

Perspektive aus der Forschung

Um sich der Perspektive der Forschung zu nähern, ist es sinnvoll, sich das Aufgabenfeld des Wissenschaftsrates anzuschauen.

Wissenschaftsrat

Der Wissenschaftsrat „ist das wichtigste wissenschaftspolitische Beratungsgremium in Deutschland“ (WISSENSCHAFTSRAT 2011). Er setzt sich einerseits aus der wissenschaftlichen Kommission zusammen, die aus 24 Wissenschaftlern und 8 Personen des öffentlichen Lebens besteht, und andererseits aus der Verwaltungskommission, die aus 16 Vertretern der Länder und 6 Vertretern des Bundes besteht. Um Stellungnahmen zu wissenschaftspolitischen Themen zu verfassen, werden Arbeitsgruppen, bestehend aus Mitgliedern der beiden Kommissionen, gebildet. Die Stellungnahmen werden auf der Vollversammlung des Wissenschaftsrats verabschiedet.

Die Arbeitsgruppen des Wissenschaftsrats befassen sich z. B. mit folgenden wissenschaftspolitischen Fragestellungen:

- Wie stellt man die Konkurrenzfähigkeit der nationalen und europäischen Forschung sicher?
- Durch welche Maßnahmen ermöglicht man eine optimale Ausbildung von Nachwuchsforschern?
- Welche Großforschungsanlagen sollten finanziert werden?

Großforschungsanlagen

Eine mögliche Fragestellung des Wissenschaftsrats wäre, warum Teilchenphysiker so viele verschiedene Beschleunigungsanlagen wie den *Large Hadron Collider (LHC)* oder den sich in Planung befindlichen *International Linear Collider (ILC)* benötigen. Was ist der Zweck eines Linearbeschleunigers und was der eines Kreisbeschleunigers? Würde nicht ein Typ von Beschleuniger reichen?

Eine recht einfach erscheinende Erklärung bietet die Internetseite www.weltderphysik.de. Hier wird der Linearbeschleuniger ILC als „Präzisionsmaschine“ bezeichnet, der Kreisbeschleuniger LHC als „Entdeckungsmaschine“. Beim LHC werden Protonen beschleunigt, „denen wegen ihrer großen Masse eine sehr hohe Energie mitgegeben werden

kann. Bei den Zusammenstößen können aus dieser Energie sehr massereiche neue Teilchen entstehen. [...] Weil jedoch die schweren Protonen aus mehreren Quarks bestehen, platzt beim Zusammenstoß eine Vielzahl von Bruchstücken nach allen Seiten weg. Daher ist es schwer, die Eigenschaften der neu erzeugten Teilchen präzise zu messen. [...] Im ILC stoßen punktförmige Elektronen auf ihre ebenfalls punktförmigen Antiteilchen, die Positronen. Beide Teilchen vernichten sich gegenseitig und verwandeln sich vollständig in Energie, aus der neue Teilchen entstehen können. Da man so die Anfangsbedingungen bei der Teilchenerzeugung sehr genau kennt und keine "Reste" der Stoßpartner verbleiben, ist das Ergebnis viel einfacher zu interpretieren als bei Protonenstößen“ (INTERNETSEITE www.teilchenphysik.de).

Es stellt sich aber die Frage, warum man nicht auch Elektronen in Kreisbeschleuniger zur Kollision bringt. Wenn Teilchen in einem Kreisbeschleuniger durch Magnetfelder abgelenkt werden, strahlen sie elektromagnetische Strahlung, die sogenannte Synchrotronstrahlung, ab. Dadurch verlieren die Teilchen Energie. Wie groß der Energieverlust der Teilchen ist, lässt sich theoretisch herleiten und durch eine Formel ausdrücken. Für die Schule bietet sich eine Betrachtung der Abhängigkeiten an.

$$\Delta E \sim \frac{q^2 \cdot E^2}{R \cdot m^4}$$

Also hängt der Energieverlust ΔE von der Energie des Teilchens E , von der Ladung des Teilchens q , der Masse des Teilchens m und von dem Radius des Kreisbeschleunigers R ab. Die Formel lässt nicht nur erkennen, warum es in einem Kreisbeschleuniger energetisch günstiger ist, Protonen anstatt Elektronen zu beschleunigen, sondern auch den Grund für immer größere Kreisbeschleunigeranlagen.

	Kreisbeschleuniger	Linearbeschleuniger
Beispiele	LHC	ILC
Zweck	„Entdeckungsmaschine“	„Präzisionsmaschine“
Beschleunigte Teilchen sind eher...	Hadronen z. B. Protonen (Masse $m_p = 938 \text{ MeV}/c^2$)	Leptonen z. B. Elektronen (Masse $m_e = 0,5 \text{ MeV}/c^2$)
Warum gerade diese Teilchen?	Große Masse: Energieverlust durch Synchrotronstrahlung ist relativ niedrig $\Delta E \sim \frac{E^2}{R \cdot m_p^4}$	Kleine Masse: Energieverlust im Kreisbeschleuniger wäre relativ groß $\Delta E \sim \frac{E^2}{R \cdot m_e^4}$

Je größer...	...der Radius des Beschleunigers um so kleiner der Energieverlust	...der Linearbeschleuniger um so präzisere Messungen sind möglich
	$\Delta E \sim \frac{E^2}{R \cdot m_p^4}$	

Eine ergänzende Perspektive auf Teilchenbeschleuniger erhält man, wenn man sich einen historischen Überblick über verschiedene Beschleunigeranlagen schafft. Hier könnte man die Verbindung der Größe von Teilchenbeschleunigern zu ihren maximalen Kollisionsenergien, zu ihren Kosten und zu den Erkenntnissen, die durch sie erlangt wurden, betrachten. Vereinfachend könnte man sagen, dass größere Teilchenbeschleuniger größere Kollisionsenergien ermöglichen. Größere Kollisionsenergie ist aber die notwendige Voraussetzung um Teilchen mit großen Ruhemassen damit nachweisen zu können. Der Bau von größeren Teilchenbeschleunigern erfordert aber auch größeren finanziellen Aufwand. Im Rahmen der Masterarbeit wurde eine solche tabellarische Übersicht entwickelt und sie ist in der Materialsammlung „Forschung“ zu finden (*Tabellarischer Überblick Teilchenbeschleuniger*). Die Daten wurden durch Recherche im Internet gesammelt und dokumentiert. Die Quellennachweise zu den Daten findet man im Anhang.

Wissenschaftstandort

Von Seiten der Wissenschaftsgemeinschaft, aber vor allem seitens der Teilchenphysiker¹, wird immer wieder die Wichtigkeit einer Großforschungsanlage wie CERN für den Wissenschaftsstandort Deutschland, Österreich oder Europa hervorgehoben. Dabei wird betont, dass...

- CERN ein Aushängeschild für Wissenschaftsstandorte sei (vgl. z. B. DOSER und BENEDIKT 2011).
- CERN wegen seiner geballten Dichte an Technologie und intellektuellen Ressourcen Forschung auf höchstem Niveau ermögliche (vgl. z. B. REITBERGER 2009).
- ohne CERN Ausbildungsmöglichkeiten wegfallen würden (vgl. z. B. REITBERGER 2009).

¹ Die versuchte Einflussnahme seitens der Teilchenphysiker auf die Politik lässt sich nachvollziehen anhand der großen Anzahl von öffentlichen Briefen an den österreichischen Wissenschaftsminister Johannes Hahn, der im Mai 2009 den Austritt Österreichs aus CERN angekündigt hatte (vgl. ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT 2009).

- CERN auch wegen seiner großen medialen Präsenz eine hohe inspirierende Wirkung für die Jugend-Forschung zu betreiben hätte (vgl. z. B. REITBERGER 2009).
- CERN durch die Zusammenarbeit internationaler Forscherteams sowohl eine politische als auch kulturelle Integrationsfunktion für ein vereintes Europa hätte (vgl. z. B. REITBERGER 2009).

Ein Argument gegen die Finanzierung von CERN ist, so wie z. B. vom österreichischen Wissenschaftsminister Hahn vorgetragen (HAHN 2009a), dass CERN zu große finanzielle Mittel bindet. Die Mittel könnten sowohl für physikalische als auch nicht-physikalische Forschung eingesetzt werden (HAHN 2009b).

Literaturverzeichnis

Doser und Benedikt 2011

DOSER, Michael ; BENEDIKT, Michael: *Öffentlicher Brief an Bundesminister Hahn*. URL sos.teilchen.at/Brief_an_Bundeskanzler.pdf, Mai 2011 (Zitiert auf Seiten)

DPG und BMBF 2011

DEUTSCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT (Hrsg.) ; BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Hrsg.): *Welt der Physik: Komplementär: ILC und LHC*. <http://www.weltderphysik.de/de/4230.php>. 2011. – URL <http://www.weltderphysik.de/de/4230.php> (Zitiert auf Seiten)

Hahn 2009a

HAHN, Johannes: *Ich muss mir 'Illuminati' anschauen in der Standard*. Mai 2009. – URL <http://derstandard.at/1242316478580/STANDARD-Interview-Ich-muss-mir-Illuminati-anschauen> (Zitiert auf Seiten)

Hahn 2009b

HAHN, Johannes: *Offener Brief zum angekündigtem Austritts Österreichs aus CERN*. URL http://sos.teilchen.at/OffenerBrief_JohannesHahn.pdf, Mai 2009 (Zitiert auf Seiten)

Österreichische Physikalische Gesellschaft 2009

ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT: *Offene Briefe zum angekündigten Austritts Österreichs aus CERN*. <http://sos.teilchen.at/briefe.html>. Mai 2009. – URL <http://sos.teilchen.at/briefe.html> (Zitiert auf Seiten)

Reitberger 2009

REITBERGER, Christian: *Öffentlicher Brief an Bundesminister Hahn*.

URL www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/091/s31.pdf, Mai 2009
(Zitiert auf Seiten)

Wissenschaftsrat 2011

WISSENSCHAFTSRAT: *Presstext: Aufgaben des Wissenschaftsrats*. URL <http://www.wissenschaftsrat.de/ueber-uns/aufgaben/>, 2011 (Zitiert auf Seiten)