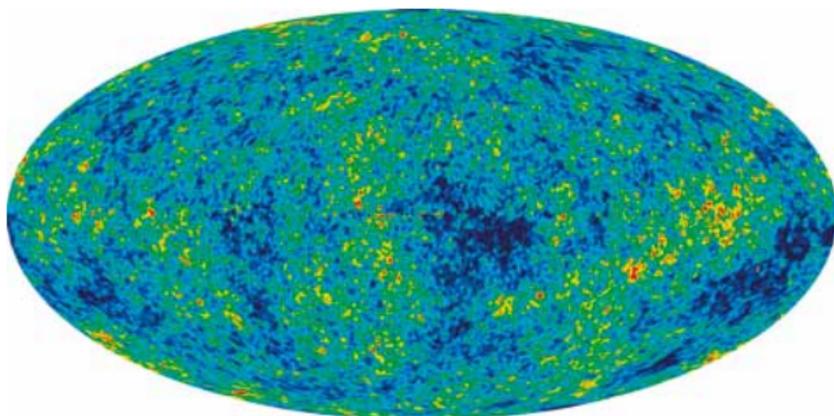
- die Erforschung der Quantensubstruktur Schwarzer Löcher und kosmologischer Raumzeiten,
- die ultraviolette Vervollständigung des Standardmodells und der Gravitation,
- das Entwerfen von Modellen zur Überwindung bekannter konzeptioneller Schwachpunkte des Standardmodells, etwa des Hierarchieproblems, der Frage nach der Zahl der Quark- und Leptonfamilien, des starken CP-Problems, der Herkunft von Dunkler Materie und Energie und des mikroskopischen Ursprungs der Inflation.



Standort 4.2, Foyer

- Theoretische Physik
- Frageecke

THEORETISCHE ASTROTEILCHENPHYSIK



Die theoretische Astroteilchenphysik wendet Erkenntnisse aus der Teilchenphysik auf astrophysikalische Fragestellungen an und umgekehrt: Woraus besteht die Dunkle Materie, die die Dynamik von Galaxien und kosmischen Strukturen bestimmt? Wie erklärt sich die Dunkle Energie, die eine Beschleunigung der Expansion des Universums bewirkt? Weshalb gibt es normale Materie, aber kaum Antimaterie im Universum? Welche Rolle spielen Neutrinos in der Kosmologie und in der Astrophysik? Wo sind die astrophysikalischen Beschleuniger, die für die energiereiche kosmische Strahlung verantwortlich sind?

Die theoretische Astroteilchen-Gruppe beschäftigt sich mit diesen grundlegenden Fragen. Ein Schwerpunkt etwa sind Untersuchungen, die nahelegen, dass die winzigen Massen der schwach wechselwirkenden Neutrinos für die kosmische Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie und damit auch für unsere Existenz verantwortlich sind (Leptogenese). Ein weiterer Schwerpunkt sind Untersuchungen zur Rolle von neuartigen Teilchen als Dunkle Materie, die noch schwächer als Neutrinos wechselwirken.



Standort 4.2, Foyer

- Theoretische Physik
- Fragecke

FACHABTEILUNG MECHANIK

Die Mechanische Konstruktion demonstriert an mehreren Beispielen die Konstruktion eines wissenschaftlichen Geräts von der ersten Gedankenskizze des Wissenschaftlers bis zur Umsetzung durch Ingenieure und Techniker in technische Zeichnungen für die Fertigung. Die besondere Faszination ergibt sich aus dem enormen Spektrum, das die täglichen Arbeit umfasst: Dieses reicht vom Bereich der Feinmechanik über den Gerätebau bis hin zu wuchtigen Baugruppen, wie den großen Myon-Kammern, die für das ATLAS-Experiment am Teilchenbeschleuniger LHC am CERN entwickelt wurden. Doch nicht nur die Größe und Komplexität der zu bauenden Geräte, sondern auch die Werkstoffe, mit denen gearbeitet wird, weisen eine enorme Bandbreite auf. Dabei wird fast immer an der Grenze des gerade noch Machbaren entworfen und gefertigt. Neben Standardbaustoffen wie Edelstahl und Aluminium kommen häufig auch Sonderwerkstoffe wie kohlefaserverstärkter Kunststoff (CFK) und andere spezielle Kunststoffe zum Einsatz – je nachdem, welche besonderen Anforderungen an das Bauteil gestellt werden. Die Bauteilbelastungen, die im Rahmen des Experimentes erwartet werden, werden beispielsweise mittels der Finite Elemente Methode (FEM) simuliert. So können die Bauteile und Baugruppen optimiert und die Anzahl der experimentellen Testreihen wirkungsvoll reduziert und damit Zeit und Kosten gespart werden. Ganz ersetzen lassen sich Versuche in der Realität damit jedoch nicht – und so gehören auch der Bau von Modellen und Prototypen sowie deren Erprobung unter realen Bedingungen zum Aufgabenspektrum.



Standort 5.1, Technik, Konstruktion

- Konstruktionsentwicklung CTA, MDT, Belle
- CAD-Systeme

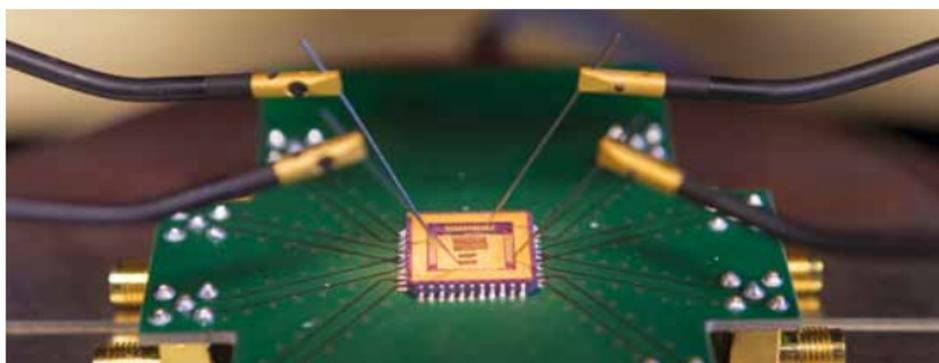
Standort 6.4, Experimentierhalle, Kunststoffwerkstatt

- 5-Achsen-Fräsmaschine
- Qualitätssicherung Klebeversuch

Von der Idee zum Produkt

Die Abteilung Elektronik ist in vielen Projekten der Experimentalphysik involviert. Aktuelle Beispiele sind das Upgrade des ATLAS-Detektors am CERN und der Prototyp eines CTA-Teleskops.

Am Anfang steht die Idee für ein neuartiges Messsystem zur Erfassung physikalischer Größen. Die Elektronikexperten sorgen für deren Umsetzung in die Praxis. Das geschieht in enger Zusammenarbeit mit der Physik, um das bestmögliche System zu realisieren. Dazu muss oft neuartige Hardware entwickelt werden, weil derart spezielle Komponenten kommerziell nicht verfügbar sind. Die Entwicklung beinhaltet Simulation, Design und Layout analoger und digitaler Schaltungen. Viele dieser High-Tech-Komponenten werden am MPI für Physik hergestellt und vermessen.



In den modern ausgestatteten Laboren und Fertigungseinrichtungen der Abteilung Elektronik wird anhand aktueller Projekte ein Einblick in die Arbeit der Experten vermittelt. Besuchen Sie uns und tauchen Sie ein in die faszinierende Welt der Elektronik!

Elektronik-Entwicklung:

Standort 6.7, Experimentierhalle, 1. Obergeschoss, Raum 523 und 524

- Messtechnik am Beispiel des ATLAS HEC-Verstärkerchips
- ASIC- und FPGA-Design für die Auslese des ATLAS MDT-Detektors
- Platinentechnik und PCB-Layout

Elektronik-Produktion:

Standort 6.5, Experimentierhalle, 1. Obergeschoss, Raum 540

- Computergesteuerter Bestückungsautomat im Betrieb
- Gravur von Einkaufswagenchips mit CO₂-Schneidelaser (zum Mitnehmen!)
- Herstellung von Dickschichtschaltungen

BERUFSAUSBILDUNG

Mit seiner Ausstattung in modernen Ausbildungswerkstätten bietet das Institut exzellente Trainingsmöglichkeiten, um einen qualifizierten Ausbildungsberuf zu erlernen. Die Auszubildenden erlangen praktische Fertigkeiten während sie direkt an der Forschungs- und Entwicklungsarbeit beteiligt sind und tragen so einen wichtigen Teil zu den Forschungsexperimenten bei.

Das Institut bildet 20 junge Menschen zu Elektronikern für Geräte und Systeme sowie zu Industriemechanikern mit Spezialisierung Feingerätebau aus. Die Palette der Ausbildungsinhalte reicht vom Bau von Elektronikgeräten und der Anwendung von CNC-Technik bis zur Automatisierungstechnik und Verarbeitung von Hightech-Materialien.

Die Berufsausbildung am Max-Planck-Institut für Physik ist Spitze! Das findet im deutschlandweiten Vergleich auch die Max-Planck-Gesellschaft und zeichnete die Ausbildungsabteilung mit dem Ausbildungspreis der MPG aus.



Standort 5.2, Technik, Ausbildung Mechanik

- CNC-Fräsen
- Projekte aus der Ausbildung: Formel 1-Wagen, 1-Zylinder-Druckluftmotor, Präzisionsdrehen Olympiaturm-Modell

Standort 6.6, Experimentierhalle, Ausbildung Elektronik

- Der „Heiße Draht“, Physikalische Versuche, Elektromotor, Löt-/Biegearbeiten

GESCHICHTE DES INSTITUTS

Das Max-Planck-Institut für Physik, gegründet am 1. Oktober 1917 als Kaiser-Wilhelm-Institut, blickt auf eine spannende Geschichte zurück. In den über 90 Jahren gab es Rückschläge, etwa durch den von den Nationalsozialisten erzwungenen Rückzug Albert Einsteins als Institutsdirektor oder durch die Schwierigkeiten nach dem Krieg. Vor allem aber setzte das Institut Maßstäbe in der physikalischen Forschung, besonders durch Wissenschaftler wie Albert Einstein, Peter Debye, Carl Friedrich von Weizsäcker oder Werner Heisenberg. Das Institut war Keimzelle einiger weiterer Institute in der Max-Planck-Gesellschaft. So sind alle physikalischen Max-



Planck-Institute in München Kinder oder Enkel des MPP, das Institut für Plasmaphysik, das erst als GmbH und seit 1971 als eigenes Max-Planck-Institut firmiert, sowie die Institute für Astrophysik und extraterrestrische Physik, alle in Garching, die seit 1991 eigenständig sind. Im Jahr 1992 wird zusammen mit dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) das Halbleiterlabor (HLL) gegründet. Zur Förderung der Spitzenforschung in Deutschland nimmt das MPI für Physik am DFG-geförderten Exzellenzcluster „Ursprung und Struktur des Universums“ teil, das 2006 an der Technischen Universität München gegründet wurde. Mit diesem Projekt wollen etwa 200 Physiker aus verschiedenen Forschungsgebieten gemeinsam Antworten auf die Entstehung und Entwicklung des Universums finden. Damit unterstreicht das MPI für Physik sein Bemühen, aktuellen und relevanten Fragen der Physik in interdisziplinären Projekten nachzugehen, was der herausragenden Bedeutung des Instituts in der deutschen Forschungslandschaft entspricht. Im Juli 2012 gaben Physiker am CERN die Entdeckung eines neuen Teilchens bekannt. Vielleicht der letzte Baustein des Standardmodells der Teilchenphysik: das Higgs-Boson. An der Entdeckung des Teilchens waren Forscher des Max-Planck-Instituts für Physik mit dem ATLAS-Experiment maßgeblich beteiligt.

Standort 1.4, Hauptgebäude, 2. Obergeschoss, Raum 318

- Ausstellung: Im Heisenberg-Büro & Hausmusik bei Heisenbergs

Standort 4.1, Hauptgeb., Untergesch., Bibliothek, Raum 070

- Buchausstellung: Werke von Albert Einstein, Max Planck, Werner Heisenberg sowie Physik-Lehrbücher

DIE MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



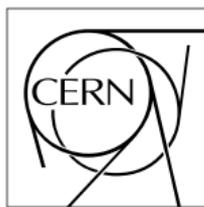
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Die Max-Planck-Gesellschaft ist Deutschlands erfolgreichste Forschungsorganisation – seit ihrer Gründung 1948 finden sich alleine 18 Nobelpreisträger in den Reihen ihrer Wissenschaftler. Damit ist sie auf Augenhöhe mit den weltweit besten und angesehensten Forschungsinstitutionen. Die mehr als 15.000 Publikationen jedes Jahr in international renommierten Fachzeitschriften sind Beleg für die hervorragende Forschungsarbeit an Max-Planck-Instituten – viele Artikel davon dürfen sich zu den meist zitierten Publikationen in ihrem jeweiligen Fachgebiet zählen.

Die derzeit 82 Max-Planck-Institute betreiben Grundlagenforschung in den Natur-, Bio-, Geistes- und Sozialwissenschaften im Dienste der Allgemeinheit. Max-Planck-Institute engagieren sich in Forschungsgebieten, die besonders innovativ sind, einen speziellen finanziellen oder zeitlichen Aufwand erfordern. Ihr Forschungsspektrum entwickelt sich dabei ständig weiter: Neue Institute werden gegründet bzw. bestehende Institute umgewidmet, um Antworten auf zukunftssträchtige wissenschaftliche Fragen zu finden. Diese ständige Erneuerung erhält der Max-Planck-Gesellschaft den Spielraum, auf neuartige wissenschaftliche Entwicklungen rasch reagieren zu können.



PARTNER- INSTITUTIONEN



CERN – Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, Genf (Schweiz),

Europäische Organisation für Kernforschung
Das europäische Forschungslabor CERN ist das weltgrößte Beschleunigerzentrum. CERN betreibt Grundlagenforschung auf den Gebieten der Teilchen-, Schwerionen- und Kernphysik. ALEPH, ATLAS, CAST und OPAL gehören zu den Experimenten des MPI für Physik am CERN.



DESY – Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg

DESY beschäftigt sich mit Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik, Forschung mit Photonen und Nutzung der Synchronstrahlung. Das MPI für Physik ist an den Experimenten H1, HERA-B und ZEUS beteiligt.



IAC – Instituto de Astrofísica de Canarias, La Palma (Spanien)

Das Observatorio del Roque de los Muchachos auf den Kanarischen Inseln bildet zusammen mit einem Observatorium auf Teneriffa das IAC. Es befasst sich mit der Forschung auf dem Gebiet der Astrophysik. Das MAGIC-Experiment befindet sich auf der Insel La Palma.



LNGS – Laboratori Nazionali del Gran Sasso Gran-Sasso-Untergundlabor (Italien)

Das Gran-Sasso-Labor ist eines der vier nationalen Labs des Istituto Nazionale di Fisica. Es ist das größte unterirdische Labor der Welt für Experimente der Teilchenphysik, Astroteilchenphysik und nuklearen Astrophysik. Die Forschungsgebiete am LNGS sind Neutrino-physik, die Suche nach der Dunklen Materie und Vermessungen von Kernreaktionen in Sternen.



KEK – High Energy Accelerator Research Organization, Tsukuba (Japan)

Das KEK ist ein nationales Forschungszentrum für Hochenergiephysik in Tsukuba, Japan. Das MPI für Physik ist am Belle-II-Experiment beteiligt, das die CP-Verletzung (Materie-Antimaterie-Asymmetrie im Universum) untersucht.

NOTIZEN



www.mpp.mpg.de



Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)

Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)
Föhringer Ring 6
80805 München
Tel.: +49 89 323 54 0
Fax: +49 89 322 67 04

