

## T 70: Halbleiterdetektoren: Belle II

Zeit: Mittwoch 16:45–19:05

Raum: ZHG 005

**Gruppenbericht**

T 70.1 Mi 16:45 ZHG 005

**The Belle II DEPFET pixel detector** — ●CARLOS MARINAS — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

The Japanese flavour factory (KEKB) accumulated a total integrated luminosity of  $1000 \text{ fb}^{-1}$  over more than a decade of operation. Despite this great success, an upgrade of the existing machine is under construction, and is foreseen for commissioning by the end of 2015. This new electron-positron machine (SuperKEKB) will deliver an instantaneous luminosity 40 times higher than the world record set by KEKB.

To fully exploit the huge number of events and measure precisely the decay vertex of the B mesons in a large background environment, the SuperKEKB partner, the Belle detector, will be also upgraded. In the Belle II project, a highly granular silicon vertex detector (PXD) based on the DEPFET pixel technology, will be the innermost subsystem, operated very close to the interaction point. The new pixel detector has to have an excellent single point resolution ( $10 \mu\text{m}$ ) and a fast readout ( $20 \mu\text{s}$ ), while keeping the material budget under very low levels ( $0.2\% X_0$ ).

This talk summarizes the Belle II pixel detector concept, from the DEPFET sensor to the laboratory tests results, all the way up the electronics chain, the DAQ system and the cooling concept.

T 70.2 Mi 17:05 ZHG 005

**Das CO<sub>2</sub> Kühlsystem für den Pixel-Vertex-Detektor bei Belle II** — ●SUSANNE KOBLITZ — Max-Planck-Institut für Physik, München

Der Pixel-Vertex-Detektor bei Belle II soll so betrieben werden, dass die Siliziumsensoren selber im Betrieb  $30^\circ$  Celsius nicht überschreiten. Um dies zu erreichen werden die Sensoren mit Luft gekühlt. Für die Elektronik an den Enden der Sensoren, außerhalb des Akzeptanzbereiches, wird eine aktive Kühlung benötigt. Um die 400W Wärmeentwicklung der Elektronik wegzukühlen, ist ein CO<sub>2</sub>-Verdampfungssystem vorgesehen. Diese Technik wird auch schon in LCHb und AMS zur Kühlung von Siliziumdetektoren verwendet.

Am Max-Planck-Institut für Physik wird im Moment in Zusammenarbeit mit dem CERN der Prototyp eines multifunktionalen 2-Phasen CO<sub>2</sub> Kühlkreislaufs mit 1kW Kühlleistung gebaut. Für den Pixel-Vertex Detektor und den SVD von Belle II wird dann in einem nächsten Schritt ein gemeinsames Kühlsystem mit 2kW Kühlleistung entwickelt. Hier werden der Status des Prototyps sowie die Pläne für die Belle II Kühlanlage vorgestellt.

T 70.3 Mi 17:20 ZHG 005

**Bestimmung des zu erwartenden Untergrundes für den Pixel Vertex Detektor bei Belle II** — ●ANDREAS MOLL<sup>1,2</sup> und MARTIN RITTER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck Institut für Physik, Föhringer Ring 6, 80805, München, Germany — <sup>2</sup>Excellence Cluster Universe, Technische Universität München, Boltzmannstr. 2, 85748, Garching, Germany

Der Elektron-Positron Ringbeschleuniger KEKB in Japan hält den aktuellen Luminositäts-Rekord mit  $2.1 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . In den nächsten drei Jahren ist ein Upgrade des Beschleunigers auf eine um 40-mal höhere Luminosität als der aktuelle Rekordwert geplant ("SuperKEKB"). Auf Grund der höheren Luminosität wird der aktuelle Belle-Detektor zum Belle II Detektor umgebaut. Dabei wird ein neuer Pixel Vertex Detektor (PXD) zum Einsatz kommen, der auf der DEPFET-Technologie basiert. Die Größe und Verteilung des zu erwartenden Untergrundes sind wichtige Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Belle II Experiments, da hiervon das Design des inneren Bereichs des Detektors und der Abschirmung der Wechselwirkungszone abhängt. Insbesondere ist eine Abschätzung der Okkupanz des PXD enorm wichtig, da diese einen direkten Einfluss auf die zu erwartende Datenrate und die Auflösung der rekonstruierten Zerfallspunkte von Teilchen hat. Der Vortrag stellt die zu erwartenden Untergrundprozesse bei Belle II vor und erläutert deren Einfluss auf die Okkupanz und das Design des Pixel Vertex Detektors.

T 70.4 Mi 17:35 ZHG 005

**Estimation of the Two-photon background in the Belle II Pixel Vertex Detector** — ●ELENA NEDELKOVSKA, CHRISTIAN KIESLING, and SUSANNE KOBLITZ — Max-Planck Institut fuer Physik, Muenchen

The current KEKB accelerator will be upgraded to SuperKEKB, with

a design luminosity of  $0.8 \times 10^{36} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . The present Belle detector will also be upgraded to Belle II, containing an entirely new inner part, a pixel vertex detector (PXD). The PXD will be placed very close to the beam-pipe and has to stand very hostile background conditions. An important background source is the luminosity-related background, such as  $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$ , where very low energy  $\mathcal{O}(5\text{MeV})$  electrons and positrons are emitted. These particles will reach mostly the inner layers of the Belle II Si system. Such processes have not been measured so far. In order to determine whether this QED process might be a dominant source of background, three dedicated experiments were performed at KEK. The results of these experiments will be presented, as well as their relevance for the PXD. The measurements are compared to Monte-Carlo simulations and based on this the estimated two-photon QED background and therefore the expected occupancy in the innermost PXD layer will be discussed.

T 70.5 Mi 17:50 ZHG 005

**Simulation des Belle II Pixel Vertex Detektors** — ●MARTIN RITTER<sup>1</sup>, CHRISTIAN KIESLING<sup>1</sup>, BENJAMIN SCHWENKER<sup>2</sup>, ZBYNEK DRASAL<sup>3</sup>, PETER KVASNICKA<sup>3</sup> und CHRISTIAN KOFFMANE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland — <sup>2</sup>Georg-August-Universität, Göttingen, Deutschland — <sup>3</sup>Charles University, Prag, Tschechische Republik

Der  $e^+e^-$  Ringbeschleuniger KEKB in Japan wird zum Jahr 2014 durch ein Upgrade (SuperKEKB) auf eine Luminosität von  $8 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  gesteigert werden. Entsprechend wird der Belle-Detektor aufgerüstet (Belle II). Um möglichst präzise Messungen der Zerfalls-Vertizes für B-Mesonen bei den zu erwartenden Untergründen zu ermöglichen wird ein neuer Pixel Vertex Detektor für das Belle II Experiment entwickelt. Eine detaillierte Simulationen der Detektorantwort auf Untergrund von Photonen und geladene Teilchen ist dabei sehr wichtig für das Design. Der momentanen Stand zur Simulation und Validierung von Photonen und Hadronen werden präsentiert.

T 70.6 Mi 18:05 ZHG 005

**Gate-controlled shutter mechanism for DEPFETs** — ●FELIX MUELLER, CHRISTIAN KOFFMANE, HANS-GÜNTHER MOSER, JELENA NINKOVIC, RAINER RICHTER, LADISLAV ANDRICEK, and ANDREAS WASSATSCH — Max-Planck-Institut für Physik, München

DEPFET pixel detectors offer excellent signal to noise ratio, resolution and low power consumption with few material. They will be used in Belle 2. In addition, it is a candidate for the ILC. Due to the rolling shutter read-out they have integration times in the order of several tens of microseconds which can create problems in applications with temporary high background, for instance during the injection of noisy bunches. In order to overcome this we study a new operation mode which allows a gated or shutter controlled operation of the detector. This makes the detector blind for a certain time interval in which noise is expected whereas the charge of the previous signal will not be removed. Simulations and first measurements will be presented.

T 70.7 Mi 18:20 ZHG 005

**Charakterisierung dünner DEPFET Pixel-Matrizen mittels Teststrahlungsmessungen am CERN SPS** — ●BENJAMIN SCHWENKER und ARIANE FREY — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Für das Upgrade des Belle Detektors ist ein DEPFET Pixeldetektor zur Vertexrekonstruktion vorgesehen. Ein DEPFET Sensor bietet ein hohes Signal zu Rausch Verhältnis bei dünnen Sensoren, niedrigen Leistungsverbrauch und kann bei Raumtemperatur betrieben werden. Die neueste Produktion von DEPFET Prototypen (PXD6) stellt einen wesentlichen Schritt in Richtung der Spezifikationen für den BelleII Pixeldetektor dar. Die neuen Prototypen bieten erstmals ein auf  $50\mu\text{m}$  gedünntes Siliziumsubstrat und die BelleII typischen Pixelgrößen von  $50 \times 50\mu\text{m}^2$  und  $75 \times 50\mu\text{m}^2$ . Die Sensorauslese verwendet die finalen Steuerungen ASIC's und läuft bei der nominalen Rate von 300MHz.

Der Vortrag präsentiert erste Ergebnisse von Teststrahlungsmessungen am CERN SPS mit 120GeV Hadronen. Die hohe Punktauflösung des EUDET Teleskopes mit sechs Lagen von Mimoso26 Pixel Sensoren erlaubt detaillierte In-Pixel Studien der neuen DEPFET Sensoren. Der Durchtrittswinkel der Hadronen wurde im Bereich von  $0^\circ$  bis  $60^\circ$  variiert und deckt annähernd die Akzeptanz des BelleII Detektors ab.

Studien zur Treffereffizienz, Effizienz der Ladungssammlung und der räumlichen Auflösung werden vorgestellt.

T 70.8 Mi 18:35 ZHG 005

**Charakterisierung von DEPFET Pixelsensoren für den Belle II Vertexdetektor** — •FLORIAN LÜTTICKE, CARLOS MARINAS, HANS KRÜGER und NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

Ein wichtiger Bestandteil bei Experimenten der Teilchenphysik sind Vertexdetektoren. Bei dem zukünftigen Super-KEKB Beschleuniger am KEK Forschungszentrum in Tsukuba, Japan wird eine um den Faktor 40 höhere instantane Luminosität erwartet, was ein Upgrade des Belle Detektors zu Belle II erfordert. Die innersten Lagen des neuen Vertexdetektors werden aus DEPFET Pixeldetektoren bestehen, deren hohe Granularität den Betrieb bei der geplanten instantanen Luminosität ermöglicht. Ein DEPFET Pixel besteht aus einem MOSFET unter dessen Gate sich ein zweites, so genanntes Internes Gate zur Ladungssammlung befindet. Gesammelte Ladung wandert in dem per Seitwärtsdepletion verarmten Detektorvolumen in das interne Gate und moduliert den Source-Drain-Strom des MOSFET Transistors, der als erste Verstärkungsstufe dient. Die neuesten DEPFET Pixel Generation (PXD6) ist verglichen mit der vorherigen auf 50 Micrometer gedünnt und enthält größere Pixel. Dies macht neue Pixelgeometri-

en notwendig. Zur Untersuchung der Sensoren werden Messungen mit radioaktiven Quellen sowie Messungen mit einem subpixelgenauen Lasersystem vorgenommen und hier präsentiert.

T 70.9 Mi 18:50 ZHG 005

**Pixeldetektor-Datenreduktion aus Clusterinformationen am Belle-II-Experiment** — •CHRISTIAN PULVERMACHER, MICHAEL FEINDT, MARTIN HECK, THOMAS KUHR und ANŽE ZUPANC — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Für das Belle-II-Experiment ist eine Erhöhung der Luminosität des KEKB- $e^+e^-$ -Colliders auf  $8 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  vorgesehen. Daraus ergibt sich auch ein um ein Vielfaches höherer Untergrund, unter anderem durch Intrabeam-Scattering (Touschek), welcher die Daten des Pixeldetektors (PXD) stark verunreinigt. Pro Ausleseintervall finden sich dort mehrere Tausend Untergrundcluster, denen nur wenige Signalcluster gegenüberstehen.

Mit der Strategie, Spuren im Silizium-Vertexdetektor (SVD) zu finden und in den PXD zu extrapolieren, werden häufig Hits von Teilchen mit kleinem Transversalimpuls verworfen, was z. B. für die Rekonstruktion von  $D^*$ -Zerfällen nachteilig ist. Deshalb wurde eine Methode entwickelt, mit der die Hits langsamer Spuren nur anhand von PXD-Cluster-Informationen wie gesammelter Ladung oder Clusterlänge identifiziert werden können.