

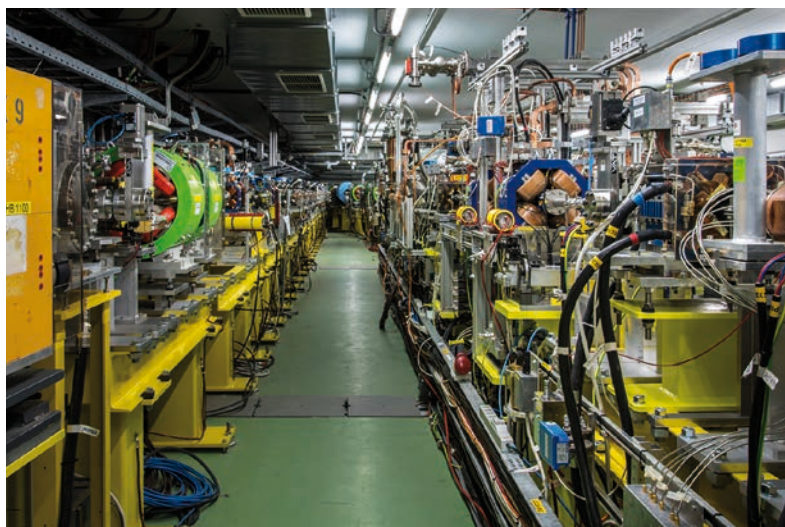
■ Damit es CLIC macht

Die erste Stufe des Compact Linear Collider (CLIC) wurde genauer charakterisiert, um speziell das Higgs-Boson und das Top-Quark detailliert vermessen zu können.

Während der Large Hadron Collider seit Frühjahr 2015 mit einer Schwerpunktsenergie von 13 TeV weiter nach Physik jenseits des Standardmodells sucht, laufen bereits seit Jahrzehnten die Planungen für verschiedene Nachfolgeprojekte. Eines davon könnte der Compact Linear Collider sein – ein Elektron-Positron-Collider, der einen Energiebereich bis 3 TeV abdecken soll.^{#)} Im vergangenen Jahr gab es Publikationen zu einem gestuften Betrieb des Colliders und zu den physikalischen Prozessen, die sich damit untersuchen lassen.^{&)}

Als der „Conceptual Design Report“ für CLIC 2012 veröffentlicht wurde, war das Higgs-Boson noch nicht entdeckt. Entsprechend konzentrierte sich der Bericht auf die Endstufe des Beschleunigers von 3 TeV. Das „Updated Baseline Staging Scenario“, das 2016 veröffentlicht wurde, beschreibt im Detail einen Betrieb in drei aufeinanderfolgenden Stufen. Die erste Stufe soll sieben Jahre in Betrieb sein, die zweite fünf Jahre und die dritte sechs, um die gewünschten Luminositäten zu erzielen. Für die Umbauphasen sind jeweils zwei Jahre veranschlagt.

Die erste Stufe bei 380 GeV zielt unter anderem darauf ab, zwei Produktionsmechanismen des Higgs-Bosons (Higgs-Strahlung und Fusion aus zwei W-Bosonen) sowie das Top-Quark zu untersuchen. Die zweite Stufe bei 1,5 TeV eröffnet z. B. die Möglichkeit, die Interaktion zwischen Top-Quark und Higgs-Boson zu analysieren. Bei der dritten Stufe von 3 TeV ließe sich Physik jenseits des Standardmodells untersuchen. Zudem sollten sich zwei Higgs-Teilchen gleichzeitig erzeugen und ihre Wechselwirkung charakterisieren lassen. „Für einige Teilchenphysiker ist das so etwas wie der Heilige Gral“, sagt die Physikerin Eva Sicking, die am CERN an der CLIC-Detektortechnologie forscht. Eine so hohe Kollisionsenergie wird nur CLIC ermöglichen



In der CLIC Test Facility am CERN wird die Beschleunigertechnologie getestet.

chen, nicht aber der International Linear Collider, der ebenfalls noch auf grünes Licht wartet.

Rund 50 Kilometer lang soll CLIC sein und auf eine neuartige Beschleunigertechnologie setzen, die auf zwei Elektronenstrahlen basiert: Ein intensiver Elektronenstrahl (Drive Beam), der in kurze Pulse aufgeteilt ist, dient als Antriebsstrahl für einen zweiten Strahl, indem er die dafür nötige Energie zur Verfügung stellt. Damit sind viel höhere elektrische Feldgradienten möglich als mit supraleitenden Beschleunigerstrukturen und somit ein verhältnismäßig kompakter Collider. Um die neue Technik zu testen, gibt es am CERN die CLIC Test Facility. Dort gelang es zu zeigen, dass die Beschleunigertechnologie prinzipiell funktioniert.

Auch in der Detektor- und Kalorimeterentwicklung hat sich viel getan. Für CLIC sind Silizium-Pixeldetektoren geplant, die eine sehr hohe Auflösung ermöglichen und die so dünn wie möglich sein sollen, um die Teilchen nur wenig zu beeinflussen. „Wir versuchen, die allerbesten Konzepte zu entwickeln, um in zwanzig Jahren die modernste Technologie für unsere Experimente zu haben“, erläutert Eva Sicking. Beim Upgrade auf den Hochluminositäts-LHC sollen diese

hochgranularen Kalorimeter im CMS-Experiment verbaut werden.

Der Zeitplan von CLIC reicht weit in die Zukunft: Eine Entscheidung für das mehrere Milliarden Euro teure Projekt könnte Ende des Jahrzehnts im Zuge des Updates der Europäischen Strategie für die Teilchenphysik fallen. Dann könnte 2025 der Bau beginnen, erste Experimente wären 2035 denkbar.

In der dritten Energiestufe von CLIC wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor allem die Physik jenseits des Standardmodells aufklären. Entsprechend gespannt verfolgen sie die Experimente am LHC. „Die genaue Wahl der Energiestufen werden wir an neue Erkenntnisse anpassen“, erläutert Eva Sicking.

Offen bleibt die Frage: Was geschieht, wenn die Experimente am LHC keine „neue Physik“ finden? Vermutlich dürfte es ein Multimilliardenprojekt wie CLIC schwer haben, genug Unterstützung zu finden, auch wenn dort viel genauere Messungen als am LHC möglich wären. Derzeit arbeiten die Wissenschaftler aber intensiv daran, die Beschleuniger- und Detektorkonzepte für CLIC weiter zu verbessern, um für einen möglichen Baubeginn 2025 gut gerüstet zu sein.

Maik Pfalz

#) Mehr Informationen: clic-study.web.cern.ch und clicdp.web.cern.ch

&) Die Veröffentlichungen sind im arXiv frei verfügbar: arxiv.org/abs/1608.07537 und arxiv.org/abs/1608.07538