

Komitee für Beschleunigerphysik (KfB): Aktuelle Entwicklungen

Oliver Boine-Frankenheim, TU Darmstadt / GSI
Komitee für Beschleunigerphysik

KfB

Amtsperiode
2014 - 2016

Komitee für Beschleunigerphysik



Florian Grüner
U Hamburg



Thomas Weiland
TU Darmstadt
(Chair 2011-2013)



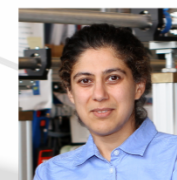
Wolfgang Hillert
U Bonn
(Chair 2014-2016)



Oliver Boine-Frankenheim
GSI & TU Darmstadt
(Vice Chair 2014-2016)



Andreas Jankowiak
HZB & HU Berlin
(Vice Chair 2011-2013)



Atoosa Meseck
HZB

Mitglieder des Komitees



Jörg Rossbach
U Hamburg



Shaukat Khan
TU Dortmund



Rüdiger Schmidt
CERN



Andreas Peters
HIT



Hans Weise
DESY



Anke-Susanne Müller
KIT

Neuwahl im Dezember 2016. Wahlbriefe noch bis 15 Dez. an PT-DESY.

Komitee für Beschleunigerphysik (KfB)

Registrierte Mitglieder: 400

Elected members (2014-2016):

| | |
|----------------------------------|-----------|
| O. Boine-F. (GSI / TU Darmstadt) | Uni/Lab |
| F. Grüner (Uni Hamburg) | Uni |
| W. Hillert (Uni Bonn) | Uni |
| A. Jankowiak (HZB, Berlin) | Labor |
| S. Khan (TU Dortmund) | Uni |
| A. Meseck (DESY) | Lab |
| A.-S. Müller (KIT, Karlsruhe) | Uni/Lab |
| A. Peters (HIT, Heidelberg) | Industrie |
| J. Rossbach (Uni Hamburg) | Uni |
| R. Schmidt (CERN) | Labor |
| T. Weiland (TU Darmstadt) | Uni |
| H. Weise (DESY) | Labor |

Organisation der Beschleunigerphysik auf den DPG Frühjahrstagungen (100-200 Beiträge)

- Dresden 2013 (mit HK)
- Dresden 2014 (mit KM)
- Wuppertal 2015 (mit T)
- Darmstadt 2016 (mit HK)

HK: Kernphysik

KM: Festkörperphysik

T: Hochenergiephysik



DPG: Deutsche
Physikalische Gesellschaft

Seit März 2014:

Arbeitskreis Beschleunigerphysik (AKBP)
in der DPG (550 Registrierungen, Oktober 2016)

<http://www.beschleunigerphysik.de>

DPG-Nachwuchspreis für Beschleunigerphysik (AKBP und KfB)

*Preis für hervorragende Nachwuchswissenschaftler/-innen auf
dem Gebiet der Physik und Technik der Beschleuniger*

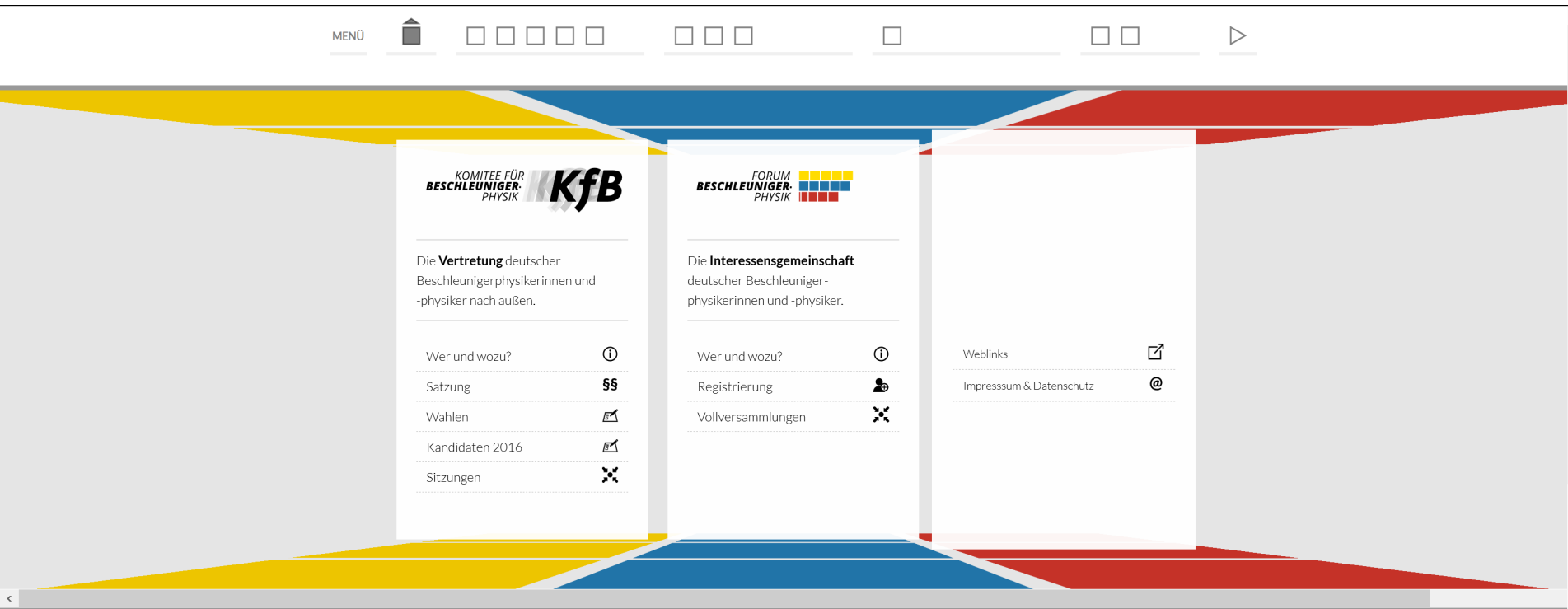
Preisvergabe jährlich, Preisgeld 5.000 Euro

Sponsoren:

- Helmholtz-Zentrum DESY
- Helmholtz-Zentrum Berlin HZB
- Helmholtz-Zentrum GSI
- RI Research Instruments GmbH
- Pfeiffer Vacuum GmbH
- CST - Computer Simulation Technology GmbH

**Vom DPG-Vorstandsrat
einstimmig beschlossen**

Neue KfB Webseiten: www.beschleunigerphysik.de



NACHRICHTEN

24. November 2016

WAHLEN 2016

Wahlunterlagen zur KfB-Wahl 2016 versendet.

Darin sind alle 403 Mitglieder des Forums Beschleunigerphysik aufgefordert, Ihre Wahlentscheidung postalisch bis zur Eingangsfrist, dem 16. 12. 2016 um 12:00 Uhr, mitzuteilen. Vorstellungen der Kandidaten für die verschiedenen Wahlkreise finden Sie unter KfB / Kadidaten 2016.

ANSTEHENDE TERMINE

16. Februar 2016 (TU Darmstadt)

VOLLVERSAMMLUNG

Vollversammlung des Forums Beschleunigerphysik an der TU Darmstadt

Beginn: 16. Februar 2017, 16:00 Uhr

Ort: TU Darmstadt (Raum wird noch bekanntgeben)

Forum Beschleunigerphysik

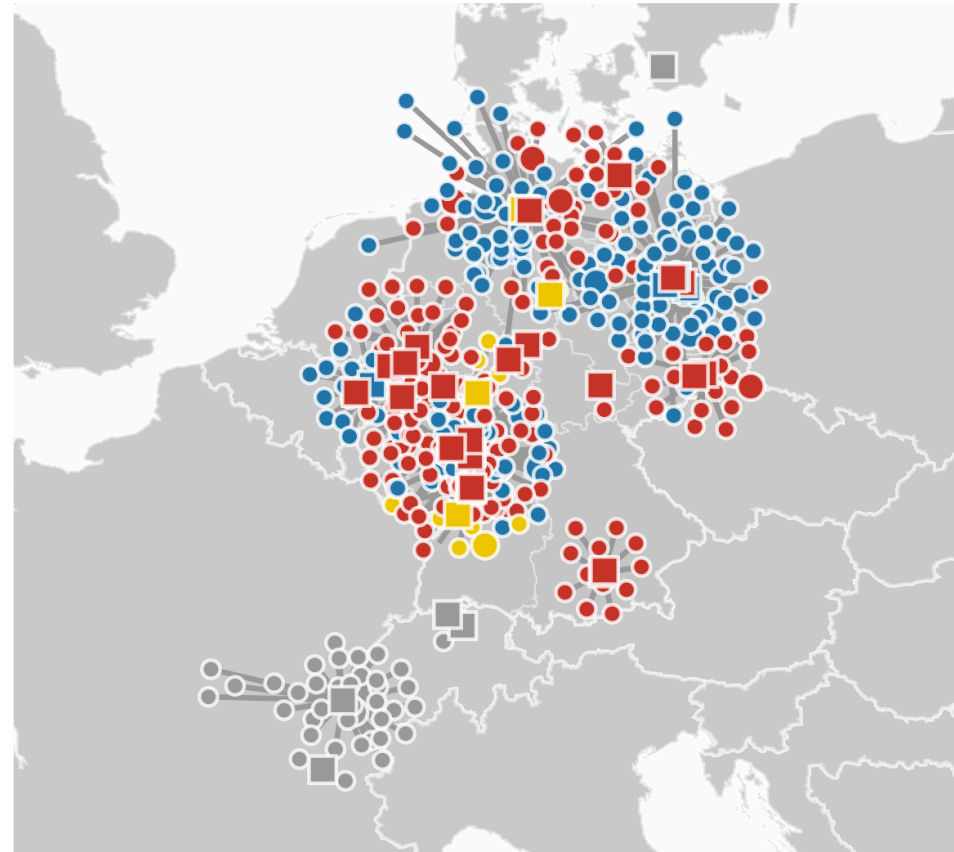


WER UND WOZU?

Das *FORUM BESCHLEUNIGERPHYSIK* ist eine **Interessengemeinschaft** der in der deutscher Beschleunigerphysik Tätigen. Das *FORUM* dient dem **wissenschaftlichen Austausch** und der **Vorbereitung von Forschungsverbänden**.

MITGLIEDER DES FORUMS

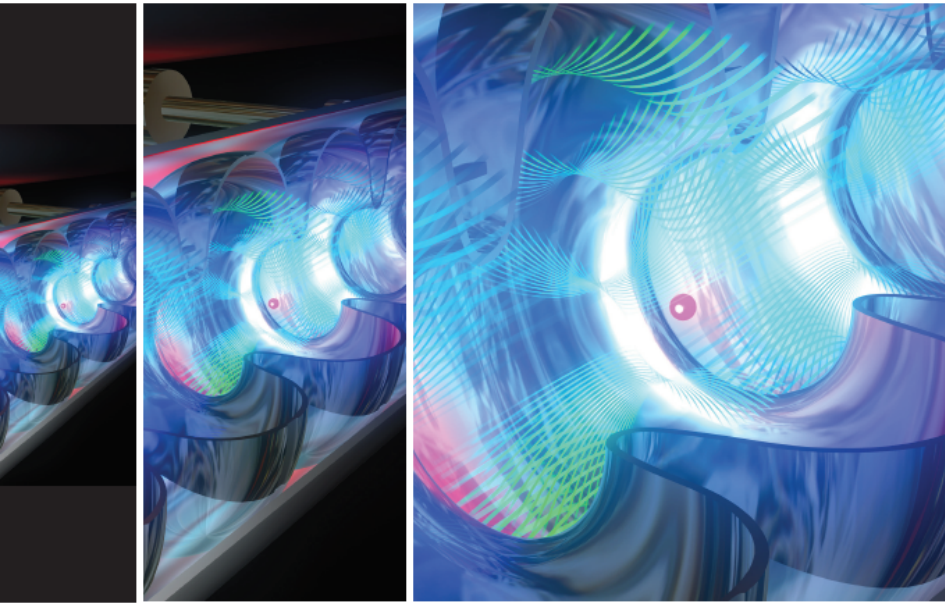
Derzeit gehören dem Forum Beschleunigerphysik 403 Personen an.



Jeder Kreis steht für ein Mitglied des *FORUM BESCHLEUNIGERPHYSIK*.

Neue Broschüre des KfB

J. Rossbach (Editor), S. Appel,
R. Schmidt, O. Boine-Frankenheim



BESCHLEUNIGER
für Teilchen, Wissen und Gesellschaft
Komitee für Beschleunigerphysik

WIE FUNKTIONIEREN BESCHLEUNIGER?

WER BRAUCHT BESCHLEUNIGER?

| | | | | | |
|-------|--|-------|---|-------|---|
| 2-3 | Vorwort | 14-15 | Elektrische Kräfte Teilchen Beine machen | 26-27 | Beschleuniger für die Industrie |
| 4-5 | Stimmen | 16-17 | Magnetische Kräfte Ablenkungsmanöver | 28-29 | Medizin |
| | Von der Teilchenquelle | | Linear- und Ringbeschleuniger | 30-33 | Forschung mit Neutronen |
| 6-7 | Was womit wozu beschleunigen? | 18-19 | Gerade oder rund? | 34-37 | Forschung mit Photonen/Neutronen |
| 8-9 | Die Energie beschleunigter Teilchen | 20-21 | Technologien »Geht nicht« war gestern | 38-41 | Kernphysik |
| 10-11 | | 22-23 | Alternative Beschleunigungstechnologien Kompakte Konzepte | 42-45 | Teilchenphysik |



» Sowohl der Bau von Beschleunigern als auch deren Nutzung bringen Experten aus aller Welt zusammen. Die Freude an der gemeinsamen Arbeit, ob in der Ausbildung oder in der Spitzenforschung, schlägt dabei unzählige Brücken zwischen Kulturen und Völkern.« — **Helmut Dosch**, Vorsitzender des Direktoriums, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY



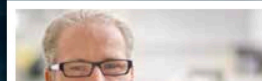
» Ich bin Teil des Betriebs-Teams des LHC. In dieser Rolle führe ich im Kontrollraum Messungen durch und schreibe Programme, um die Instrumente im Strahlrohr des LHC zu bedienen. Man kann sich auf nichts richtig vorbereiten, jeder Tag birgt neue Erkenntnisse. Echt motivierend dabei: Jede Idee findet Gehör.« — **Maria Kuhn**, Doktorandin an der Universität Hamburg



» Der Betrieb und die wissenschaftliche Nutzung von Teilchenbeschleunigern für die Grundlagenforschung in der Kernphysik und der nuklearen Astrophysik an Universitäten erlauben eine herausragende Form von fokussierter, interdisziplinärer Spitzenausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.« — **Norbert Pietralla**, Direktor des Instituts für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt



» Was mich persönlich immer wieder beeindruckt, ist der Enthusiasmus, mit dem bei CERN und anderen Instituten gearbeitet wird. Diese Begeisterung ist keineswegs auf die Physikerinnen und Physiker beschränkt, sondern findet sich ebenso bei allen anderen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.« — **Rolf-Dieter Heuer**, Generaldirektor des Forschungszentrums CERN (2009-2015)



» Mittels Beschleunigern wurde im Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum ein weltweit einmaliges Bestrahlungssystem realisiert. Wir können Tumore aus beliebiger Richtung millimetergenau

KfB Broschüre: Einfache Grundlagen

6 VON DER TEILCHENQUELLE BIS ZUM TEILCHENFÄNGER

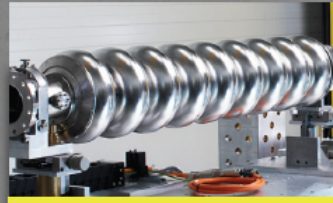
Im Detail können sich Beschleuniger stark voneinander unterscheiden, doch die Funktion zentraler Komponenten ist fast überall gleich.



TEILCHENQUELLE

Die Reise der Teilchen startet an der Quelle. Hier werden Strahlen von Elektronen, Protonen oder Ionen erzeugt. Oft sind viele Milliarden Teilchen zu Paketen gebündelt.

Quelle für Elektronen [DESY]



BESCHLEUNIGUNGSELEMENTE

Die Beschleunigung der Teilchen erfolgt in metallischen Hohlräumen, in denen elektrische Kräfte schnell schwingen. Von diesen werden die Teilchen mitgerissen wie Surfer auf einer Wasserwelle.

Beschleunigungselement aus supraleitendem Niob [DESY]



FOKUSSIERMAGNETE

Fokussiermagnete sorgen dafür, dass die Teilchen in den Teilchenpaketen nicht auseinanderliegen. Sie wirken wie eine Sammellinse und bündeln die Teilchenpakete ähnlich, wie eine Lupe Licht fokussiert.

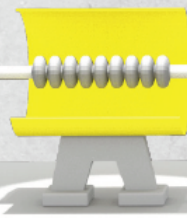
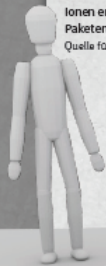
Vierpoliger Fokussiermagnet [European XFEL]



ABLENKMAGNETE

Ablenkmagnete bringen die Teilchen auf kreisförmige Bahnen. Damit lassen sich ringförmige Beschleuniger realisieren, oder die Teilchen können nach getaner Arbeit aus dem Beschleuniger gelenkt werden.

Zweipoliger Ablenkmagnet [SS]



KONTROLLRAUM

Beschleuniger für die Wissenschaft laufen 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche. Im Kontrollraum kümmern sich Expertenteams im Schichtbetrieb darum, dass alles reibungslos vonstattengeht.

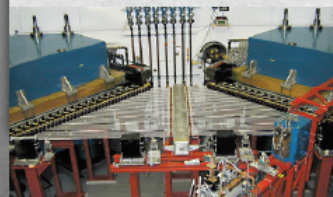
LHC-Kontrollraum [CERN]



VAKUUMRÖHREN

Um Kollisionen mit Luftmolekülen zu vermeiden, bewegen sich die Teilchen in Vakuumröhren. In einigen Beschleunigern wird ein besseres Vakuum erreicht als das Vakuum in unserem Sonnensystem.

Vakuumröhren [MAMI]



TUNNEL

Beschleuniger werden oft in Tunneln errichtet. Das legt an ihrem großen Platzbedarf. Zudem bieten Beton und einige Meter Erdrück ausreichenden Schutz vor entstehender Strahlung.

Beschleunigtunnel [European XFEL]



TEILCHENFÄNGER

Wenn die Reise der beschleunigten Teilchen zu Ende geht, werden sie zur Entsorgung in dicke Materieblöcke – meist aus Grafit – gelenkt. Dort geben die Teilchen ihre Energie als Wärme frei.

Die Abzweigung zum Teilchenfänger von FLASH [DESY]



KfB Broschüre: Kernphysik



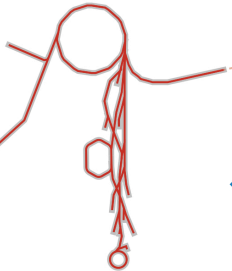
COSY
Ionen-Kühlersynchrotron
Forschungszentrum Jülich
Umfang: 183 m
Protonenenergie: 2,88 GeV



CSR
Ionenspeicherring
MPIK, Heidelberg
Umfang: 35 m
Protonenenergie: 300 keV



ELSA
Elektronenstretcher
Universität Bonn
Stretcherringumfang: 164 m
Elektronenenergie: 3,5 GeV



FAIR (im Bau)
Ionenbeschleunigerkomplex
FAIR, Darmstadt
Umfang (SIS100): 100 m
Protonenenergie (SIS100): 30 GeV

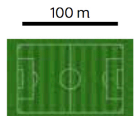
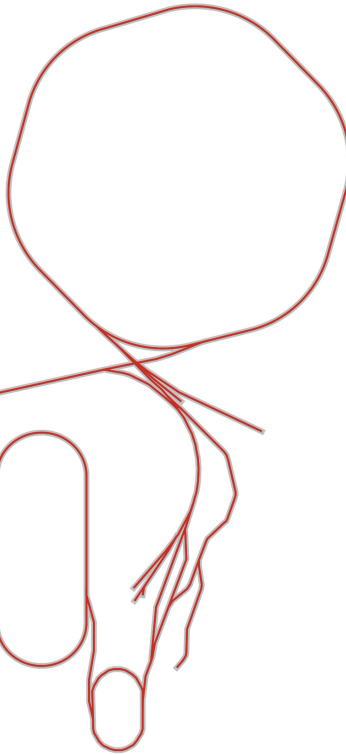
GSI-Beschleunigerkomplex
GSI, Darmstadt
UNILAC (120 m), SIS18 (216 m)
und ESR (108 m)
Protonenenergie (SIS18): 4 GeV



MAMI
Mikrotron
Universität Mainz
Grundfläche (MAMI C): 30 m x 15 m
Elektronenenergie: 1,6 GeV



S-DALINAC
Linearbeschleuniger
TU Darmstadt
Grundfläche: 25 m x 10 m
Elektronenenergie: 130 MeV



| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 107 Bh Bohrium | 108 Hs Hassium | 109 Mt Meitnerium | 110 Ds Darmstadtium | 111 Rg Roentgenium | 112 Cn Copernicium |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|

BEISPIELE AUS DER FORSCHUNG

Ob extreme Zustände wie kurz nach dem Urknall oder die Entstehung der Elemente in Sternexplosionen – Kernphysik hat das Winzige und das Riesige im Blick.

Entdeckung neuer Elemente

Am GSI Helmholtzszentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt forschen Weltmeister – Weltmeister der Erzeugung schwerer Atomkerne. Dazu werden natürlich vorkommende Atomkerne bei hohen Energien verschmolzen. So konnten bei GSI bereits sechs bis dato unbekannte schwere Elemente erzeugt und untersucht werden.

Entstehung der Materie

Alle schweren Elemente, auch das Eisen im menschlichen Blut, sind vor langer Zeit in gewaltigen Sternexplosionen entstanden. Wie die kernphysikalischen Prozesse dahinter verstanden will, muss die Eigenschaften der vielen Zwischenschritte kennen. Doch diese sind meist sehr kurzlebig und kommen nicht natürlich auf der Erde vor. Daher werden sie mit Beschleunigern erzeugt. Dies geschieht bei GSI in Darmstadt; auch die ISOLDE-Anlage bei CERN produziert kurzlebige Atomkerne. Einige der Kernprozesse, die auch in unserer Sonne ablaufen, können nur in einer Umgebung untersucht werden, die von der kosmischen Strahlung abgeschirmt ist. Dazu werden im Gran-Sasso-Bergmassiv in Italien mit deutscher Beteiligung Beschleuniger tief unter der Erde betrieben.

Urknall und Neutronensterne

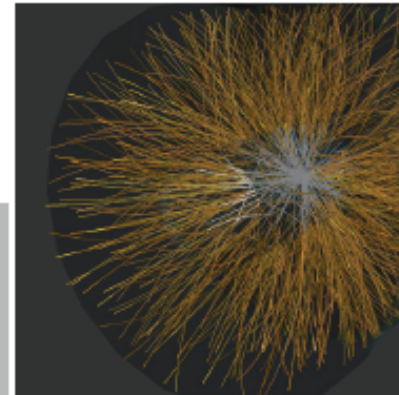
An der Grenz zwischen Kern- und Teilchenphysik werden Quark-Gluon-Plasmen erforscht. Aus dieser extrem heißen und dichten Form von Kernmaterie bestand das Universum in seinen ersten Sekundenbruchteilen. Heute findet man sie höchstens noch in Neutronensternen oder nach dem Zusammenstoß beschleunigter Atomkerne. Bei CERN werden am LHC Beschleuniger Quark-Gluon-Plasmen wie nach dem Urknall produziert. Bei GSI wird die im Bau befindliche Beschleunigeranlage FAIR Plasmen mit hohen Dichten erzeugen, wie sie im Inneren von Neutronensternen vorkommen.

• In Experimenten an der GSI-Beschleuniganlage wurden die sechs neuen Elemente 107 bis 112 entdeckt.

• Im Jahr 2010 wurde das sechste bei GSI nachgewiesene Element auf den Namen Copernicium getauft. (30)

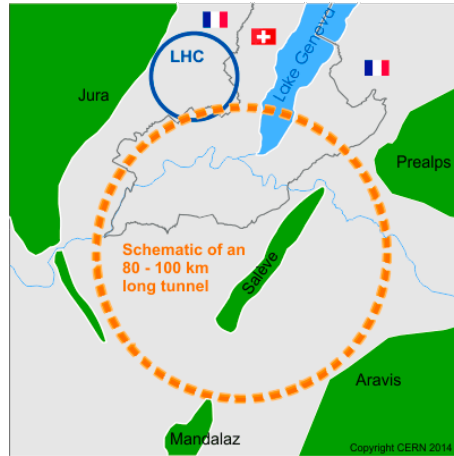


• Kollision von Bleikerne, aufgenommen vom LHC-Experiment ALICE (30)



KfB Broschüre: Hochenergiephysik

LHC Nachfolger: FCC



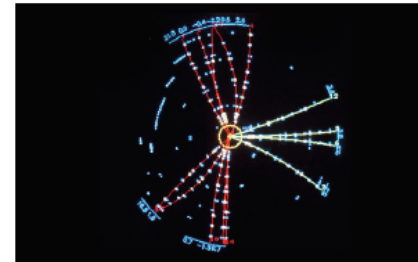
| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| g Gluon (8-c) | W⁻ W-minus | Z⁰ Z-Null | W⁺ W-plus | γ Photon | d Down-Quark | s Strange-Quark | b Bottom-Quark | ν_e e-Neutrino | ν_μ μ-Neutrino | ν_τ τ-Neutrino |
| H Higgs | u Up-Quark | c Charm-Quark | t Top-Quark | e Elektron | μ Myon | τ Tauon | | | | |

BEISPIELE AUS DER FORSCHUNG

Ohne Beschleuniger gäbe es die heutige Teilchenphysik nicht. Viele Bausteine der Universums können nur untersucht werden, wenn man sie zuvor durch Zusammenstöße energiereicher Teilchen erzeugt.

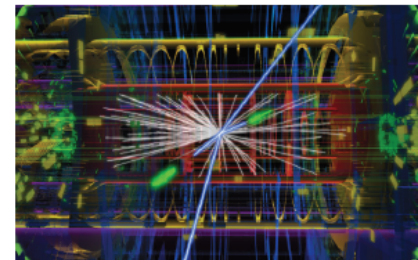
ENTDECKUNG DER GLUONEN

Im Frühjahr 1979 sorgten in Hamburg Teilchenspuren für große Aufregung – Teilchenspuren, die zu drei Bündeln angeordnet waren. Sie zeigten sich am Beschleuniger PETRA bei DESY. Hier wurden Elektronen und ihre Antiteilchen bei bis dato unerreichten Energien aufeinander geschossen. Die drei Bündel ließen sich bestens mit der Theorie der starken Kraft erklären, die die Wechselwirkung zwischen Quarks mit Hilfe des Austausches von Gluonen beschreibt. Das war der Durchbruch für die Theorie und ein riesiger Erfolg für die vier PETRA-Experimente JADE, MARK-I, PLUTO und TASSO.



BESTÄTIGUNG DES HIGGS-MODELLS

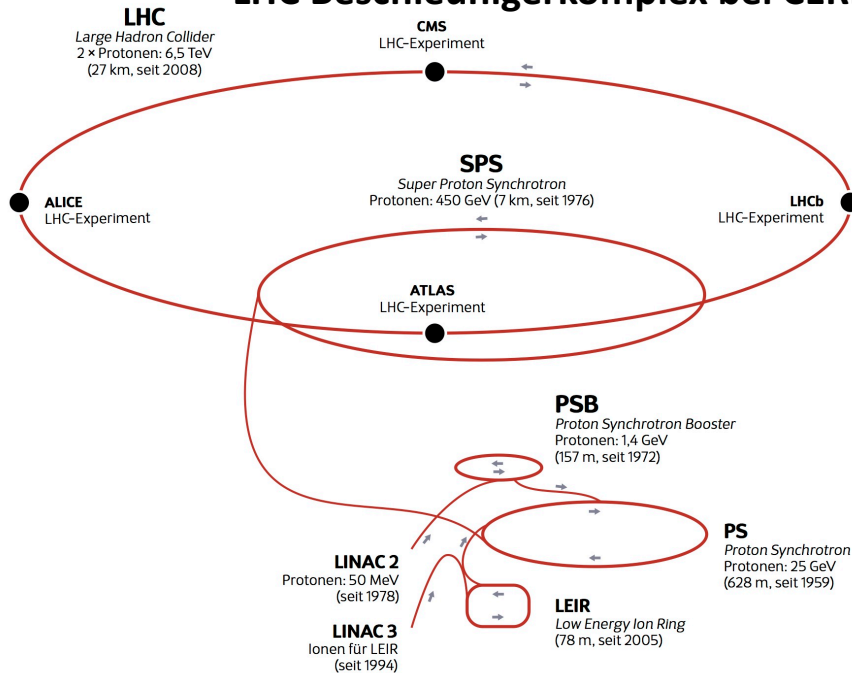
Über vierzig Jahre lang mussten Teilchenphysikerinnen und -physiker warten, bis sie den letzten Puzzestein des Standardmodells dingfest machen konnten. In den 1960er Jahren entwickelten Peter Higgs und zwei weitere Forschergruppen unabhängig voneinander die Lösung für ein schwerwiegendes Problem der damaligen Teilchenphysik. Denn die Beschreibung der Kräfte gelang nur mit masselosen Teilchen. Doch wieso haben Elektronen, Neutrinos und Quarks nachweislich dennoch eine Masse? Die Antwort lieferte der Higgs-Mechanismus, der mit den Higgs-Bosonen weitere neue Teilchen voraussagte. Die Masse dieser Teilchen ist allerdings so groß, dass erst der 27 Kilometer lange Beschleuniger LHC bei CERN ausreichend Kollisionsenergie bereitstellte, um die Higgs-Bosonen nachzuweisen. Im Juli 2012 verkündeten die LHC-Experimente ATLAS und CMS – unter weltweiter Beachtung – den Nachweis des letzten fehlenden Bausteins des Standardmodells.



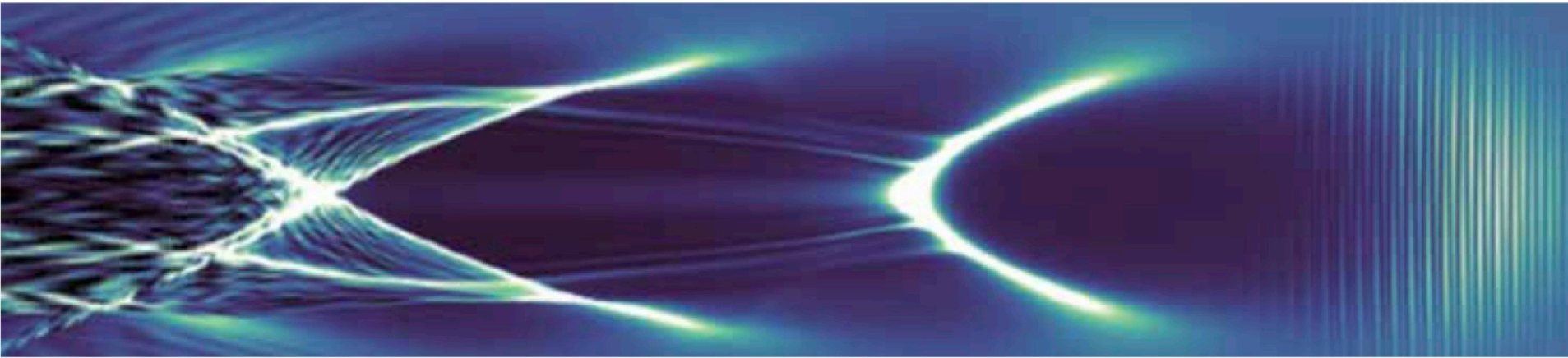
- Die Teilchen im Standardmodell der Teilchenphysik. Das Higgs-Teilchen gab sich als letztes zu erkennen.
- Teilchenphysik 1979: Nachweis der Gluonen am PETRA-Beschleuniger bei DESY. Zwei der drei Teilchenbündel stammen von Quarks. Ein drittes lässt sich auf ein Gluon zurückführen. [TASSO/DESY]
- Teilchenphysik 2012: Nachweis der Higgs-Teilchen am LHC-Beschleuniger bei CERN. Bei der abgebildeten Teilchenreaktion zerfällt ein Higgs-Teilchen in zwei Myonen (lange blaue Linien) und zwei Elektronen (kurze blaue Linien). [CMS/ CERN]
- Peter Higgs am LHC-Beschleuniger, als die nach ihm benannten Teilchen noch nicht entdeckt waren. Für die theoretische Entwicklung des Higgs-Mechanismus erhielten er und François Englert 2013 den Nobelpreis für Physik. [CERN]



LHC Beschleunigerkomplex bei CERN

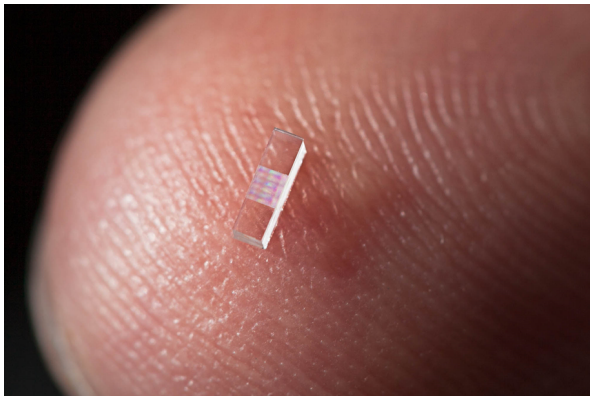


KfB Broschüre: Kompakte Konzepte



Plasmabeschleuniger: **100 GV/m**

Konventionelle HF Beschleuniger: approx. **30 MV/m**



Glas-Beschleuniger: **300 MV/m**

Small really is beautiful, The Economist, Oct. 19th 2013



KfB Workshop: Perspectives for Accelerator Physics and Technology

The workshop is intended to set up a longer-term strategic discussion

-> strategy paper

Three parts:

1. Needs for the community using accelerators for the next 10 - 20 years
2. What facilities are planned / being considered ?
What R&D is required to build such facilities ?
3. Technologies for enabling future accelerators

KfB Workshop: Perspectives for Accelerator Physics and Technology

16-17 February 2017
Hörsaal im „Uhrturm“
Hochschulstraße 4
TU Darmstadt

Presentations by users: Accelerators are used in many different areas: E.g. nuclear physics, HE physics, condensed matter, medical and industrial applications. The presentations of the users will concentrate on future needs, an outlook on accelerator and beam requirements for the next 10-20 years will be given.

Presentations from the perspective of accelerator physics: For the various fields of application it will be presented which accelerators are planned / under study / possible, and in which areas of accelerator physics and technology additional research & development is necessary to build such accelerators.

The current state of research and an outlook on future developments in various selected fields of accelerator physics and technology will be presented.

<http://indico.cern.ch/event/581462/>

Registration is open !



Ausblick

Demnächst:

- Interaktive Online-Version der Broschüre
Beschleunigerphysik in Deutschland
- Perspektiven-Workshop
Perspectives for Accelerator Physics and Technology

In fernerer Zukunft:

- Erstellung eines Strategiepapiers
Beschleunigerphysik 2030