

Abschlussklärung

des von den drei gewählten Komitees KAT, KET und KHuK¹ organisierten Workshops

Future Hadron Colliders at the Energy Frontier

14.-15.12.2017, DESY, Hamburg

Im Rahmen des Workshops wurden insbesondere Hadron-Hadron und Elektron-Hadron-Collider diskutiert. Diese Erklärung spiegelt die Abschlussdiskussion des Workshops wider.

Ein **Hadron-Hadron-Collider** ist die Beschleunigertechnologie mit der sich die höchsten Energien erreichen lassen und hat somit ein exzellentes wissenschaftliches Potenzial. Experimente an einem **Hadron-Hadron-Collider bei Energien jenseits des LHC** können viele offene fundamentale Fragen der Physik angehen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass der Collider sowohl Proton-Proton, als auch Ion-Ion-Kollisionen ermöglicht. Ein solches Projekt sollte langfristig als ein Kernelement der Kern- und Teilchenphysik realisiert werden. Dazu müssen umfangreiche **Entwicklungsarbeiten** im Bereich der Beschleuniger-technologien und Detektoren zeitnah und mit hoher Priorität durchgeführt werden.

- Die am CERN vorgeschlagenen Projekte **HE-LHC** (27 TeV pp) und **FCChh** (100 TeV pp) basieren auf der gleichen Beschleunigertechnologie und der Entwicklung von Hochfeldmagneten. Beide bieten ein hochinteressantes wissenschaftliches Potenzial und sollten zielgerichtet weiterentwickelt werden. Die in China durchgeführte Studie **SppC** bietet ein ähnliches physikalisches Potenzial wie FCChh und wird mit Interesse verfolgt.

Elektron-Hadron-Collider bei deutlich erhöhten Luminositäten bieten ein exzellentes wissenschaftliches Potenzial, das komplementär zu Hadron-Hadron-Collidern ist.

- Der **LHeC am CERN** stellt potenziell eine interessante Ergänzung des wissenschaftlichen Programms des LHC dar, ebenso wie, auf einer längeren Zeitskala, der **FCChh** für den FCChh.
- Der **EIC in den USA** bietet auf mittlerer Zeitskala eine präzise Vermessung der Hadron-Struktur in Nukleonen sowie in schweren Kernen.

Die Realisierung eines neuen Hochenergie-Colliders **am europäischen Forschungszentrum CERN** bietet, aufgrund der einmaligen Infrastruktur und Expertise, erhebliche Vorteile und erlaubt es dem CERN, den Weg zu einem globalen Labor erfolgreich weiter zu gehen.

Eine breite **theoretische Bearbeitung** der Themen dieses Workshops ist sowohl für die Projektentwicklung, als auch für die physikalische Interpretation der experimentellen Daten essenziell. Die adäquate Unterstützung theoretischer Arbeiten ist daher für den Erfolg aller zukünftiger Projekte unabdingbar.

¹ Kontakt: [Christian Weinheimer](#) (KAT), [Christian Zeitnitz](#) (KET), [Frank Maas](#) (KHuK)

Die **Ausschöpfung des Physikpotenzials** der oben genannten Studien basiert auf den folgenden Punkten

- Die Lösungsansätze fundamentaler Fragen der Teilchenphysik, wie zum Beispiel die Struktur des Higgs-Potenzials, die Stabilität der elektroschwachen Skala, die Natur des elektroschwachen Phasenübergangs, und WIMPs als wohlmotivierte Kandidaten für dunkle Materie, geben Hinweise auf die besondere Bedeutung der Physik bei Energieskalen im multi-TeV Bereich.
- Schwerionen-Kollisionen bei substantiell erhöhten Luminositäten und Energien eröffnen exzellente neue Möglichkeiten zur Untersuchung der stark wechselwirkenden Materie bei hohen Temperaturen. Der Zugang zu neuen Bereichen hoher Energiedichten und Temperaturen bietet die Möglichkeit, Eigenschaften heißer und dichter Materie mit neuen, statistisch bisher nicht zugänglichen Observablen, zu untersuchen. Derartige Untersuchungen können bereits in der späten Phase des HL-LHC mit einem dedizierten Experiment der nächsten Generation beginnen und finden an zukünftigen Beschleunigern mit höheren Energien eine natürliche Fortsetzung.
- Die Flavorphysik öffnet ein Fenster auf Physik jenseits des Standardmodells weit oberhalb der direkt zugänglichen Energieskalen. Die Fortführung und der Ausbau der erfolgreichen Experimente zur Flavorphysik ist deshalb Teil der optimalen Nutzung eines Hadron-Hadron-Colliders in allen seinen Ausbaustufen.
- Die tiefinelastische Elektron-Proton und Elektron-Kern-Streuung liefert insbesondere eine substantielle Verkleinerung der QCD- und Hadronstruktur-Unsicherheiten. LHeC und FCCeh erweitern daher das LHC- und FCC-Potenzial deutlich. Der EIC ist der erste Elektron-Ionen Collider, der die Frage der Zusammensetzung des Protonspins und der 3-dimensionalen Struktur von Hadronen auf neue Weise untersuchen wird. Der EIC ist daher von besonderem Interesse für die Entwicklung der Kernphysik.

Die **technologische Weiterentwicklung** stellt die Grundlage für alle diskutierten Studien dar. Hierunter fallen

- Beschleunigertechnologien, speziell
 - Hochfeldmagnete für alle Beschleuniger mit einer Energie jenseits des LHC,
 - für Elektron-Hadron-Collider die „Energy Recovery“ Technik für einen energie-ökonomischen Betrieb und
 - Plasma-Wakefield-Beschleuniger, die langfristig neue Optionen eröffnen.
- Strahlenharte Detektortechniken, vor allem für extrem hohe Teilchenraten und Dichten.