European Strategy Update

Teilchenphysik in der Schweiz

Die Anwesenheit des weltweit führenden Labors für Teilchenphysik CERN und des Paul Scherrer Instituts PSI hat der Schweiz enorme Vorteile gebracht. Institute an fünf kantonalen Universitäten, an zwei Eidgenössischen Technischen Hochschulen und am Paul-Scherrer-Institut haben mit dem Schweizer Teilchenphysikprogramm am CERN und anderen Standorten eine starke Partnerschaft aufgebaut und sind an Forschung und Lehre in Teilchen- und Astroteilchenphysik beteiligt. Darüber hinaus beherbergt das Schweizerische Zentrum für Supercomputing in Lugano das Schweizer Tier-2-Zentrum als Teil der GRID-Datenanalysen des LHC. Die fast 450 auf dem Gebiet tätigen Wissenschaftler sind im Schweizerischen Institut für Teilchenphysik CHIPP, Mitglied der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz, organisiert.

Aus der Schweizer Teilchenphysik-Strategie ist ein ausgewogenes Programm hervorgegangen, welches auf drei Säulen beruht: (1) Hochenergiephysik, einschliesslich niederenergetischer Hochpräzisionsexperimente; (2) Neutrinophysik, (3) Experimente an der Schnittstelle von Kosmologie, Astrophysik, Teilchen- und Kernphysik. Darüber hinaus werden grosse Anstrengungen im Bereich der Beschleunigerforschung unternommen.

Schwerpunkte der Forschungsinteresses

Hochenergiephysik, einschliesslich niederenergetischer Hochpräzisionsexperimente:

Higgs, Supersymmetrie, Physik jenseits der Standardmodells, Quark-Flavour-Physik, Flavourverletzung geladener Leptonen, CP-Verletzung

Neutrinophysik:

Neutrino-Eigenschaften (Oszillation, Massen, Mischung, Hierarchie), Neutrinostrahlen, Protonenzerfall, neutrinoloser doppelter Betazerfall, Majorana-Masse, CP-Verletzung

Schnittstelle von Kosmologie, Astrophysik, Teilchen- und Kernphysik:

Dunkle Materie, Hochenergieastronomie, Gammastrahlenastrophysik, kosmische Strahlung, Kosmologie, Gravitationslinsen, Multi-Messenger-Astronomie

Luftbild des Paul Scherrer Instituts (PSI), welches - als Schweizer Nationalinstitut - Grossgeräte für verschiedene Wissenschaftsdisziplinen einschliesslich der Teilchenphysik betreibt.

Gesellschaft und Kompetenzen

- 420‘000 Menschen in der Schweiz sind in Unternehmen mit physikbezogenen Aufgabenbereichen tätig. Dies entspricht ca. 10 % der werktätigen Bevölkerung.
- Die Schweiz trägt 4,25 % (entspricht 160 Mio.€ [2010]) an den sich aus physikbezogenen Tätigkeiten ergebenden Umsatz Europas bei (d.h. EU27 mit Norwegen und der Schweiz).
- 2700 Studenten studieren Physik an einer Schweizer Universität (2011). 185 aktive Experimentalphysiker und 75 Theoretiker sowie etwa 190 Doktoranden sind in der Teilchen- und Astroteilchenphysik tätig, einschliesslich des Bereichs an der Schnittstelle von Kosmologie und Teilchenphysik.
- Zwischen 1996 und 2012 wurden insgesamt 107 Master- und 96 Doktorarbeiten im Zusammenhang mit der Entwicklung und dem Bau der LHC-Detektoren sowie der Datenanalyse abgeschlossen. Darüber hinaus wurden 14 Doktorarbeiten im Bereich der LHC-Beschleunigerphysik fertiggestellt.
- Weitere Tätigkeiten im Bereich der Teilchenphysik in der Schweiz haben ebenfalls einen soliden Beitrag zur Ausbildung von Studenten auf allen Stufen geliefert.

Neue Technologien

- Experimentelle Teilchenphysik erfordert anspruchsvolle experimentelle Techniken, um die Produkte von Teilchenkollisionen zu identifizieren. Dies führte zu bedeutenden Innovationen im Bereich der Instrumente (hochpräzise Teilchensensoren) sowie der Computertechnologie für die Datenanalyse. Fruchtbare interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglichte grosse Fortschritte in anderen Wissenschaftsdisziplinen sowie medizinischen und kommerziellen Anwendungen.
- Nebenprodukte entstanden vor allem im Bereich der Detektor-Technologien sowie der Datenerfassung und Signalverarbeitung. Die entwickelten Detektoren sind in der Lage, zum Beispiel Röntgenstrahlen viel schneller als vergleichbare Detektoren und fast rauschfrei zu registrieren.

Biowissenschaften und Medizin

- Das PSI betreibt die erste kompakte Strahlentherapie-Einrichtung mit Scanning-Verfahren für die Protonstrahlenbehandlung von tief liegenden Tumoren. Die einzigartige, am PSI entwickelte Bestrahlungstechnik ermöglicht es, die Strahlendosis sehr genau an die Formgebung des Tumors anzupassen. Dadurch lässt sich gesundes Gewebe viel besser als mit den modernsten konventionellen Strahlentherapietechniken schützen.
- Detektor- und Datenerfassungstechnologie aus der Teilchenphysik wird zum Beispiel auch in PET-Scannern verwendet. Für medizinische Anwendungen werden bestimmte Radioisotope erzeugt.

Bildung und Öffentlichkeitsarbeit

- Die Schweiz möchte in der Teilchenphysik die besten Studenten für sich gewinnen, um die qualitativ hochwertige Arbeit und erwiesenermassen herausragenden Leistungen der im Land tätigen wissenschaftlichen und technischen Teams und theoretischen Physikern auf gleichem Niveau beizubehalten. Ein Graduiertenprogramm der Physik wird durch gut geförderte Doktorandenprogramme (den 3ème cycle in der Westschweiz, die Winterschule für Doktoranden des CHIPP sowie die Sommerschule in Zuoz) aber auch durch die Teilnahme an der CERN School of Physics ergänzt.
- Mit der Organisation von „Tagen der offenen Tür“ für Schüler an Universitäten und der Beteiligung an den Europäischen Master Classes hat die Öffentlichkeitsarbeit an Sichtbarkeit gewonnen. Dazu kommen besondere Projekte, welche sich an Schulen und Lehrer richten (z.B. „Verflixtes Higgs“). Mit zwei daran anschliessenden Programmen („Wechselwirkungen“, „Dialog“) sollen diese Anstrengungen weiter verstärkt werden, insbesondere durch den umfangreichen Einsatz sozialer Medien (www.teilchenphysik.ch) und öffentlicher Diskussionen.

Das CHIPP (Schweizerisches Institut für Teilchenphysik) koordiniert die Schweizer Tätigkeiten im Bereich der Teilchenphysik in den verschiedenen Labors und Instituten: **www.chipp.ch**