

T 35: Halbleiter: F&E 2

Zeit: Montag 16:45–19:05

Raum: K.12.16 (K4)

Gruppenbericht

T 35.1 Mo 16:45 K.12.16 (K4)

Der ITk Pixeldetektor für die Phase 2 des ATLAS Experiment am HL-LHC — ●FABIAN HÜGGING FÜR DIE DEUTSCHEN ATLAS PIXEL GRUPPEN — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Bonn

In der Phase 2 der Laufzeit des LHC, dem sogenannten HL-LHC, ab etwa 2023 wird die Luminosität um etwa einen Faktor 5-10 gesteigert. Dies erfordert ebenso umfangreiche Upgrades der LHC Experimente, um den gesteigerten Anforderungen gewachsen zu sein. Im Rahmen dieses Upgrades wird der komplette Innendetektor des ATLAS Experiments durch einen All-Silicon Detektor ersetzt. Dieser besteht aus einem 4 bis 5-lagigen Pixeldetektor im Inneren und einem 5-lagigen Streifendetektor. Insbesondere für den Pixeldetektor stellt die deutliche höhere Teilchendichte und die damit einhergehende Strahlenbelastung eine grosse Herausforderung für alle Bereiche von den Sensoren und Auslesechips über die optische High-Speed Datenübertragung bis hin zu den Trägerstrukturen und Versorgungskabeln dar. Zur Zeit werden eine Reihe von neuen Entwicklungen und Konzepte für diesen Pixeldetektor untersucht. Dazu gehören unter anderem neuartige Modulkonzepte unter Verwendung von aktiven CMOS Chips, ultraleichte Trägerstrukturen sowie breitbandige Datenübertragungssysteme. In diesem Vortrag werden die Anforderungen an den ITk Pixeldetektor vorgestellt und die derzeitigen Entwicklungen unter besonderer Berücksichtigung der beteiligten deutschen Gruppen aus Bonn, Dortmund, Göttingen, Heidelberg, München, Siegen und Wuppertal präsentiert.

T 35.2 Mo 17:05 K.12.16 (K4)

Spectroscopic measurements with the ATLAS FE-I4 pixel readout chip — ●DAVID-LEON POHL, JENS JANSSEN, TOMASZ HEMPEREK, FABIAN HÜGGING, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut der Universität Bonn

The ATLAS FE-I4 pixel readout chip is a large (2x2 cm²) state of the art ASIC used in high energy physics experiments as well as for research and development purposes. While the FE-I4 is optimized for high hit rates it provides very limited charge resolution. Therefore two methods were developed to obtain high resolution single pixel charge spectra with the ATLAS FE-I4. The first method relies on the ability to change the detection threshold in small steps while counting hits from a particle source and has a resolution limited by electronic noise only. The other method uses a FPGA based time-to-digital-converter to digitize the analog charge signal with high precision. The feasibility, performance and challenges of these methods are discussed. First results of sensor characterizations from radioactive sources and test beams with the ATLAS FE-I4 in view of the charge collection efficiency after irradiation are presented.

T 35.3 Mo 17:20 K.12.16 (K4)

Petalet prototype for the ATLAS silicon strip detector upgrade — DENNIS SPERLICH³, INGRID-MARIA GREGOR¹, INGO BLOCH¹, JOHN STAKELY KELLER¹, KRISTIN LOHWASSER¹, LOUISE POLEY¹, MARC MANUEL HAUSER², ●NATALIA ZAKHARCHUK¹, RICCARDO MORI², SERGIO DIEZ CORNELL¹, SUSANNE KUEHL², and ULRICH PARZEFALL² — ¹DESY, Germany — ²Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Germany — ³Humboldt-Universität zu Berlin, Germany

To achieve more precise measurements and to search new physics phenomena, the luminosity at the LHC is expected to be increased during a series of upgrades in the next years. The latest scheduled upgrade, called the High Luminosity LHC (HL-LHC) is proposed to provide instantaneous luminosity of $5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The increased luminosity and the radiation damage will affect the current Inner Tracker. In order to cope with the higher radiation dose and occupancy, the ATLAS experiment plans to replace the current Inner Detector with a new all-silicon tracker consisting of $\sim 8 \text{ m}^2$ pixel and $\sim 192 \text{ m}^2$ strip detectors. In response to the needs, highly modular structures will be used for the strip system, called Staves for the barrel region and Petals for the end-caps region. A small-scaled prototype for the Petal, the Petalet, is built to study some specialties of this complex wedge-shaped structures. The Petalet consists of one large and two small sized sensors. This report will focus on the recent progress in the prototyping of the Petalet and their electrical performances.

T 35.4 Mo 17:35 K.12.16 (K4)

Development of a Versatile Readout and Test System and Characterization of a Capacitively Coupled Active Pixel Sensor — ●JENS JANSSEN¹, LAURA GONELLA¹, TOMASZ HEMPEREK¹, TOKO HIRONO¹, FABIAN HÜGGING¹, HANS KRÜGER¹, IVAN PERIĆ², and NORBERT WERMES¹ for the ATLAS-Collaboration — ¹Institute of Physics, University of Bonn, Bonn, Germany — ²Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Germany

With the availability of high voltage and high resistivity CMOS processes, active pixel sensors are becoming increasingly interesting for radiation detection in high energy physics experiments. Although the pixel signal-to-noise ratio and the sensor radiation tolerance were improved, active pixel sensors cannot yet compete with state-of-the-art hybrid pixel detector in a high radiation environment. Hence, active pixel sensors are possible candidates for the outer tracking detector in HEP experiments where production cost plays a role. The investigation of numerous prototyping steps and different technologies is still ongoing and requires a versatile test and readout system, which will be presented in this talk. A capacitively coupled active pixel sensor fabricated in AMS 180 nm high voltage CMOS process is investigated. The sensor is designed to be glued to existing front-end pixel readout chips. Results from the characterization are presented in this talk.

T 35.5 Mo 17:50 K.12.16 (K4)

Funktionsprüfung von Rohmodulen für das Phase-I-Upgrade des CMS-Pixeldetektors — TOBIAS BARVICH¹, THOMAS BLANK², MICHELE CASELLE², FABIO COLOMBO¹, BENEDIKT FREUND¹, STEFAN HEINDL¹, ●BOJAN HITI¹, ULRICH HUSEMANN¹, SIMON KUDELLA¹, HANS JÜRGEN SIMONIS¹, PIA STECK¹, MARC WEBER² and THOMAS WEILER¹ — ¹Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — ²Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE), KIT

In den Jahren 2013-2015 findet am LHC eine Ausbauphase statt, die die instantane Luminosität auf $2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ steigern wird. Das überschreitet die ehemals geplante Luminosität des LHCs um einen Faktor zwei und stellt eine große Herausforderung für die existierenden Auslesesysteme der LHC-Experimente dar. Die zu erwartenden Datenverluste des derzeitigen CMS-Pixeldetektors bei maximaler Luminosität liegen in einer Größenordnung von 50%. Aus diesem Grund wird der CMS-Pixeldetektor zum Jahreswechsel 2016-2017 durch einen neuen Detektor ersetzt, für den am KIT 400 Module produziert werden. Während der Produktion ist eine kontinuierliche Überwachung der Qualität der Bump-Bonding-Verbindungen zwischen Sensor und den Auslesechips - dem so genannten Rohmodul - nötig. Dadurch wird eine Nachbearbeitung der nicht korrekt kontaktierten Rohmodule ermöglicht, bevor sie weiterverarbeitet werden. Für das Testen wurde eine dedizierte Station mit zugehöriger Ausleselektronik aufgebaut, welche die Auslesechips mit Hilfe einer Nadelkarte kontaktiert. In diesem Vortrag werden die Station, die Messprozedur und die ersten Ergebnisse vorgestellt.

T 35.6 Mo 18:05 K.12.16 (K4)

Systemtestmessungen mit DC-DC-Konvertern für den CMS Phase 1 Pixeldetektor — LUTZ FELD, WACLAW KARPINSKI, KATJA KLEIN, ●MARTIN LIPINSKI und MARIUS PREUTEN — 1. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University

Im Rahmen des Phase 1 Upgrades des CMS-Experiments wird ein neuer Pixeldetektor installiert werden. Seine zusätzliche äußere Lage wird die Anzahl der Auslesekanäle und damit auch die Leistungsaufnahme im Vergleich zum bisherigen Detektor nahezu verdoppeln. Um diese Leistung bereitstellen zu können, wurde eine neuartige Spannungsversorgung mit DC-DC-Konvertern entwickelt. Dabei wird eine Speisepannung von 10 V erst im Detektor auf die benötigten Spannungen von 2,4 V und 3,0 V transformiert, um Verluste auf den Kabeln deutlich zu verringern.

In diesem Vortrag wird ein Setup präsentiert, mit dem das Verhalten des gesamten Systems aus Netzteil, DC-DC-Konvertern, Platinen und Pixelmodulen untersucht werden kann. Es wird außerdem der Einfluss der Spannungsversorgung auf die Funktion von Prototypen der neuen Pixelmodule studiert.

T 35.7 Mo 18:20 K.12.16 (K4)

Beidseitige Vermessung von zweilagigen Streifenmodulen

für das CMS Phase-2-Upgrade — LUTZ FELD, KATJA KLEIN, ●MARIUS PREUTEN und MICHAEL WLOCHAL — I. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University

Um das CMS-Experiment auf den HL-LHC und eine damit verbundene instantane Luminosität von $5 \cdot 10^{34} \frac{1}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$ vorzubereiten, soll im Long Shutdown 3 (ca. 2024) der gesamte Silizium-Spurdetektor ausgetauscht werden. Dabei werden die Streifenmodule mit zwei überlappend parallel angeordneten Sensoren ausgestattet sein. Diese ermöglichen es, durch Korrelationen von Signalen eines Teilchendurchgangs in beiden Sensoren eine Richtungsinformation über die Trajektorie des geladenen Teilchens zu gewinnen. Damit erhält man bereits im Ausleseschritt eine Abschätzung des transversalen Impulses des Teilchens, die genutzt werden kann, um potentiell interessanten Spuren mit einem hohen Transversalimpuls (ab ca. 2 GeV) zu selektieren. Diese können dann mit der vollen Kollisionsfrequenz von 40 MHz an die erste Triggerstufe weitergeleitet werden.

Die Effizienz und Güte der Selektion wird dabei maßgeblich von der relativen Ausrichtung der Sensoren zueinander beeinflusst, welche für den Trigger nicht softwareseitig korrigiert werden kann. Bis dato existiert jedoch keine kostengünstige Möglichkeit, nach der Modulproduktion den Versatz der Sensoren zu vermessen. Der Vortrag berichtet über die Entwicklung eines Messprinzips und eines Prototypen für eine Maschine, welche eine automatisierte Vermessung der Module mit einer Genauigkeit von einigen Mikrometern ermöglichen soll.

T 35.8 Mo 18:35 K.12.16 (K4)

A Fourfold Segmented Silicon Strip Sensor with Read-out at the Edges — WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMM, FRANK HARTMANN, KARL-HEINZ HOFFMANN, ANDREAS KORNMAYER, THOMAS MÜLLER, ANDREAS NÜRNBERG, and ●MARTIN PRINTZ — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

The High-Luminosity LHC upgrade (HL-LHC) is expected to increase the present luminosity by an order of magnitude in the years after 2022. This will necessitate the construction of silicon tracking detectors with a significantly higher radiation hardness and a higher channel granularity to cope with a higher track occupancy. In addition, a contribution from the tracking system to the Level-1 trigger and a reduction of the material budget would be desirable. The current concept for an up-

graded CMS Tracker is based on silicon sensor modules as a sandwich of two strip sensors with front-end electronics at the sensor edge. This arrangement allows the use of the displacement of coincident hits as a means to discriminate between particles of different momenta, thereby reducing the amount of data to be sent to the trigger system.

This talk introduces a new strip sensor design with a fourfold segmentation along the strips. The inner strips have an offset of half a pitch with respect to the outer strips and are connected to the pre-amplifiers at the edge via routing lines in between the outer strips. The challenge lies in minimizing the induced signals on the routing lines. Several prototypes have been tested and the results are reported. The possible application for the CMS Tracker upgrade is discussed.

T 35.9 Mo 18:50 K.12.16 (K4)

Untersuchung von Siliziumdetektoren mit einem Edge-TCT Aufbau — ●FABIAN SCHNELL¹, CHRISTIAN GALLRAPP², MARC HAUSER¹, KARL JAKOBS¹, HENDRIK JANSEN³, SUSANNE KÜHN¹, RICCARDO MORI¹, ULRICH PARZEFALL¹ und SVEN WONSAK⁴ — ¹Albert-Ludwig-Universität Freiburg — ²CERN — ³DESY — ⁴Universität Liverpool

Für den geplanten Ausbau des LHC in etwa zehn Jahren werden strahlungsharte Siliziumdetektoren benötigt, da im Rahmen des Ausbaus die Luminosität des LHC um das Zehnfache der jetzigen Luminosität ansteigen soll. Zur Untersuchung der Strahlungshärte, sowie insbesondere der Eigenschaften des elektrischen Feldes und der Verarmung von Siliziumstreifensensoren wird in Freiburg ein Edge-TCT-Aufbau aufgebaut. Das Messverfahren nutzt einen Infrarotlaser zur Erzeugung von Ladungsträgern im Detektor. Dieser wird auf eine polierte Seite des Detektors gestrahlt und parallel zur Detektoroberfläche in Streifenrichtung oder senkrecht zu den Streifen ausgerichtet. Durch Variation des Abstands der Einstrahlung zur Sensoroberfläche werden Ladungsträger in einer definierten Tiefe im Detektor erzeugt. Diese Variante der Transient-Current-Technique erlaubt eine Bestimmung der Driftgeschwindigkeiten der Ladungsträger, sowie eine Rekonstruktion des elektrischen Feldes innerhalb des Detektors zusätzlich zur Bestimmung gesammelter Ladung. Im Vortrag wird der Aufbau und die Inbetriebnahme des Edge-TCT-Aufbaus präsentiert. Darüberhinaus werden erste Messungen an Sensoren für den Ausbau des Siliziumstreifendetektors des ATLAS-Experiments vorgestellt.