

Abschlussklärung

des von den drei gewählten Komitees KAT, KET und KHuK¹organisierten Workshops

The Future of non-Collider Physics

27-28 April 2017, Helmholtz-Institut Mainz

Diese Erklärung spiegelt die Abschlussdiskussion des Workshops (77 Teilnehmer*innen) wider. Sie beschränkt sich ausdrücklich auf zukünftige Experimente mit signifikanter deutscher Beteiligung, über die auf dem Workshop strategische Diskussionen geführt wurden. Die Teilnehmer*innen sind sich einig darüber, dass sie auch kleinere deutsche Beteiligungen an anderen Experimenten oder F&E als wichtige Bereicherung und Balance zu den Experimenten mit großer Beteiligung für sehr wichtig halten.

Dunkle Materie und sehr schwach wechselwirkende Teilchen

Klare kosmologische und astrophysikalische Evidenzen zeigen, dass es im Universum 5mal mehr Materie in Form von exotischer, sogenannter "Dunkler Materie" als die uns bekannte Materie gibt. Mit verschiedenen Methoden wird nach noch unbekanntem Teilchen dieser Dunklen Materie gesucht. Besonders interessant sind schwere schwach wechselwirkende Teilchen (WIMPs) und leichte Axionen.

WIMPs wären auf natürliche Weise beim Urknall mit der richtigen Dichte erzeugt worden. Zur Zeit führen die Experimente CRESST-III (niedrige Massen) und XENON1T (mittlere und große Massen) die direkte WIMP-Suche an. Mit dem weiteren Ausbau von CRESST-III auf 100 Detektoren und XENON1T auf XENONnT wird diese Suche deutlich empfindlicher werden. Abhängig von den Ergebnissen sollte der große Flüssig-Xenon-Detektor DARWIN, der auch ein breites Neutrinophysikprogramm hat, realisiert werden.

Axionen sind durch das CP Problem der starken Wechselwirkung motiviert und könnten astrophysikalische Phänomene erklären. Die in Deutschland verfolgten Ansätze ALPS II, IAXO, MADMAX, BRASS und CASPER sind international führend und decken komplementäre Bereiche der Axion-Phänomenologie ab. Sie sollten durch eine koordinierte Weiterentwicklung des Axion-Programms gestärkt werden. Für das große Helioskop IAXO sollten die Voraussetzungen für einen deutschen Standort geschaffen werden.

Sehr schwach wechselwirkende Teilchen können in Beam-Dump-Experimenten erzeugt und nachgewiesen werden. Zur Suche nach leichter dunkler Materie wäre die Nutzung der hohen Intensität des Elektronbeschleunigers MESA durch das BDX-Experiment sehr wünschenswert. Das vorgeschlagene SHiP-Experiment am Protonbeschleuniger CERN-SPS hat weltweit einzigartige Sensitivität und ein breites Physikprogramm (z.B. leichte dunkle Materie, dunkle Photonen, axion-ähnliche Teilchen, sterile Neutrinos). Eine sichtbare deutsche Beteiligung an SHiP wäre sehr wünschenswert.

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

Starke Wechselwirkung

Ein präzises Verständnis der starken Wechselwirkung im Bereich großer Kopplungsstärke hat direkte Auswirkungen auf fundamentale Fragestellungen der Teilchen-, Atom- und nuklearen Astrophysik. Beispiele sind das Phasendiagramm der Quantenchromodynamik (QCD), die Struktur und Anregungszustände der Hadronen und der Atomkerne, die Entwicklung des Universums und die Elementsynthese sowie die hadronischen Beiträge zum anomalen magnetischen Moment des Myons.

In diesem Zusammenhang hat die zügige Fertigstellung des internationalen FAIR Beschleunigerzentrums und die Nutzung des weltweit einzigartigen wissenschaftlichen Potentials der Anlage höchste Priorität. Bis zur Aufnahme des Betriebs bei FAIR sollten die Möglichkeiten existierender Anlagen ausgeschöpft werden.

Zur Bestimmung der hadronischen Beiträge von Präzisionsobservablen sollten entsprechende Messungen an BelleII, BESIII, sowie MAGIX bei MESA durchgeführt werden.

Eine Weiterentwicklung des COMPASS-Messprogramms mit Myonstrahlen und den vorgeschlagenen, verbesserten Kaon- und Antiprotonstrahlen wäre sehr wünschenswert.

Suche nach neuer Physik mit Präzisionsexperimenten

Komplementär zur direkten Suche nach neuen Teilchen haben Präzisionsexperimente ein sehr großes Entdeckungspotenzial für Physik jenseits des Standard Modells.

Extrem seltene Zerfälle: das NA 62-Experiment bietet eine weltweit einmalige Sensitivität für seltene Kaon-Zerfälle und für den Nachweis langlebiger, schwach wechselwirkender Teilchen. Die Fortführung und ein Ausbau sind sehr wünschenswert. Das Mu3e-Experiment nutzt einen Myonstrahl am PSI für die Suche nach Zerfällen, die die Leptonfamilienzahl verletzen. Der vorgeschlagene Bau eines neuen hochintensiven Myonstrahls (HiMB) am PSI wäre sehr wünschenswert, um das volle Potenzial des Mu3e Detektors auszunutzen.

Die Präzisionsmessung des schwachen Mischungswinkels bei niedrigen Energien mit dem P2-Experiment am MESA-Beschleuniger als empfindlicher Test des Standardmodells sollte realisiert werden.

Die Bestimmung des elektrischen Dipolmoments von Teilchen ermöglicht es, nach neuen Quellen für CP-Verletzung zu suchen. Experimente mit geladenen Teilchen in Beschleunigern erlauben einen neuen, komplementären Zugang, der eine deutliche Steigerung der Sensitivität verspricht. Wir unterstützen die entsprechenden Vorstudien am Forschungszentrum Jülich.

Theorie

Eine breite theoretische Bearbeitung der Themen dieses Workshops ist für die physikalische Interpretation der experimentellen Daten essenziell. Durch die Theorie werden auch die Querverbindungen zwischen diesen und anderen Themen hergestellt und Chancen für zukünftige Experimente frühzeitig herausgearbeitet. Die adäquate Unterstützung theoretischer Arbeiten ist daher sowohl für Strategieentscheidungen, als auch für den Erfolg der Experimente sehr wichtig.