

## Zwischenbericht (Sachbericht)

|   |  |
|---|--|
| <b>Förderinstrument:</b>                  | Postdoktorandenprogramm  |
| <b>Impulsfonds-Förderkennzeichen:</b>     | PD-302   |
| <b>Projekttitle:</b>                      | Search for massive new particles decaying to a pair of top quarks in data collected by the ATLAS detector at the LHC |
| <b>Postdoktorand/in:</b>                  | Dr. Janna Katharina Behr   |
| <b>Helmholtz-Zentrum:</b>                 | DESY Hamburg   |
| <b>Berichtszeitraum (=Kalenderjahr!):</b> | 01/2017-12/2017  |

**1) Arbeitsfortschritt / Meilensteine**

*Welche Fortschritte wurden im geplanten Arbeitsprogramm gemacht. Nehmen Sie explizit Bezug auf das im Antrag beschriebene Programm und die dort aufgeführten Meilensteine. Waren Abweichungen vom Programm notwendig?*

**Forschungsschwerpunkte:**

- a) Schwerpunkt 1 [80% Projektanteil]
  - a) a) Suche nach schweren Teilchen in Endzuständen mit einem Top-Antitop-Quark-Paar
  - b) b) Entwicklung und Kalibration eines Taggers zur effizienteren Identifikation hochenergetischer Top-Quarks
- b) Schwerpunkt 2 [20% Projektanteil]
  - a) Verbesserung der Datenqualität in aktuellen (SCT) und Entwicklung zukünftiger (ITk) Spurdetektoren im ATLAS-Experiment

Substantielle Fortschritte wurden bei beiden im Antrag beschriebenen Forschungsschwerpunkten erzielt. Wie bereits im Zwischenbericht 2016 dargelegt, konnte durch die Einstellung eines Doktoranden, Yu-Heng Chen, gefördert aus Mitteln der HGF, Schwerpunkt 1a) erweitert werden. Auf diese Weise konnten durch die Analyse von Endzuständen mit einem Top-Antitop-Quark-Paar auch signifikante Beiträge zur Suche nach zusätzlichen schweren Higgs-Bosonen sowie nach Dunkler Materie geleistet werden. Die Entwicklungen in den einzelnen Schwerpunkten sind im Folgenden dargestellt.

**Schwerpunkt 1a)**

- Leitung und Durchführung der weltweit ersten Suche nach zusätzlichen schweren Higgs-Bosonen in Endzuständen mit einem Top-Antitop-Quark-Paar [1] (mit Dr. Jike Wang, DESY)\*.
  - o Erstmalige Berücksichtigung der signifikanten Interferenzeffekten zwischen Signal und Untergrund.
  - o Stärkste Ausschlussgrenzen im Parameterbereich grosser Higgsmassen und kleiner Werte des Modellparameters  $\tan(\beta)$ .
  - o Präsentation der Ergebnisse auf der Konferenz EPS-HEP 2017, einer der wichtigsten Konferenzen der Hochenergiephysik.
- Aktuell Vorbereitung einer erweiterten Suche mit verbesserten Modellen und höherer Sensitivität in den bis Ende 2018 gesammelten ATLAS-Daten.

**Erweiterungen zu Schwerpunkt 1a)**

- Leitung eines Projektes zur erstmaligen Kombination der Ergebnisse sämtlicher Suchen nach Dunkler Materie in ATLAS (bis Oktober 2017 mit Dr. Marie-Helene Genest, LPSC Grenoble, danach alleine)\*
  - o Koordination von 26 Analysegruppen im Rahmen dieses Projektes.
  - o Publikation geplant für Sommer 2018.

- Substantielle Beiträge zur LHC Dark Matter Working Group (Zusammenarbeit zwischen den einzelnen LHC-Experimenten und Theoriegruppen)
  - o Signifikante Beiträge zur Studie eines neuen Benchmark-Modelles, welches die Interaktion von Dunkler Materie mit schweren Higgs-Bosonen beschreibt.
  - o Erweiterung dieses Modells zur Simulation von Interferenzeffekten.
  - o Publikation eines "Whitepapers" mit Richtlinien für zukünftige experimentelle Suchen geplant für Frühjahr 2018.

#### **Schwerpunkt 1b)**

- Kalibration effizienter Tagger zur Identifikation hochenergetischer Top-Quarks, Higgs- und Vektorbosonen, basierend auf dem Variable-R-Algorithmus.
  - o Betreuung des Projektes zur Qualifikation als ATLAS-Autor von Xuanhong Lou (Doktorand von Krisztian Peters, DESY)
  - o **Die Qualifikation von Xuanhong Lou als ATLAS-Autor erfolgte wie geplant im November 2017.**
  - o Seit November 2017 führt Xuanhong Lou das Projekt auf reduzierter Basis (30% seiner Arbeitszeit) weiter, um die Kalibration auch auf dem vollen Datensatz, der vom ATLAS-Experiment bis Ende 2018 aufgezeichnet wird, durchzuführen.

#### **Schwerpunkt 2**

- Thermo-mechanische FEA-Simulation diverser lokaler Trägerstrukturen für die ITk-Endkappe (Yu-Heng Chen)
  - o Projekt zur Qualifikation als ATLAS-Autor
  - o Projekt im Rahmen des ITk-Forschungsschwerpunktes der DESY-ATLAS-Gruppe (ITk-Projektleitung: Dr. Ingrid-Maria Gregor)
  - o **Die Qualifikation von Yu-Heng Chen als ATLAS-Autor erfolgte wie geplant im November 2017.**
  - o Seit November 2017 führt Yu-Heng Chen das Projekt auf reduzierter Basis (20% seiner Arbeitszeit) weiter, um Kontinuität in der Projektentwicklung zu gewährleisten.
- Kontrolle und Optimierung der Datenqualität am SCT-Spurdetektor (Katharina Behr)

#### **Kooperation mit der University of Oxford**

- Laufende Studie zur erreichbaren Präzision bei der Messung der trilinearen Higgs-Kopplung im 4b-Endzustand am HL-LHC mit multivariaten Methoden.

#### **Sonstiges**

- Leitung der ATLAS-Gruppe "Heavy Quarks and Tops" ab April 2018 (mit Christoph Anders, Heidelberg)\*
  - o Koordination von bis zu 15 Analyseteams (50-70 Personen)
- Organisation eines Symposiums zum Thema "The puzzle of dark matter - assembling the pieces"
  - o DESY, 29.-31. Oktober
  - o In Kooperation mit Kollegen aus den DESY CMS- und CTA-Gruppen.

\* Die Leitung von Projekten innerhalb der ATLAS-Kollaboration liegt regulär in den Händen zweier Verantwortlicher.

## 2) Finanz-/Zeitplan

Können Sie Finanz- und Zeitplan einhalten oder sind Anpassungen notwendig?

Wie oben beschrieben konnte auch 2017 der vorgesehene Zeitplan mit kleinen Änderungen eingehalten werden. Angesichts bisher ausgebliebener Entdeckungen neuer Teilchen am LHC ist ein stärkerer Fokus auf die Kombination komplementärer Suchstrategien angebracht, um die Sensitivität auf mögliche neue Phänomene, insbesondere in den vielversprechenden Bereichen Dunkle Materie und zusätzliche Higgs-Bosonen, zu erhöhen. Dieser Tatsache wird mit der Ende 2016 beschlossenen und 2017 umgesetzten Erweiterung von Schwerpunkt 1a) Rechnung getragen.

Die Personalkosten für die beiden Stellen (Postdoktorand, Doktorand) lagen auch 2017 etwas höher als ursprünglich veranschlagt. Die zusätzlichen Kosten wurden nach Absprache von DESY übernommen.

## 3) Publikationen / Preise

[1] ATLAS Collaboration, *Search for heavy Higgs bosons A/H decaying to a top quark pair in pp collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector*, **Phys. Rev. Lett.**, **119** (2017), p. 191803. arXiv:1707.06025

- First author (analysis contact) and main analyser.
- First search for heavy Higgs bosons decaying to  $t\bar{t}$ . Pioneered the treatment of interference effects in this final state.

[2] J. K. Behr, *Search for heavy Higgs bosons A/H decaying to a top-quark pair in pp collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector*, (2017). Proceedings for the European Physical Society conference on High Energy Physics (EPS-HEP 2017), Venice, Italy. **PoS(EPS-HEP2017)679**.

[3] J. K. Behr, *Higgs measurement at Future Circular Collider*, (2017). Proceedings for the European Physical Society conference on High Energy Physics (EPS-HEP 2017), Venice, Italy. To appear in **PoS(EPS-HEP2017)259**.

[4] J. K. Behr, *Searches for Exotic Physics in ATLAS using Substructure Techniques*, Proceedings for the Workshop on Discovery Physics at the LHC (Kruger2016). **J. Phys. Conf. Ser.** **1**, **878** (2017). <http://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/878/1>

[5] ATLAS Collaboration, *Technical Design Report for the ATLAS Inner Tracker Strip Detector*, CERN-LHCC-2017-005 ; ATLAS-TDR-025

- Beitrag von Yu-Heng Chen: Thermo-mechanische FEA-Simulation diverser lokaler Trägerstrukturen für die ITk-Endkappe