

## T 90: DAQ / Trigger II

Zeit: Donnerstag 16:30–19:00

Raum: Z6 - SR 2.010

T 90.1 Do 16:30 Z6 - SR 2.010

**Entwicklung von algorithmischer Firmware für den Ausbau des ATLAS Level-1 Jet/Energiesummen-Triggers** — ●MARCEL WEIRICH, VOLKER BÜSCHER, CHRISTIAN KAHRA, ELENA ROCCO, ULRICH SCHÄFER und STEFAN TAPPROGGE — Johannes Gutenberg-Universität Mainz

In den kommenden Ausbaustufen des LHC werden immer höhere Luminositäten erreicht. Dadurch werden auch immer größere Herausforderungen an das Triggersystem des ATLAS Detektors gestellt. Zusätzlich zu den steigenden Ereignisraten werden die Daten aus den elektromagnetischen und hadronischen Kalorimetern mit erhöhter Granularität übertragen. Um dies für eine effiziente Selektion von Ereignissen zu nutzen, muss das existierende System ausgebaut werden. Bei einer Datenrate von 40 MHz muss in der ersten Triggerstufe eine Entscheidung innerhalb von 2.5  $\mu$ s getroffen werden.

Der jet Feature EXtractor, kurz jFEX, bildet eine Neuerung für den Ausbau des ATLAS Level-1 Triggers. Ab 2020 wird jFEX in erster Linie für die Identifikation von Jet-Kandidaten und zur Berechnung von Energiesummen eingesetzt. Pro Modul ist eine Eingangsbreite von bis zu 3.1 Tb/s erforderlich, die sich auf 4 Xilinx US+ FPGAs verteilt. Für die dort laufenden Algorithmen stehen maximal 125 ns zur Verfügung. Aus diesem Grund müssen diese eine hochparallele Struktur aufweisen.

In diesem Vortrag wird der aktuelle Stand der Algorithmen-Implementierung vorgestellt.

T 90.2 Do 16:45 Z6 - SR 2.010

**A vertical slice of the Mu3e readout system** — ●SEBASTIAN DITTMMEIER für die Mu3e-Collaboration — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

The Mu3e experiment searches for the charged lepton flavor violating decay  $\mu^+ \rightarrow e^+e^-e^+$  with an ultimate target sensitivity of one in  $10^{16}$  decays (Phase II). Therefore, a continuous beam of up to  $10^9$  muons per second is stopped on a target and the decay products are observed.

The Mu3e detector consists of an ultra-thin silicon pixel tracking detector using High Voltage Monolithic Active Pixel Sensors to measure the vertex position and momentum of the decay products, and scintillating fibres and tiles for precise timing. The pixel detector consists of more than 180 million pixels. The resulting data rate that has to be processed is of the order of 1 Terabit per second. All detector components send their data continuously to a software filter farm, where data reduction takes place.

This talk covers the readout components of the pixel detector. The pixel sensors send their hit information continuously via fast serial data links to FPGAs located on the front-end boards where the data is time ordered. Via fast optical links, this data is sent to the switching boards where the data from several detector segments is merged into time slices of the full detector and provided to the computing nodes that perform online event reconstruction and filtering based on graphics processing units. The status of the vertical slice of the readout system is described.

T 90.3 Do 17:00 Z6 - SR 2.010

**Kalibrations-Scans und Timing-Studien mit dem ATLAS Pixel Detektor** — MARCELLO BINDI, JÖRN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und ●FABIAN SOHNS — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Während des laufenden Betriebs des ATLAS Pixel Detektors ist es notwendig, z.B. aufgrund von Strahlungsschäden, die detektornaher Ausleseelektronik kontinuierlich zu überwachen und Parameter neu zu kalibrieren. In der von der ATLAS-Kollaboration entwickelten PixelDAQ-Software sind verschiedene Scans implementiert, welche zwischen den einzelnen Läufen des LHCs den aktuellen Status der einzelnen Module und Pixel überprüfen sowie die Parameter systematisch nachregeln.

Eine wesentliche Aufgabe in Bezug auf die Kalibration ist die Weiterentwicklung des zugrundeliegenden Codes. Insbesondere nach der Anpassung der PixelDAQ-Software an die seit 2015 schrittweise erneuerte Auslese-Hardware gibt es Möglichkeiten zur Optimierung.

In diesem Vortrag werden grundlegende Aspekte der Kalibration vorgestellt sowie Einblicke in den Optimierungsprozess, insbesondere bezogen auf die Laufzeit, gegeben. Eines der Ergebnisse ist ein Zeitprofil verschiedener Scans welches deutlich macht, an welcher Stelle eine Optimierung angebracht ist.

T 90.4 Do 17:15 Z6 - SR 2.010

**A DAQ Test System for the CMS Phase 2 Tracker Upgrade** — THOMAS EICHHORN, ●MYKYTA HARANKO, and ANDREAS MUSSGILLER — DESY, Hamburg, Germany

For the upcoming high-luminosity phase of the LHC, the tracking detector of the CMS experiment has to be upgraded. Two types of detector modules are foreseen to be used for the outer tracker regions: so-called 2S and PS modules. Each module type consists of two semiconductor sensors with corresponding front-end electronics for the readout.

As a part of the tracker upgrade R&D, testing infrastructure is being developed, based on the FC7 board. The FC7 is a  $\mu$ TCA-compatible Advanced Mezzanine Card for generic data acquisition and control applications, which is built around the Xilinx Kintex 7 FPGA. The developed firmware is able to control various hardware options, such as different revisions of the readout chips existing now, and is going to be further extended. The resulting DAQ system was tested in the test beams at DESY and FNAL.

This talk will present the current functionality and the development status of the FC7 firmware, and qualification results.

T 90.5 Do 17:30 Z6 - SR 2.010

**The XENON Trigger & Data Acquisition System** — ●ALEXEY ELYKOV — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

The XENON1T experiment at the Laboratori Nazionali del Gran Sasso is a liquid xenon-based ton-scale dark matter detector. The scintillation and photoionisation signals that occur in it due to particle interactions are amplified, digitised and recorded by a Trigger and Data Acquisition (TDAQ) system. This system is based on commercial electronics and is equipped with custom-developed firmware. In combination with the High Energy Veto module, it can operate with high efficiency both during the acquisition of dark matter search data and throughout calibration efforts. The successor of the XENON1T experiment, XENONnT will allow us to probe new parameter space of potential dark matter candidates and long sought-after processes, like neutrinoless double beta decay. In this talk, the latest research and developments towards the construction of XENONnT TDAQ will be presented and discussed.

T 90.6 Do 17:45 Z6 - SR 2.010

**The Data Handling Processor of the Belle II DEPFET Detector** — ●LEONARD GERMIC, TOMASZ HEMPEREK, BOTHO PASCHEN, FLORIAN LÜTTICKE, HANS KRÜGER, CARLOS MARINAS, JOCHEN DINGFELDER, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

A two layer highly granular DEPFET pixel detector will be operated as the innermost subsystem of the Belle II experiment, at the new Japanese super flavor factory (SuperKEKB). Such a finely segmented system will allow to improve the vertex reconstruction in such ultra high luminosity environment but, at the same time, the raw data stream generated by the 8 million pixel detector will exceed the capability of real-time processing due to its high frame rate, considering the limited material budget and strict space constraints. For this reason a new ASIC, the Data Handling Processor (DHP) is designed to provide data processing at the level of the front-end electronics, such as zero-suppression and common mode correction. The driving capability of the Gigabit Serial Link of the DHP is summarized and simulations of the signal integrity including the back-end-transmission-line system is shown.

T 90.7 Do 18:00 Z6 - SR 2.010

**Spurfindung im SciFi-Tracker des LHCb-Experimentes mit Grafikkarten** — LARS FUNKE, ●HOLGER STEVENS und JULIAN SURMANN — Experimentelle Physik 5, TU Dortmund

Das LHCb-Upgrade im Jahr 2019 umfasst den Austausch der bisherigen Tracking-Stationen durch den SciFi-Tracker. Dieser besteht aus szintillierenden Fasern mit einem Durchmesser von 0,25 mm, die zu Matten verklebt werden. Nach dem Upgrade gibt es keine Hardwarekomponente mehr im Triggersystem, da dieses vollständig in Software umgesetzt wird.

Um die Datenmenge der triggerlosen Auslese online verarbeiten zu können, muss die Leistungsfähigkeit der Rechnerfarm erhöht werden.

Eine Möglichkeit ist die Integration von Grafikprozessoren (GPU). Die Architektur einer GPU ist für die parallele Ausführung von vielen Prozessen optimiert. Da die Spuren im SciFi-Tracker unabhängig voneinander sind, kann eine Rekonstruktion parallel durchgeführt werden. In diesem Vortrag werden die aktuellen Ansätze zur Spurfindung und die bisherigen Ergebnisse vorgestellt.

T 90.8 Do 18:15 Z6 - SR 2.010

**Entwicklung und Test des "jet Feature Extractor" Trigger-Moduls für den ATLAS Level-1 Kalorimeter-Trigger**

— VOLKER BÜSCHER, ●CHRISTIAN KAHRA, STEFAN RAVE, ELENA ROCCO, ULRICH SCHÄFER, STEFAN TAPPROGGE, JULIO VIEIRA DE SOUZA und MARCEL WEIRICH — Inst. für Physik, Universität Mainz

Mit dem bevorstehenden "Phase-I" Ausbau des Large Hadron Colliders (LHC) werden zeitgleich auch die Triggersysteme der Experimente am LHC erweitert, um trotz der höheren Ereignisrate weiterhin sensitiv für seltene Prozesse zu sein. In diesem Vortrag wird die Hardware-Entwicklung für eines der neuen Trigger-Systeme, dem *jet Feature EXtractor* (jFEX), für den ATLAS Level-1 Kalorimeter-Trigger vorgestellt. Aufgabe dieses neuen Systems wird die Identifikation von Jets und Taus sowie die Berechnung von Energiesummen sein. Jedes der insgesamt sechs Module des jFEX wird kontinuierlich  $\approx 3.1$  Tbit/s an Kalorimeter-Daten empfangen, welche in den vier Prozessor-FPGAs des Moduls in  $\approx 300$  ns in Echtzeit verarbeitet werden. Diese hohe Bandbreite wird benötigt, um sowohl eine feinere Kalorimeter-Granularität als auch die Identifikation von wesentlich größeren Jets und Taus als bisher zu erreichen.

Die Einhaltung der Signal-Integrität der Hochgeschwindigkeits-Datenleitungen wie auch der hohe Leistungsbedarf der FPGAs stellen hohe Anforderungen an das Hardware-Design. Der Vortrag stellt die Entwicklung dieses dichtbestückten ATCA-Moduls, die Simulation der Leiterplatte und die Test-Ergebnisse der Prototypen vor.

T 90.9 Do 18:30 Z6 - SR 2.010

**Online data reduction with FPGA-based track reconstruction for the Belle II DEPFET Pixel Detector** — ●BRUNO DESCHAMPS, CHRISTIAN WESSEL, JOCHEN DINGFELDER, and CARLOS

MARINAS — University of Bonn

The innermost two layers of the Belle II vertex detector at the KEK facility in Tsukuba, Japan, will be covered by high-granularity DEPFET pixel sensors (PXD). The large number of pixels leads to a maximum data rate of 256 Gbps, which has to be significantly reduced by the Data Acquisition System. For the data reduction the hit information of the surrounding Silicon strip Vertex Detector (SVD) is utilized to define so-called Regions of Interest (ROI). Only hit information of the pixels located inside these ROIs are saved. The ROIs for the PXD are computed by reconstructing track segments from SVD data and extrapolating them to the PXD. The goal is to achieve a data reduction of up to a factor of 10 with this ROI selection. All the necessary processing stages, the receiving, decoding and multiplexing of SVD data on 48 optical fibers, the track reconstruction and the definition of the ROIs will be performed by the Data Acquisition Tracking and Concentrator Online Node (DATCON). The planned hardware design is based on a distributed set of Advanced Mezzanine Cards (AMC) each equipped with a Field Programmable Gate Array (FPGA). In this talk, the current status of the DATCON hardware as well as the plans for the upcoming PHASE2 are presented

T 90.10 Do 18:45 Z6 - SR 2.010

**Improved timing of the ATLAS Level-1 Calorimeter Trigger to 1 ns precision** — ●FABRIZIO NAPOLITANO and OLEG BRANDT — Kirchhoff-Institut für Physik, U. Heidelberg

The Level-1 Calorimeter Trigger (L1Calo) is an important part of the ATLAS Level-1 Trigger system, designed to identify electrons, jets, photons and hadronic tau candidates, as well to measure their transverse energies, total transverse energy and missing transverse energy. The correct timing of the 7168 trigger towers ensures an optimal performance of the L1Calo system. The timing information can be extracted by analysing the shapes of the L1Calo signals. Using beam splash and proton-proton collision data recorded in 2017, a timing precision of 1 ns is achieved. A similar performance is attained for the on-board timing scans, which serve to monitor the stability of the timing over time.