

## T 62: Halbleiterdetektoren: Forschung und Entwicklung 2

Zeit: Montag 16:45–18:50

Raum: GER-007

## Gruppenbericht

T 62.1 Mo 16:45 GER-007

**Upgrade des Silizium-Streifen-Detektors bei ATLAS für die Hochluminositätsphase des LHC** — ●LAURA REHNISCH — Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin

Ab ca. 2022 soll der Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf mit einer erhöhten Luminosität von bis zu  $5 \cdot 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  betrieben werden. Die daraus resultierenden veränderten Rahmenbedingungen machen die Verbesserung mehrerer Komponenten der vier LHC-Experimente notwendig. Unter anderem soll der Tracking-Detektor des ATLAS-Experiments, bestehend aus Übergangsstrahlungs-Tracker, Silizium-Streifen- und -Pixel-Detektor, durch einen reinen Silizium-Tracker (Pixel + Streifen) ersetzt werden. Dieser muss in der Lage sein, bei stark erhöhten Teilchenflussdichten und nach hoher Strahlenbelastung zu operieren.

In diesem Beitrag werden Anforderungen an den zukünftigen Detektor erläutert und das laufende R&D-Projekt für das Upgrade des Silizium-Streifen-Detektors vorgestellt. Unterschiede und Gemeinsamkeiten des Trackers im zentralen Barrel-Teil und in den Endkappen, die u. a. an der Universität Freiburg, der Humboldt-Universität zu Berlin und am DESY entwickelt werden, werden erläutert. Der Status des Projekts in beiden Bereichen, der Bau von Prototypen, sowie die verwendeten Komponenten werden vorgestellt. Besonders die durch die trapezoidale Geometrie der Endkappen-Elemente gegebenen Herausforderungen und deren Lösungsstrategien werden diskutiert.

T 62.2 Mo 17:05 GER-007

**Modulbau und Tests für das Upgrade der Endkappen des inneren Spurdetektors bei ATLAS** — THOMAS BARBER, ●MARC HAUSER, KARL JAKOBS, SUSANNE KÜHN und ULRICH PARZEFALL — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Mit dem für das Jahr 2022 geplanten Upgrade des LHC zum *High-Luminosity-LHC* und der Steigerung der Luminosität um ein Zehnfaches folgt eine deutlich höhere Strahlenbelastung für die Detektoren. In diesem Rahmen ist auch bei ATLAS ein größeres Upgrade geplant, wobei der besonders betroffene innere Detektor komplett ausgetauscht werden soll. Das aktuelle Konzept sieht vor, das System aus Silizium-Streifen-Detektoren in fünf *Barrel* Lagen, sowie je sieben Endkappen in den beiden Vorwärtsrichtungen aufzubauen. Die Endkappen werden dabei aus 32 Trapezen (sog. *Petals*) zusammengesetzt, die ihrerseits aus je neun Siliziumsensoren auf Vorder- und Rückseite bestehen. Die Front-End-Ausleseelektronik wird als Hybrid direkt auf die aktive Oberfläche der Sensoren geklebt. Diese Module werden wiederum beidseitig auf eine Kohlefaser-Trägerstruktur (*Core*) geklebt.

In der momentanen Phase wird das *Petalet*, eine kleinere Version des *Petals*, bestehend aus zwei oberen und einem größeren unteren Sensor, gebaut, um Endkappen-spezifische Gegebenheiten zu untersuchen. In Freiburg wurden erfolgreich erste Module gebaut und mit Hilfe des *High-Speed-I/O-Systems* getestet. Dieser Vortrag behandelt sowohl die einzelnen Produktionsschritte beim Bau von *Petalet*-Modulen als auch erste Resultate aus den Tests von Hybriden und Modulen.

T 62.3 Mo 17:20 GER-007

**Modulbau für das Upgrade des ATLAS-Silizium-Streifen-Detektors: Qualitätssicherung und Optimierung des Fertigungsprozesses** — INGO BLOCH<sup>1</sup>, CONRAD FRIEDRICH<sup>1</sup>, HEIKO LACKER<sup>2</sup>, ●LUISE POLEY<sup>2</sup> und LAURA REHNISCH<sup>2</sup> — <sup>1</sup>DESY, Zeuthen — <sup>2</sup>Institut für Physik, Humboldt Universität zu Berlin

Der Bau von Halbleitermodulen für das Upgrade des ATLAS-Silizium-Streifen-Detektors am Large Hadron Collider erfordert eine hohe Fertigungspräzision mit Toleranzen im Mikrometerbereich. Für die ab ca. 2016 angestrebte Massenproduktion sollen einfache und günstige Techniken verwendet werden. Diese beiden Ansprüche zu vereinen stellt eine interessante Herausforderung dar. Mehrfache detaillierte Prozesskontrollen sind notwendig um die notwendige Genauigkeit insbesondere bei den manuell durchgeführten Klebungen der Bauteile und dem elektrischen Verbinden der Komponenten durch Wire Bonding zu erreichen. Diese Kontrollen stellen einen wichtigen Zeitfaktor bei der Massenproduktion dar. Auch Transport und Lagerung der Module erfordern besondere Maßnahmen. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die Qualitätskontrollen im Fertigungsprozess sowie Optimierungsansätze für einige der dabei beobachteten Schwierigkeiten.

T 62.4 Mo 17:35 GER-007

**A study of noise performance and system stability of the readout system for silicon strip modules for the ATLAS upgrade** — ●TAI-HUA LIN — Uni-Mainz, Germany

For the planned upgrade of the LHC and the ATLAS detector, newly constructed silicon strip modules for the silicon strip detector are tested using the readout system (High Speed Input/Output, HSIO) and data acquisition software (SCTupDAQ). The noise performance of the readout chain depends on a multitude of factors including connected or external devices (power supplies, computers, but also florescent lights, air conditioners, vacuum pumps, etc.), injected charges, etc. A study of the noise performance will be presented in this talk.

T 62.5 Mo 17:50 GER-007

**FEM Simulationsstudien von n-in-p Streifensensoren für das CMS- Upgrade** — ALEXANDER DIERLHAMM, ROBERT EBER, FRANK HARTMANN, THOMAS MÜLLER und ●MARTIN STRELZYK — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Im Rahmen des CMS-Upgrade für die Hochluminositätsphase des LHC werden Studien zu Design und Strahlenhärte von n-in-p Siliziumstreifensensoren durchgeführt. Eine geeignete Streifenisolationstechnik soll ermittelt werden, welche sowohl eine zuverlässige Unterbrechung der Akkumulationsschicht von Elektronen zwischen benachbarten Auslestreifen sicherstellt, als auch keine negativen Einflüsse auf die elektrischen Eigenschaften der Sensoren aufweist. Der Vortrag veranschaulicht FEM Studien mit Synopsys Sentaurus T-CAD zum Durchbruchverhalten und der Bestimmung von Zwischenstreifenkapazitäten von n-in-p Sensoren in Abhängigkeit von Dotierungskonzentration und Isolationstechnik. Ergebnisse von simulierten Sensoren ohne Strahlenschäden und mit Oberflächenschäden werden verglichen.

T 62.6 Mo 18:05 GER-007

**Lorentz angle measurement on ATLAS silicon microstrip sensors** — INGRID MARIA GREGOR<sup>1</sup>, KERSTIN TACKMANN<sup>1</sup>, and ●EDA YILDIRIM<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>DESY, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Hamburg, Germany

The Large Hadron Collider (LHC) at CERN in Geneva is scheduled to run in its present form until 2021. After that, an upgrade to a higher instantaneous luminosity of  $5 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  (High-Luminosity LHC) is planned. At the same time, the current ATLAS tracking system which consist of a pixel detector, a strip detector and a transition radiation tracker, will be replaced by an all-silicon tracker (pixels and strips). During High-Luminosity LHC running, they will be subject to high radiation levels. The silicon microstrip detector will have to withstand radiation doses up to  $10^{15} \text{neq/cm}^{-2}$ . As a result of the radiation damage, the Lorentz angle of the strip sensors is expected to change. In this talk, a test beam setup prepared to measure the Lorentz angle of future ATLAS silicon microstrip sensors will be presented and first preliminary results will be shown.

T 62.7 Mo 18:20 GER-007

**Lorentzwinkelmessungen an hoch bestrahlten Silizium-Streifensensoren** — TOBIAS BARVICH<sup>1</sup>, FELIX BÖGELSPACHER<sup>1</sup>, WIM DEBOER<sup>1</sup>, ALEXANDER DIERLHAMM<sup>1</sup>, FRANK HARTMANN<sup>1</sup>, KARL-HEINZ HOFFMANN<sup>1</sup>, JULIUS KRAUSE<sup>1</sup>, THOMAS MÜLLER<sup>1</sup>, ●ANDREAS NÜRNBERG<sup>1</sup>, MIKE SCHMANAU<sup>1</sup>, MAX SCHMENGER<sup>1</sup>, THEO SCHNEIDER<sup>2</sup> und PIA STECK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT — <sup>2</sup>Institut für Technische Physik (ITEP), KIT

Durch den geplanten Ausbau des LHC zum HL-LHC werden die Siliziumdetektoren des CMS-Spurdetektors noch höheren Teilchenflüssen ausgesetzt sein, als bisher. Für den notwendigen Austausch des Detektors werden gegenwärtig verschiedene Siliziummaterialien auf ihre Strahlenhärte und auf ihre Eignung als mögliches Sensormaterial für den neuen Detektor untersucht. Die Siliziumsensoren sind dem 3.8T starken Magnetfeld innerhalb des Detektors ausgesetzt, weshalb die Ortsauflösung des Spurdetektors durch den Lorentzwinkel beeinflusst wird. Aus diesem Grund wurden Lorentzwinkelmessungen bei Magnetfeldstärken bis 8T an gemischt bestrahlten Streifensensoren durchgeführt. Um den Einfluss von Wartungsperioden, in denen der Detektor möglicherweise mehrere Tage oder Monate ungekühlt verbleibt abschätzen zu können, wurden die Sensoren einer gezielten Wärmebe-

handlung unterzogen und erneut im Magnetfeld untersucht. Die Studie deckt dabei sowohl den Bereich des kurzfristigen, beneficial Annealings als auch den langfristigen, eher schädlichen Bereich des reverse Annealings ab.

T 62.8 Mo 18:35 GER-007

**Simultaneous alignment and Lorentz angle calibration in the CMS silicon tracker using Millepede II.** — •NAZAR BARTOSIK, JÖRG BEHR, GERO FLUCKE, GREGOR HELLWIG, CLAUS KLEINWORT, and RAINER MANKEL — DESY, Hamburg, Germany

An accurate determination of the positions and orientations of 25 684

sensors of the CMS silicon tracker is crucial for the physics performance of the whole experiment. This is achieved by track-based alignment using the global fit approach of the Millepede II program. About 200 000 parameters are determined simultaneously, including parameters describing sensor curvatures.

The alignment framework has now been extended to treat position sensitive calibration parameters. Of special interest is the Lorentz angle which affects hit positions due to the drift of signal electrons in the magnetic field. The Lorentz angle and its time dependence, induced e.g. by the increasing accumulated radiation dose, have been determined for 2012, making use of data taken with magnetic field switched off.