

## Fachverband Teilchenphysik (T)

Reinhold Rückl  
 Institut für Theoretische Physik und Astrophysik  
 Universität Würzburg  
 Campus Hubland Nord  
 Emil-Hilb-Weg 22  
 97074 Würzburg  
 rueckl@physik.uni-wuerzburg.de

### Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsäle ZHG 001, ZHG 004-011, ZHG 101-105, VG 0.110, VG 0.111, VG 1.102-1.104, VG 2.102, VG 3.101-3.103)

#### Plenar- und Abendvorträge

PV I	Di	11:00–11:45	ZHG 011	<b>LHC Highlights</b> — ●GREGOR HERTEN
PV II	Di	11:45–12:30	ZHG 011	<b>Klassen starr rotierender relativistischer Sterne im Gleichgewicht</b> — ●MARCUS ANSORG
PV III	Mi	11:30–12:30	ZHG 011	<b>The Mysteries of Cosmology</b> — ●MICHAEL TURNER
PV IV	Mi	19:00–20:00	ZHG 009	<b>Dem Higgs Boson auf der Spur – aktuelle Ergebnisse des Large Hadron Colliders</b> — ●ARNULF QUADT
PV V	Do	11:00–11:45	ZHG 011	<b>On the Mathematical Structure of Scattering Amplitudes</b> — ●MARCUS SPRADLIN
PV VI	Do	11:45–12:30	ZHG 011	<b>Die fehlenden 95%: Theorie und Phänomenologie der dunklen Materie und dunklen Energie</b> — ●JOACHIM KOPP

#### Hauptvorträge

T 1.1	Mo	14:15–14:55	ZHG 011	<b>QCD — Neues von der starken Kraft</b> — ●KLAUS RABBERTZ
T 1.2	Mo	14:55–15:35	ZHG 011	<b>QCD: from benchmark processes to discovery channels</b> — ●GIULIA ZANDERIGHI
T 1.3	Mo	15:35–16:15	ZHG 011	<b>Neutrino Experimente</b> — ●JOSEF JOCHUM
T 2.1	Di	8:30– 9:10	ZHG 011	<b>Neues vom Standardmodell: Elektroschwache Präzisionsmessungen an LHC und TeVatron</b> — ●KRISTIN LOHWASSER
T 2.2	Di	9:10– 9:50	ZHG 011	<b>Dem Higgsboson dicht auf der Spur</b> — ●SANDRA KORTNER
T 2.3	Di	9:50–10:30	ZHG 011	<b>Electroweak symmetry breaking in light of LHC results</b> — ●JOHN ELLIS
T 3.1	Mi	8:30– 9:15	ZHG 011	<b>Hochenergetische kosmische Strahlung</b> — ●RALPH ENGEL
T 3.2	Mi	9:15–10:00	ZHG 011	<b>Suche nach Supersymmetrie am LHC</b> — ●WOLFGANG EHRENFELD
T 4.1	Do	8:30– 9:10	ZHG 011	<b>Top-Quark Physik im Umbruch: vom Tevatron zum Large Hadron Collider</b> — ●MARKUS CRISTINZIANI
T 4.2	Do	9:10– 9:50	ZHG 011	<b>Aktuelle Ergebnisse und Perspektiven der Flavourphysik</b> — ●ULRICH KERZEL
T 4.3	Do	9:50–10:30	ZHG 011	<b>Gammaastronomie</b> — ●GERNOT MAIER
T 5.1	Fr	11:00–11:40	ZHG 011	<b>Perspectives of Plasma-Wakefield Acceleration</b> — ●FLORIAN GRÜNER
T 5.2	Fr	11:40–12:20	ZHG 011	<b>Aufbruch zu neuen Ufern - Anzeichen für Physik jenseits des Standard Modells?</b> — ●KERSTIN HOEPFNER
T 5.3	Fr	12:20–13:00	ZHG 011	<b>New physics searches at the LHC: theory implications</b> — ●ANDREAS WEILER

#### Eingeladene Vorträge

T 6.1	Di	14:00–14:30	ZHG 011	<b>Messungen der Eigenschaften des Top-Quarks mit dem ATLAS-Experiment</b> — ●KEVIN KRÖNINGER
T 6.2	Di	14:35–15:05	ZHG 011	<b>Precision calculations for top-quark pair production at hadron colliders</b> — ●BENJAMIN PECJAK

T 6.3	Di	15:10–15:40	ZHG 011	<b>Boosted Jets in Searches for New Physics</b> — ●MICHAEL SPANNOWSKY
T 6.4	Di	15:45–16:15	ZHG 011	<b>The OPERA Neutrino Velocity Measurement</b> — ●BJÖRN WONSAK
T 7.1	Di	14:00–14:30	ZHG 010	<b>Kalorimeter-Upgrades für den HL-LHC</b> — ●ARNO STRAESSNER
T 7.2	Di	14:35–15:05	ZHG 010	<b>Weakly Interacting Slim Particles (WISPs)</b> — ●JAVIER REDONDO
T 7.3	Di	15:10–15:40	ZHG 010	<b>CP-Verletzung im Charm-System</b> — ●MARCO GERSABECK
T 7.4	Di	15:45–16:15	ZHG 010	<b>Towards a global analysis of <math>b \rightarrow s\gamma</math> and <math>b \rightarrow sl^+\ell^-</math> decays</b> — ●CHRISTOPH BOBETH
T 8.1	Do	14:00–14:30	ZHG 011	<b>Baryon asymmetry of the Universe: a non-equilibrium QFT approach</b> — ●ALEXANDER KARTAVTSEV
T 8.2	Do	14:35–15:05	ZHG 011	<b>CMS results of SUSY searches with leptons in the final state</b> — ●MARTIN NIEGEL
T 8.3	Do	15:10–15:40	ZHG 011	<b>Precision event generation for the LHC</b> — ●STEFAN HÖCHE
T 8.4	Do	15:45–16:15	ZHG 011	<b>Das Upgrade des CMS Silizium-Trackers für den HL-LHC</b> — ●ANDREAS MUSSGILLER
T 9.1	Do	14:00–14:30	ZHG 010	<b>Beam Halo Cleaning and Machine Protection in the LHC</b> — ●DANIEL WOLLMANN
T 9.2	Do	14:35–15:05	ZHG 010	<b>Gitter-QCD: eine algorithmische Herausforderung</b> — ●BJÖRN LEDER
T 9.3	Do	15:10–15:40	ZHG 010	<b>Radiodetektion kosmischer Strahlung</b> — ●JULIAN RAUTENBERG
T 9.4	Do	15:45–16:15	ZHG 010	<b>Higgs-Suchen in <math>\tau</math>-Endzuständen am LHC</b> — ●JÜRGEN KROSEBERG

## Symposium Supersymmetrie

Siehe SYSY für das ausführliche Programm des Symposiums.

SYSY 1.1	Mi	14:00–14:35	ZHG 011	<b>Supersymmetrie zwischen TeV-Skala und GUT-Skala</b> — ●WILFRIED BUCHMÜLLER
SYSY 1.2	Mi	14:35–15:10	ZHG 011	<b>Suche nach Supersymmetrie am LHC</b> — ●JOHANNES HALLER
SYSY 1.3	Mi	15:10–15:45	ZHG 011	<b>Black Holes in String Theory</b> — ●MIRJAM CVETIC
SYSY 1.4	Mi	15:45–16:20	ZHG 011	<b>Superstrings, Gauge Theory and Supermagnets</b> — ●VOLKER SCHOMERUS

## Fachsitzungen

T 1.1–1.3	Mo	14:15–16:15	ZHG 011	<b>Hauptvorträge 1</b>
T 2.1–2.3	Di	8:30–10:30	ZHG 011	<b>Hauptvorträge 2</b>
T 3.1–3.2	Mi	8:30–10:00	ZHG 011	<b>Hauptvorträge 3</b>
T 4.1–4.3	Do	8:30–10:30	ZHG 011	<b>Hauptvorträge 4</b>
T 5.1–5.3	Fr	11:00–13:00	ZHG 011	<b>Hauptvorträge 5</b>
T 6.1–6.4	Di	14:00–16:20	ZHG 011	<b>Eingeladene Vorträge 1</b>
T 7.1–7.4	Di	14:00–16:20	ZHG 010	<b>Eingeladene Vorträge 2</b>
T 8.1–8.4	Do	14:00–16:20	ZHG 011	<b>Eingeladene Vorträge 3</b>
T 9.1–9.4	Do	14:00–16:20	ZHG 010	<b>Eingeladene Vorträge 4</b>
T 10.1–10.7	Mo	16:45–18:30	VG 3.103	<b>Elektroschwache Physik (Theorie)</b>
T 11.1–11.9	Di	16:45–19:00	VG 3.103	<b>QCD (Theorie) 1</b>
T 12.1–12.9	Mi	16:45–19:00	VG 3.103	<b>QCD (Theorie) 2</b>
T 13.1–13.9	Do	16:45–19:00	VG 3.103	<b>QCD (Theorie) 3</b>
T 14.1–14.4	Fr	9:30–10:30	VG 3.103	<b>QCD (Theorie) 4</b>
T 15.1–15.9	Mo	16:45–19:00	VG 3.102	<b>Beyond the Standard Model (Theorie) 1</b>
T 16.1–16.8	Di	16:45–18:45	VG 3.102	<b>Beyond the Standard Model (Theorie) 2</b>
T 17.1–17.8	Mi	16:45–18:45	VG 3.102	<b>Beyond the Standard Model (Theorie) 3</b>
T 18.1–18.9	Do	16:45–19:00	VG 3.102	<b>Flavourphysik (Theorie) 1</b>
T 19.1–19.8	Fr	8:25–10:30	VG 3.102	<b>Flavourphysik (Theorie) 2</b>
T 20.1–20.9	Mo	16:45–19:00	VG 3.101	<b>Astroteilchenphysik und Kosmologie (Theorie)</b>
T 21.1–21.9	Di	16:45–19:00	VG 3.101	<b>Astroteilchenphysik, Kosmologie / Neutrinophysik (Theorie)</b>
T 22.1–22.9	Mi	16:45–19:00	VG 3.101	<b>Quantenfeldtheorie</b>
T 23.1–23.6	Do	16:45–18:15	VG 3.101	<b>Gittereichtheorie</b>
T 24.1–24.3	Fr	9:45–10:30	VG 3.101	<b>Andere Gebiete der Theorie</b>
T 25.1–25.8	Mo	16:45–18:55	ZHG 009	<b>QCD 1</b>
T 26.1–26.8	Di	16:45–18:55	ZHG 009	<b>QCD 2</b>
T 27.1–27.7	Mi	16:45–18:35	ZHG 009	<b>QCD mit schweren Eichbosonen 1</b>

T 28.1–28.9	Do	16:45–19:00	ZHG 009	<b>QCD mit schweren Eichbosonen 2</b>
T 29.1–29.9	Fr	8:15–10:30	ZHG 009	<b>QCD mit schweren Eichbosonen 3</b>
T 30.1–30.6	Do	16:45–18:15	ZHG 105	<b>Elektroschwache Physik</b>
T 31.1–31.4	Fr	9:20–10:30	ZHG 105	<b>Neutrino-Physik mit Beschleunigern</b>
T 32.1–32.7	Mo	16:45–18:35	ZHG 104	<b>Top-Quark: Produktion 1</b>
T 33.1–33.7	Di	16:45–18:30	ZHG 104	<b>Top-Quark: Produktion 2</b>
T 34.1–34.10	Mi	16:45–19:15	ZHG 104	<b>Top-Quark: Produktion 3</b>
T 35.1–35.9	Do	16:45–19:05	ZHG 104	<b>Top-Quark: Produktion 4</b>
T 36.1–36.7	Fr	8:45–10:30	ZHG 104	<b>Top-Quark: Zerfälle</b>
T 37.1–37.9	Mo	16:45–19:00	ZHG 105	<b>Top-Quark: Eigenschaften 1</b>
T 38.1–38.8	Di	16:45–18:45	ZHG 105	<b>Top-Quark: Eigenschaften 2</b>
T 39.1–39.9	Mi	16:45–19:00	ZHG 105	<b>Top-Quark: Eigenschaften 3</b>
T 40.1–40.9	Di	16:45–19:05	ZHG 004	<b>CP-Verletzung 1</b>
T 41.1–41.9	Mi	16:45–19:00	ZHG 004	<b>CP-Verletzung 2</b>
T 42.1–42.9	Do	16:45–19:00	ZHG 004	<b>Bottom-Quark: Produktion 1</b>
T 43.1–43.8	Fr	8:20–10:30	ZHG 004	<b>Bottom-Quark: Produktion 2</b>
T 44.1–44.7	Mo	16:45–18:30	ZHG 011	<b>Higgs-Physik 1</b>
T 45.1–45.5	Di	16:45–18:05	ZHG 101	<b>Higgs-Physik 2</b>
T 46.1–46.9	Di	16:45–19:00	ZHG 011	<b>Higgs-Physik 3</b>
T 47.1–47.8	Mi	16:45–18:50	ZHG 011	<b>Higgs-Physik 4</b>
T 48.1–48.9	Do	16:45–19:00	ZHG 011	<b>Higgs-Physik 5</b>
T 49.1–49.8	Fr	8:30–10:30	ZHG 011	<b>Higgs-Physik 6</b>
T 50.1–50.8	Mo	16:45–18:45	ZHG 010	<b>Supersymmetrie 1</b>
T 51.1–51.10	Di	16:45–19:15	ZHG 010	<b>Supersymmetrie 2</b>
T 52.1–52.8	Mi	16:45–18:45	ZHG 010	<b>Supersymmetrie 3</b>
T 53.1–53.7	Do	16:45–18:30	ZHG 010	<b>Supersymmetrie 4</b>
T 54.1–54.7	Fr	8:45–10:30	ZHG 010	<b>Supersymmetrie 5</b>
T 55.1–55.9	Mi	16:45–19:00	ZHG 101	<b>Suche nach neuer Physik 1</b>
T 56.1–56.7	Do	16:45–18:35	ZHG 101	<b>Suche nach neuer Physik 2</b>
T 57.1–57.7	Fr	8:40–10:30	ZHG 101	<b>Suche nach neuer Physik 3</b>
T 58.1–58.10	Mo	16:45–19:20	VG 2.102	<b>Spurkammern: Gas</b>
T 59.1–59.10	Di	16:45–19:15	VG 2.102	<b>Spurdetektoren und Spurrekonstruktion</b>
T 60.1–60.9	Mi	16:45–19:00	VG 2.102	<b>Detektorsysteme</b>
T 61.1–61.6	Do	16:45–18:20	VG 2.102	<b>Muondetektoren 1</b>
T 62.1–62.7	Fr	8:45–10:30	VG 2.102	<b>Muondetektoren 2</b>
T 63.1–63.10	Mo	16:45–19:20	ZHG 001	<b>Halbleiterdetektoren: Forschung und Entwicklung 1</b>
T 64.1–64.9	Di	16:45–19:00	ZHG 001	<b>Halbleiterdetektoren: Forschung und Entwicklung 2</b>
T 65.1–65.9	Mi	16:45–19:00	ZHG 001	<b>Halbleiterdetektoren: Neue Materialien und Konzepte</b>
T 66.1–66.9	Do	16:45–19:00	ZHG 001	<b>Halbleiterdetektoren: Strahlendosis und neue Materialien</b>
T 67.1–67.8	Fr	8:30–10:30	ZHG 001	<b>Halbleiterdetektoren: Strahlenschäden</b>
T 68.1–68.8	Mo	16:45–18:45	ZHG 005	<b>Halbleiterdetektoren: Laufende Experimente und Elektronik</b>
T 69.1–69.9	Di	16:45–19:05	ZHG 005	<b>Halbleiterdetektoren: Modulbau und Test</b>
T 70.1–70.9	Mi	16:45–19:05	ZHG 005	<b>Halbleiterdetektoren: Belle II</b>
T 71.1–71.6	Mo	16:45–18:15	VG 1.102	<b>Kalorimeter 1</b>
T 72.1–72.8	Di	16:45–18:45	VG 1.102	<b>Kalorimeter 2</b>
T 73.1–73.9	Mi	16:45–19:00	VG 1.102	<b>DAQ-Systeme</b>
T 74.1–74.9	Mo	16:45–19:00	VG 0.111	<b>Experimentelle Methoden 1</b>
T 75.1–75.8	Di	16:45–18:45	VG 0.111	<b>Experimentelle Methoden 2</b>
T 76.1–76.8	Mi	16:45–18:45	VG 0.111	<b>Computing 1</b>
T 77.1–77.9	Do	16:45–19:00	VG 0.111	<b>Computing 2</b>
T 78.1–78.8	Fr	8:30–10:30	VG 0.111	<b>Trigger</b>
T 79.1–79.9	Mo	16:45–19:00	VG 1.103	<b>Beschleunigerphysik 1</b>
T 80.1–80.9	Mo	16:45–19:00	VG 1.104	<b>Beschleunigerphysik 2</b>
T 81.1–81.8	Di	16:45–18:50	VG 1.103	<b>Beschleunigerphysik 3</b>
T 82.1–82.8	Di	16:45–18:45	VG 1.104	<b>Beschleunigerphysik 4</b>
T 83.1–83.9	Mi	16:45–19:05	VG 1.103	<b>Beschleunigerphysik 5</b>
T 84.1–84.9	Mi	16:45–19:00	VG 1.104	<b>Beschleunigerphysik 6</b>
T 85.1–85.9	Do	16:45–19:05	VG 1.103	<b>Beschleunigerphysik 7</b>
T 86.1–86.8	Do	16:45–18:50	VG 1.104	<b>Beschleunigerphysik 8</b>
T 87.1–87.8	Fr	8:30–10:30	VG 1.103	<b>Beschleunigerphysik 9</b>
T 88.1–88.8	Fr	8:30–10:30	VG 1.104	<b>Beschleunigerphysik 10</b>

T 89.1–89.8	Mo	16:45–18:50	ZHG 008	<b>Gammaastronomie 1</b>
T 90.1–90.9	Di	16:45–19:10	ZHG 008	<b>Gammaastronomie 2</b>
T 91.1–91.9	Mi	16:45–19:00	ZHG 008	<b>Gammaastronomie 3</b>
T 92.1–92.9	Do	16:45–19:00	ZHG 008	<b>Gammaastronomie 4</b>
T 93.1–93.8	Fr	8:30–10:30	ZHG 008	<b>Gammaastronomie 5</b>
T 94.1–94.9	Mo	16:45–19:00	ZHG 007	<b>Neutrinoastronomie 1</b>
T 95.1–95.9	Di	16:45–19:00	ZHG 007	<b>Neutrinoastronomie 2</b>
T 96.1–96.8	Mi	16:45–18:45	ZHG 007	<b>Neutrinoastronomie 3</b>
T 97.1–97.9	Do	16:45–19:00	ZHG 007	<b>Neutrinoastronomie 4</b>
T 98.1–98.7	Fr	8:45–10:30	ZHG 007	<b>Neutrinoastronomie 5</b>
T 99.1–99.9	Mo	16:45–19:05	ZHG 006	<b>Kosmische Strahlung 1</b>
T 100.1–100.9	Di	16:45–19:05	ZHG 006	<b>Kosmische Strahlung 2</b>
T 101.1–101.9	Mi	16:45–19:00	ZHG 006	<b>Kosmische Strahlung 3</b>
T 102.1–102.9	Do	16:45–19:00	ZHG 006	<b>Kosmische Strahlung 4</b>
T 103.1–103.9	Do	16:45–19:00	ZHG 005	<b>Kosmische Strahlung 5</b>
T 104.1–104.8	Fr	8:30–10:30	ZHG 006	<b>Kosmische Strahlung 6</b>
T 105.1–105.8	Fr	8:20–10:30	ZHG 005	<b>Kosmische Strahlung 7</b>
T 106.1–106.8	Mo	16:45–18:50	ZHG 102	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 1</b>
T 107.1–107.9	Mo	16:45–19:05	ZHG 103	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 2</b>
T 108.1–108.9	Di	16:45–19:05	ZHG 102	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 3</b>
T 109.1–109.9	Di	16:45–19:05	ZHG 103	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 4</b>
T 110.1–110.10	Mi	16:45–19:20	ZHG 102	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 5</b>
T 111.1–111.7	Mi	16:45–18:40	ZHG 103	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 6</b>
T 112.1–112.9	Do	16:45–19:05	ZHG 102	<b>Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 7</b>
T 113.1–113.9	Mo	16:45–19:00	VG 0.110	<b>Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 1</b>
T 114.1–114.8	Di	16:45–18:50	VG 0.110	<b>Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 2</b>
T 115.1–115.9	Mi	16:45–19:00	VG 0.110	<b>Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 3</b>
T 116.1–116.5	Do	16:45–18:05	VG 0.110	<b>Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 4</b>

## Mitgliederversammlung Fachverband Teilchenphysik

Donnerstag, 19:30, Hörsaal ZHG 008

## T 1: Hauptvorträge 1

Zeit: Montag 14:15–16:15

Raum: ZHG 011

**Hauptvortrag** T 1.1 Mo 14:15 ZHG 011  
**QCD — Neues von der starken Kraft** — ●KLAUS RABBERTZ — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT, Karlsruhe

Zwei Jahre sehr erfolgreicher Datennahme am LHC liefern viele neue Messungen zu Jets und QCD in bisher unerreichten Phasenraumreichen und bereits mit unerwartet hoher Präzision. Nach Ende der Datennahme am Tevatron sind auch hier weitere Ergebnisse mit vervollständigten Datensätzen und verbesserter Systematik zu erwarten. Spannende Vergleiche mit Vorhersagen der Theorie werden so ermöglicht und beispielsweise zu einem besseren Verständnis der Partondichteverteilungen des Protons führen. Die präzisen Messungen u.a. der HERA Experimente dazu werden weiter ergänzt werden können. Die neuen Resultate, über die hier berichtet werden soll, stellen die QCD als Theorie der starken Wechselwirkung mit erhöhter Genauigkeit und in erweiterten Bereichen erneut auf den Prüfstand.

**Hauptvortrag** T 1.2 Mo 14:55 ZHG 011  
**QCD: from benchmark processes to discovery channels** — ●GIULIA ZANDERIGHI — University of Oxford

I review the status of today's theoretical description of Standard Model processes relevant for the analysis of Tevatron and LHC data. I also discuss the tools that are used of these phenomenological studies. I will thereby focus on cross-sections relevant for Higgs searches, both for the description of the signal and of the backgrounds, and on benchmark processes for discoveries. Finally, I will discuss recent ideas to further refine our abilities to perform technically challenging calculations.

**Hauptvortrag** T 1.3 Mo 15:35 ZHG 011  
**Neutrino Experimente** — ●JOSEF JOCHUM — Kepler Center, Universität Tübingen, Deutschland

Neutrinooszillationen sind experimentell fest etabliert. Im letzten Jahr gab es zahlreiche neue Resultate in der Neutrinophysik und auch die kommenden Jahre versprechen interessant zu werden. Deutsche Gruppen sind dabei sehr aktiv in vielen Experimenten vertreten. BOREXINO macht immer präzisere Aussagen zum Spektrum solarer Neutrinos, misst erstmals eindeutig Neutrinos aus der Erde, kann den möglichen Hinweisen auf eine vierte und sterile Neutrinogeneration nachgehen und wird unabhängig von OPERA die Geschwindigkeit der Neutrinos messen können. DOUBLE CHOOZ hat im vergangenen Jahr mit der Datennahme begonnen und erste Ergebnisse publiziert, wobei sich Anzeichen für einen von Null verschiedenen dritten Mischungswinkel zeigen. Ähnliche Ergebnisse gab es zuvor schon von den Neutrinostrahl-Experimenten T2K und MINOS. Im kommenden Jahr wird sich endgültig klären, ob sich diese Anzeichen verdichten und sich damit die Möglichkeit für ein baldiges Programm zur Suche nach CP Verletzung im Neutrino Sektor ergibt. Mit KATRIN zur genauen Vermessung des Betaendpunktes und den Experimenten GERDA und COBRA zur Suche nach dem neutrinolosen doppelten Betazerfall ist die Bestimmung der absoluten Neutrinomasse ein wichtiger Schwerpunkt der Aktivitäten deutscher Gruppen. Mit dem Start der Datennahme von GERDA tritt die Suche nach dem neutrinolosen doppelten Betazerfall und damit die Klärung der Frage ob Neutrinos Majorana- oder Dirac-Teilchen sind im kommenden Jahr in eine neue entscheidenden Phase.

## T 2: Hauptvorträge 2

Zeit: Dienstag 8:30–10:30

Raum: ZHG 011

**Hauptvortrag** T 2.1 Di 8:30 ZHG 011  
**Neues vom Standardmodell: Elektroschwache Präzisionsmessungen an LHC und Tevatron** — ●KRISTIN LOHWASSER — Universität Freiburg

Der elektroschwache Sektor ist einer der am genauesten vermessenen Bereiche des Standardmodells. Mit den während der beiden letzten Jahren aufgezeichneten Daten am LHC sowie mit den Tevatron-Daten wurden wichtige Messungen durchgeführt, die teilweise die bislang erreichte Präzision noch verbessern. Im Zentrum steht dabei die Vermessung der Massen des W-Bosons und des Top-Quarks, die indirekte Information über den Higgs-Sektor liefern und Konsistenztests des Standardmodells erlauben. Darüber hinaus wurden im Bereich der Physik der W- und Z-Bosonen neue Messungen von Eichkopplungen durchgeführt. Die Messung differentieller Wirkungsquerschnitte liefert zudem wichtige Informationen über Partonverteilungen im Proton. Im Vortrag werden die neusten Messungen der LHC- und Tevatron-Experimente vorgestellt.

**Hauptvortrag** T 2.2 Di 9:10 ZHG 011  
**Dem Higgsboson dicht auf der Spur** — ●SANDRA KORTNER — Max-Planck-Institut für Physik, Föhringer Ring 6, 80805 München

Eine der grundlegenden offenen Fragen in der Teilchenphysik bezieht sich auf den Mechanismus der elektroschwachen Symmetriebrechung, die für den Ursprung der Teilchenmassen verantwortlich ist. In diesem

Zusammenhang wird im Standardmodell, wie auch in erweiterten Modellen, die Existenz eines oder mehrerer Higgsteilchen vorhergesagt.

Auf der Suche nach dem Higgsboson des Standardmodells setzen die LEP-Experimente eine untere Grenze von 114.4 GeV auf die unbekannte Masse dieses Teilchens, während höhere Massen durch zwei Hadron-Collider, Tevatron und LHC, auch eingeschränkt sind. Insbesondere die LHC-Experimente engten im letzten Jahr den Freiraum für die Existenz des Higgsteilchens sehr stark ein und lassen nur noch einen kleinen Massenbereich zwischen etwa 115 GeV und 130 GeV offen. Auch die Higgsbosonen in Erweiterungen des Standardmodells werden im weiten Bereich der Modellparameter ausgeschlossen.

In diesem Vortrag werden die neuesten Ergebnisse der Higgsuchen am Tevatron und LHC vorgestellt. Es wird auf die möglichen ersten Hinweise für die Existenz des Higgsbosons eingegangen, wie sie am LHC gemessen wurden.

**Hauptvortrag** T 2.3 Di 9:50 ZHG 011  
**Electroweak symmetry breaking in light of LHC results** — ●JOHN ELLIS — Physics Department, King's College London — Theory Division, CERN

The prospects for various proposed models of electroweak symmetry breaking will be assessed in light of LHC results, and key experimental tests will be discussed. Models discussed will include the Standard Model, its supersymmetric extensions, and composite models with relatively light scalar bosons.

## T 3: Hauptvorträge 3

Zeit: Mittwoch 8:30–10:00

Raum: ZHG 011

**Hauptvortrag** T 3.1 Mi 8:30 ZHG 011  
**Hochenergetische kosmische Strahlung** — ●RALPH ENGEL — Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Das Energiespektrum kosmischer Teilchen, die aus dem Universum kommend die Erde treffen, reicht weit über die gegenwärtig in Beschleunigern erreichbaren Energien hinaus. Die Prozesse der Erzeugung oder Beschleunigung von Teilchen bis zu Energien von  $10^{20}$  eV

sind eines der größten Rätsel der Astroteilchenphysik. Moderne Detektoranlagen wie z.B. das Pierre-Auger-Observatorium erlauben eine genaue Vermessung der gigantischen Kaskaden von Sekundärteilchen, die beim Eindringen dieser hochenergetischen kosmischen Teilchen in die Atmosphäre entstehen. Die Beobachtung dieser Teilchenschauer hat zu überraschenden Erkenntnissen geführt, die unsere Sicht auf das obere Ende des Energiespektrums der kosmischen Strahlung verän-

dert und neue fundamentale Fragen aufgeworfen haben. Anhand der mit dem Pierre-Auger-Observatorium, dem Telescope Array, und dem KASCADE-Grande-Detektorfeld gewonnenen Daten wird eine Übersicht über die in den letzten Jahren gewonnenen Einsichten zum Ursprung und zur Elementzusammensetzung kosmischer Strahlung gegeben. Mögliche Interpretationen der Messungen und offene Fragen werden diskutiert. Ein wichtiger Aspekt wird dabei die Bedeutung unseres Verständnisses hadronischer Vielteilchenerzeugung für die Interpretation der Luftschauerdaten als auch die Möglichkeit der Charakterisierung von hadronischen Wechselwirkungen bis zu Schwerpunktsenergien von 400 TeV sein.

**Hauptvortrag** T 3.2 Mi 9:15 ZHG 011  
**Suche nach Supersymmetrie am LHC** — ●WOLFGANG EHRENFELD — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

Eine vielversprechende Erweiterung des Standardmodells der Teilchenphysik ist Supersymmetrie, die eine Symmetrie zwischen Fermionen und Bosonen einführt. Durch Supersymmetrie können einige Schwächen des Standardmodells behoben werden, falls weitere Annahmen erfüllt sind. Zum Beispiel sollten die Massen der neuen supersymmetrischen Teilchen in der Größenordnung von bis zu einigen TeV liegen und es ein stabiles supersymmetrisches Teilchen geben.

Auf Grund des exzellenten Betriebs des Large Hadron Colliders (LHC) haben die Experimente ATLAS und CMS 2011 Datensätze von 5/fb in Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV aufgezeichnet. Mit diesen Datensätzen können supersymmetrischen Teilchen bis in den TeV-Bereich entdeckt oder ausgeschlossen werden.

In diesem Vortrag werden die neuesten Ergebnisse zur Suche nach Supersymmetrie der Experimente ATLAS und CMS vorgestellt.

## T 4: Hauptvorträge 4

Zeit: Donnerstag 8:30–10:30

Raum: ZHG 011

**Hauptvortrag** T 4.1 Do 8:30 ZHG 011  
**Top-Quark Physik im Umbruch: vom Tevatron zum Large Hadron Collider** — ●MARKUS CRISTINZIANI — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Mit einer Masse von etwa 173 GeV ist das Top-Quark weitaus schwerer als alle anderen bekannten Quarks. Durch seine Entdeckung 1995 am Proton-Antiproton Collider Tevatron bei einer Schwerpunktsenergie von etwa 2 TeV wurde das Gebiet der Top-Quark Physik eröffnet. Nicht zuletzt wegen seiner großen Masse spielt das Top-Quark in der Physik des Standardmodells eine wichtige Rolle, unter Umständen sogar für die elektroschwache Symmetriebrechung, wie einige Modelle behaupten. Ziel ist es, intrinsische Eigenschaften, sowie Kopplungen, Produktion und Zerfälle sehr genau zu vermessen, um mögliche, durch neue Physik bedingte Diskrepanzen mit Standardmodellvorhersagen aufzudecken.

Aufgrund des höheren Wirkungsquerschnitts bei Proton-Proton Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV und der erreichten hohen Luminosität konnte am Large Hadron Collider (LHC) bereits in wenigen Monaten ein Vielfaches der am Tevatron gesammelten Top-Quark Ereignisse aufgezeichnet werden. Die Erkenntnisse sind oft komplementär zu den am Tevatron gewonnenen Resultaten, da der Produktionsmechanismus sich unterscheidet.

Die neuesten Ergebnisse im Bereich der Top-Quark Physik von Tevatron und LHC werden vorgestellt und vergleichend diskutiert.

**Hauptvortrag** T 4.2 Do 9:10 ZHG 011  
**Aktuelle Ergebnisse und Perspektiven der Flavourphysik** — ●ULRICH KERZEL — PH-LBD, Bat 2/1-030, CERN, 1211 Geneve 23, Suisse

Präzisionsmessungen in der Flavourphysik haben den CKM Formalismus als Ursprung der Flavourmischung der Quarks und Verletzung der CP Symmetrie im Standardmodell etabliert und genauestens getestet. Die Flavourphysik spielt eine zentrale Rolle in der Suche nach neuen physikalischen Phänomenen, da n schwere virtuelle Teilchen zu Quantenkorrekturen führen, die in den Präzisionsmessungen nachgewiesen werden können. Der Vortrag gibt eine Uebersicht ueber den aktuellen Stand in der Flavourphysik. Schwerpunkt des Vortrags sind die Ergebnisse des LHCb Experiments.

**Hauptvortrag** T 4.3 Do 9:50 ZHG 011  
**Gammaastronomie** — ●GERNOT MAIER — DESY, Zeuthen, Germany

Teleskope der Gammaastronomie beobachten das Universum im Energiebereich zwischen einigen MeV und PeV. Die hochenergetischen Photonen geben Einblicke in astrophysikalische Beschleuniger, wie sie in der Umgebung von schwarzen Löchern, Supernovae oder Pulsaren zu finden sind. Wie Gammastrahlung in diesen Objekten erzeugt wird und wo Teilchen auf welche Weise beschleunigt werden sind Schlüsselfragen der Astronomie und Astroteilchenphysik. Die Beobachtungen von Photonen in diesem Energiebereich erlauben darüber hinaus neue Einblicke in die Natur der dunklen Materie, Tests zu Theorien der Quantengravitation und zur kosmologischen Geschichte der Sternentstehung.

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der letzten Jahre von boden- und weltraumgestützten Teleskopen sowie einen Ausblick auf das wichtigste Instrument der nächsten Dekade, dem Cherenkov Telescope Array.

## T 5: Hauptvorträge 5

Zeit: Freitag 11:00–13:00

Raum: ZHG 011

**Hauptvortrag** T 5.1 Fr 11:00 ZHG 011  
**Perspectives of Plasma-Wakefield Acceleration** — ●FLORIAN GRÜNER — Universität Hamburg

Plasma Wakefield Acceleration (PWA) attracts great interest from accelerator and applied physics due to their unprecedented ultra-high field gradients on the order of TV/m as well as their intrinsically ultrashort electron bunch lengths of just few femtoseconds. Though still at its beginning, first experimental breakthroughs over the last years added to the emergence of this new field of accelerator physics.

This overview talk aims at the very basics of PWA, with a focus on the open questions to be tackled in the near future. It also covers a tentative summary of ongoing PWA research projects in Germany.

**Hauptvortrag** T 5.2 Fr 11:40 ZHG 011  
**Aufbruch zu neuen Ufern - Anzeichen für Physik jenseits des Standard Modells?** — ●KERSTIN HOEPFNER — RWTH Aachen, III. Phys. Inst. A

Die Suche nach "neuer Physik" war ein Hauptargument fuer den Bau

des LHC Beschleunigers. Wachsende Schwerpunktsenergien waren und sind ein Zugang zu Fortschritten in der experimentellen Teilchenphysik. Eine Vielzahl von Modellen zur Erweiterung des Standard Modells wurden entwickelt, neue Phänomene wie zusätzliche Raumdimensionen vorgeschlagen um offene Fragen der Teilchenphysik zu beantworten. Viele Theorien sagen neue, schwere Teilchen voraus deren Beobachtung bisher nicht möglich war.

Seit 2010 werden am LHC Protonen bei 7 TeV Schwerpunktsenergie zur Kollision gebracht. Wo stehen wir heute, nach zwei erfolgreichen LHC Jahren? Gibt es Anzeichen fuer neue Teilchen, weitere Bosonen oder eine vierte Familie? Sind die uns bekannten Teilchen vielleicht nicht elementar sondern zusammengesetzt? Sehen wir Anzeichen für weitere Dimensionen? Eine Fülle an experimentellen Ergebnissen wurde bereits am LHC gesammelt. Ausgewählte stellt dieser Vortrag vor.

**Hauptvortrag** T 5.3 Fr 12:20 ZHG 011  
**New physics searches at the LHC: theory implications** — ●ANDREAS WEILER — DESY, Hamburg, Deutschland

I will discuss the theoretical implications of the new physics searches

at the LHC. The experimental program has been very successful and we have started to explore crucial regions of parameter space. I will discuss what we have learned so far, which models might be getting

into trouble and what the next frontiers are.

## T 6: Eingeladene Vorträge 1

Zeit: Dienstag 14:00–16:20

Raum: ZHG 011

**Eingeladener Vortrag** T 6.1 Di 14:00 ZHG 011  
**Messungen der Eigenschaften des Top-Quarks mit dem ATLAS-Experiment** — ●KEVIN KRÖNINGER — Universität Göttingen

Das Top-Quark ist das schwerste der bislang bekannten Elementarteilchen. Seit seiner Entdeckung am  $p\bar{p}$ -Beschleuniger Tevatron im Jahr 1995 wurden dessen Eigenschaften, wie etwa Masse, elektrische Ladung und Spin, aber auch Kopplungen im Rahmen der elektromagnetischen, schwachen und starken Wechselwirkungen, mit den Experimenten CDF und DØ zum Teil sehr präzise vermessen. Mit dem Beginn der Datennahme am  $pp$ -Beschleuniger LHC werden solche Messungen auch mit den Experimenten ATLAS und CMS durchgeführt.

In dem Vortrag wird ein Überblick über aktuelle Messungen der Eigenschaften des Top-Quarks gegeben. Im Vordergrund stehen die Messungen mit dem ATLAS-Experiment, wie etwa die der Ladungsasymmetrie in Top-Antitop-Paaren, der Masse des Top-Quarks und dessen Kopplungen. Der zugrundeliegende Datensatz wurde 2011 aufgenommen.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 6.2 Di 14:35 ZHG 011  
**Precision calculations for top-quark pair production at hadron colliders** — ●BENJAMIN PECJAK — Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Top-quark pair production is a benchmark process at hadron colliders such as the Tevatron and LHC. This talk will cover precision QCD calculations of the total and differential pair-production cross sections, with an emphasis on results obtained from soft-gluon resummation.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 6.3 Di 15:10 ZHG 011  
**Boosted Jets in Searches for New Physics** — ●MICHAEL SPANOWSKY — Institute for Particle Physics Phenomenology, Department

of Physics, Durham University, DH1 3LE, United Kingdom

Jets are collimated sprays of hadrons. They are the most complex and least understood, but also the most frequently observed objects at the LHC.

Almost all theoretical extensions of the standard model predict heavy TeV scale resonances which, to explain electroweak symmetry breaking, have to couple to electroweak scale resonances, e.g. top quarks or electroweak gauge bosons. Therefore, boosted electroweak-scale resonances with large branching ratios into jets is a highly probable and enthusiastic scenario in many processes probing new physics. The resonances' collimated hadronic decay products can easily blend with the cornucopia of jets from hard relative light QCD states. Here, jet substructure methods can help to disentangle the sought-after signal from the backgrounds.

In this talk we classify, motivate and discuss scenarios where jet substructure methods can be beneficial for new physics searches at the LHC.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 6.4 Di 15:45 ZHG 011  
**The OPERA Neutrino Velocity Measurement** — ●BJÖRN WONSACK — Universität Hamburg

OPERA is a long-baseline neutrino oscillation experiment designed to find tau neutrinos appearing in a pure muon neutrino beam. Recently, a measurement of the flight time of the neutrinos between the CNGS at CERN and the OPERA detector at the LNGS has been performed. It was found that the neutrinos arrive at the detector significantly earlier in time than expected if travelling at the speed of light. In this talk, the main aspects of this measurement will be presented, including timing and geodesy issues and the analysis procedure. An update concerning results with a fine structured time distribution of the beam is given, as well as latest information on some additional cross checks.

### Diskussion

## T 7: Eingeladene Vorträge 2

Zeit: Dienstag 14:00–16:20

Raum: ZHG 010

**Eingeladener Vortrag** T 7.1 Di 14:00 ZHG 010  
**Kalorimeter-Upgrades für den HL-LHC** — ●ARNO STRAESSNER — Institut für Kern- und Teilchenphysik, TU Dresden, 01062 Dresden

In den zukünftigen Ausbaustufen des Large Hadron Collider (HL-LHC) sind Luminositäten von  $(3 - 7) \times 10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  geplant, welche um einen Faktor 3 - 7 gegenüber der LHC-Designluminosität gesteigert sind. Mit einer Gesamtdatenmenge von etwa  $3000 \text{fb}^{-1}$  wird es möglich sein, Parameter von bis dahin entdeckter Neuer Physik zu vermessen und die Sensitivität für besonders seltene Physikprozesse zu erhöhen.

Die Bedingungen des HL-LHC stellt die Kalorimeter von ATLAS und CMS vor besondere Herausforderungen aufgrund der höheren Strahlungsbelastung, der hohen Zahl sich überlagernder Proton-Proton-Kollisionen und der praktisch verdoppelten Betriebszeit. Daher ist in den Jahren 2017/18 und 2021/22 ein Ausbau der Detektoren und der Detektorauslese vorgesehen, welche insbesondere auch die Kalorimeter-basierten Ereignis-Trigger verbessern sollen. Der Vortrag wird die Motivation und die Pläne für die Upgrades der ATLAS- und CMS-Kalorimeter vorstellen. Weiterhin werden die Ergebnisse aktueller Entwicklungen zur Verbesserung der Kalorimeter und der Auslese-Elektronik präsentiert.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 7.2 Di 14:35 ZHG 010

**Weakly Interacting Slim Particles (WISPs)** — ●JAVIER REDONDO — Max-Planck-Institut für Physik, Munich

Extensions of the standard model of particle physics predict and/or accommodate new very weakly interacting slim particles (WISPs), such as axions, axion-like particles, hidden sector photons, mini-charged particles, etc. In this talk I review the theoretical frameworks in which some of the most interesting candidates appear and comment on their phenomenological implications. Despite being quite light, WISPs can provide all the dark matter of the universe and/or account for dark radiation, which seems to be favored by cosmological data. WISPs could also be behind some intriguing astrophysical anomalies such as the high transparency of the universe for gamma-rays or the fast cooling of white dwarfs. Finally I will describe the challenges and opportunities for discovering these particles in laboratory experiments such as light-shining-through-walls, solar WISP telescopes, and resonant cavities searching for WISPy dark matter. Currently, a new generation of experiments is under development that will push this low-energy-frontier much beyond existing limits. Thus, exciting times for WISP physics are ahead.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 7.3 Di 15:10 ZHG 010  
**CP-Verletzung im Charm-System** — ●MARCO GERSABECK —

CERN, Genf, Schweiz

Das Phänomen der CP-Verletzung beschreibt den Unterschied von Materie- und Antimaterieprozessen, wobei CP-Verletzung in Zerfallsraten (direkte) von der in Mesonmischung und der Interferenz der beiden (indirekte) unterschieden wird. Bisher ist CP-Verletzung ausschließlich in K- und B-Mesonen nachgewiesen. Charm-Mesonen sind das einzige System, in dem Suchen nach CP-Verletzung im Up-Quark Sektor möglich sind. Das Standardmodell sagt sehr geringe CP-Verletzung im Charm-System vorher, während verschiedene Erweiterungen des Standardmodells wesentliche Verstärkung der CP-Verletzung vorhersagen.

Das LHCb Experiment am CERN ist die derzeit größte Charm-Fabrik. Basiert auf Daten von 2010 wurden der Mischungsparameter  $y_{CP}$  und der Parameter für indirekte CP-Verletzung  $A_{\Gamma}$  gemessen. Die Resultate sind konsistent mit den bisherigen Weltmittelwerten, ohne Evidenz für indirekte CP-Verletzung zu zeigen. Im Vortrag werden die neuesten Resultate von Mischungs- und CP-Verletzungsmessungen diskutiert.

Mit Daten der ersten Hälfte des Jahres 2011 wurde die Differenz der zeitintegrierten CP-Verletzung in den Zerfallskanälen  $D^0 \rightarrow K^+K^-$  und  $D^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ ,  $\Delta_{ACP}$ , gemessen. Diese Messung ist hauptsächlich sensitiv auf direkte CP-Verletzung. Das Resultat,  $\Delta_{ACP} = (-8.2 \pm 2.1_{stat} \pm 1.1_{syst}) \times 10^{-3}$ , ist, mit einer Signifikanz von  $3.5\sigma$ , die erste

Evidenz für CP-Verletzung im Charm-Sektor.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 7.4 Di 15:45 ZHG 010  
**Towards a global analysis of  $b \rightarrow s\gamma$  and  $b \rightarrow sl^+\ell^-$  decays**  
 — ●CHRISTOPH BOBETH — Excellence Cluster Universe, Technische Universität München, München, Germany

Flavour changing neutral current decays mediated by  $b \rightarrow s\gamma$  and  $b \rightarrow sl^+\ell^-$  are indirect probes of new physics at or beyond the electroweak scale. They have been under investigation at the B-factories and the Tevatron during the last decade and are investigated currently at the LHC. Especially LHCb is expected to provide unprecedented accuracy and the measurement of new observables for the first time until the end of this year (2012). The theoretical predictions of inclusive and exclusive decays have also been refined allowing the first global analysis of these decays. In particular the angular distribution of  $B \rightarrow K^*(\rightarrow K\pi)\ell^+\ell^-$  offers observables with reduced hadronic uncertainties whose potential role in a global analysis is studied. First results of model-independent fits are discussed.

### Diskussion

## T 8: Eingeladene Vorträge 3

Zeit: Donnerstag 14:00–16:20

Raum: ZHG 011

**Eingeladener Vortrag** T 8.1 Do 14:00 ZHG 011  
**Baryon asymmetry of the Universe: a non-equilibrium QFT approach**  
 — ●ALEXANDER KARTAVTSEV — MPIK, Heidelberg

Today the observed universe almost entirely consists of matter, i.e. is baryonically asymmetric. A very attractive explanation of the observed asymmetry is provided by the baryogenesis via leptogenesis scenario. According to this scenario the excess of matter over antimatter has been generated by the CP-violating decay of heavy Majorana neutrinos.

CP-violation is an inherently quantum phenomenon. In the hot and expanding early Universe this as well as other quantum phenomena affecting the asymmetry generation can be studied using methods of non-equilibrium quantum field theory.

Applying these methods to the Standard Model supplemented by three right-handed neutrinos we find that the medium effects enhance the CP-violating parameter and, to a lesser extent, the total decay width. The medium effects also modify the scattering rates.

From theoretical and phenomenological point of view particularly interesting is the regime of resonant leptogenesis. It is realized for quasidegenerate mass spectrum of the Majorana neutrinos. In this regime we find considerable deviations from results of the canonical analysis. In the maximal resonant regime the usual Boltzmann picture breaks down and the oscillation effects start to play an important role.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 8.2 Do 14:35 ZHG 011  
**CMS results of SUSY searches with leptons in the final state**  
 — ●MARTIN NIEGEL — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT, Karlsruhe

Supersymmetry (SUSY) is a favored candidate for physics beyond the Standard Model (SM), since it not only allows for gauge coupling unification with SUSY particles in the TeV range, but it also provides a candidate for the elusive dark matter in the form of the lightest neutralino. At the Large Hadron Collider, the CMS Collaboration searches for the production of SUSY particles in proton-proton collisions at a center-of-mass energy of 7 TeV. Many SUSY scenarios, including the Constrained Minimal Supersymmetric extension of the Standard Model (CMSSM), predict a substantial amount of SUSY events containing isolated leptons, while Standard Model background events are strongly reduced by requiring isolated leptons in the final state. This presentation gives an overview about recent results of the searches for Supersymmetry with leptons in the final state based on data collected in 2011 with the CMS detector.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 8.3 Do 15:10 ZHG 011  
**Precision event generation for the LHC**  
 — ●STEFAN HÖCHE — SLAC National Accelerator Laboratory, Menlo Park, USA

In order to maximize the discovery potential of the Large Hadron Collider, precise predictions are needed for a multitude of Standard Model reactions. Signals for new physics may be hidden in overwhelming backgrounds, which have to be controlled in order to find anomalies withstanding detailed scrutiny.

Tremendous progress was made in recent years to improve the theoretical description of these backgrounds using next-to-leading order (NLO) QCD. This talk reviews some of the essential aspects of modern multi-jet NLO calculations and presents results in comparison to recent LHC data.

The need for theoretical predictions at the particle level has spurred the development of so-called matching algorithms, which connect NLO parton-level results and parton showers as part of general-purpose Monte-Carlo event generators. The theoretical challenges of these methods for large jet multiplicity are discussed with particular emphasis on the correct treatment of subleading colour and soft gluon effects.

### Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 8.4 Do 15:45 ZHG 011  
**Das Upgrade des CMS Silizium-Trackers für den HL-LHC**  
 — ●ANDREAS MUSSGILLER — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Der innere Spurdetektor des CMS-Experiments am LHC ist für eine Luminosität von bis zu  $10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  ausgelegt. Mit der Erweiterung auf den HL-LHC, den High Luminosity-LHC, die für die Zeit nach 2020 geplant ist, ist ebenfalls eine Anpassung und Erweiterung des CMS Trackers nötig. Um die gesteigerte Teilchendichte zu bewältigen, soll die Granularität des Detektor deutlich erhöht und dennoch die Menge an passivem Material verringert werden. Die zu erwartende Strahlenbelastung erfordert auch den Einsatz von strahlenhärteren Sensoren und deren Kühlung auf unter  $-10^\circ\text{C}$ . Darüber hinaus ist geplant, Spurinformatoren des Trackers bereits im Level-1 Trigger von CMS zu verwenden. Hierfür wird jedes Detektor-Modul in der Lage sein, lokal den Transversalimpuls eines Teilchens zu bestimmen. Die laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für das künftige Detektormodul beinhalten neben dem eigentlichen Design und den dazugehörigen thermischen und thermo-mechanischen Finite-Element-Modellierungen auch die Charakterisierung von Teststrukturen und neuartigen Materialien für z.B. das Wärmemanagement.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die zahlreichen Tracker Upgrade Aktivitäten und einen detaillierten Einblick in die Entwicklung des Detektormoduls für den zukünftigen Spurdetektor von CMS.

Diskussion

T 9: Eingeladene Vorträge 4

Zeit: Donnerstag 14:00–16:20

Raum: ZHG 010

**Eingeladener Vortrag** T 9.1 Do 14:00 ZHG 010  
**Beam Halo Cleaning and Machine Protection in the LHC** —  
 •DANIEL WOLLMANN — CERN, Geneva, Switzerland

In 2011 the LHC reached with  $\sim 120$  MJ one third of its design stored energy per beam (360 MJ) at half of its design particle momentum (3.5 TeV, nominal: 7 TeV) and two third of its nominal beam intensity ( $\sim 2.2 \times 10^{14}$  p, nominal:  $\sim 3.2 \times 10^{14}$  p). The magnetic fields created by more than 1200 superconducting main bending magnets keep these high intensity beams on their trajectory. To safely operate the LHC the coaction of several sophisticated protection systems is needed. One of these is the LHC collimation system. Unavoidable losses of small fractions of the beam must be intercepted by collimators before they cause the superconducting magnets to quench. In addition collimators provide passive protection against damage in magnets or other sensitive parts of the machine due to (fast) losses of major parts of the beam in case of a failure, e.g. in the magnet or the beam injection/extraction systems of the LHC.

In this presentation the performance of the LHC collimation system during the first two years of LHC operation is reviewed and planned upgrades are discussed. Furthermore the LHC's current limitation in particle momentum is addressed and mitigation strategies are presented. Finally an overview of the coming years of LHC operation and upgrade works is given.

Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 9.2 Do 14:35 ZHG 010  
**Gitter-QCD: eine algorithmische Herausforderung** — •BJÖRN LEDER — Bergische Universität, Gaußstraße 20, 42097 Wuppertal, Germany

Gitter-QCD ist heute in der Lage, Massen und Matrixelemente mit einer Unsicherheit von einigen Prozent zu berechnen. Fast genau vor 10 Jahren stand die Gitter-QCD vor einer unüberwindbar scheinenden Mauer. Kein aktueller oder zukünftiger Computer schien in der Lage, in absehbarer Zeit die genannten Berechnungen durchzuführen. Den entscheidenden Durchbruch brachten folgerichtig nicht schnellere Computer, sondern bessere und effizientere Algorithmen.

Nach einem kurzen Überblick über die algorithmischen Fortschritte der letzten 10 Jahre werde ich die aktuellen Herausforderungen für Berechnungen in der Gitter-QCD skizzieren. Um systematische Unsicherheiten weiter einzuschränken, waren und sind algorithmische Weiterentwicklungen unabdingbar. Welcher der vorzustellenden Ansätze die aktuellen Herausforderungen überwinden hilft, wird die Zukunft zeigen.

Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 9.3 Do 15:10 ZHG 010  
**Radiodetektion kosmischer Strahlung** — •JULIAN RAUTENBERG — Bergische Universität Wuppertal

Der Ursprung der kosmischen Strahlung bei den höchsten Energien ist

ein offenes Rätsel. Hinweise durch die genaue Form des Spektrums oberhalb  $10^{19.5}$  eV sowie die Komposition sind derzeit selbst mit Hilfe des größten Luftschauerdetektors, dem Pierre Auger Observatorium, nur mit sehr langen Messzeiten erreichbar. Radiodetektion von Luftschauern könnte das Potential bieten, die Fragen der höchst energetischen kosmischen Strahlung zu beantworten. Die Theorie der Radioemission sieht verschiedene Emissionsprozesse vor. Dominant ist der bisher nachgewiesene Anteil, der sich aus der Ladungsverschiebung durch das Erdmagnetfeld ergibt. Erste Hinweise gibt es zudem zur Emission durch die Änderung des Ladungsüberschusses in der Schauerfront (Askaryan). Der Schlüssel zur Identifizierung des Emissionsprozesses liegt hierbei in den Polarisationsseigenschaften. Das LOPES Experiment konnte Radiosignale im MHz Bereich erstmals für nachgewiesene Luftschauer bei Energien um  $10^{17}$  eV messen. Dabei konnte erstmalig die interferometrische Rekonstruktion von Luftschauern angewendet werden. Mit dem Auger Engineering Radio Array soll die Radiodetektionstechnik für Energien oberhalb  $10^{18}$  eV eingesetzt werden. Dabei konnten erste Erfolge in der selbstgetriggerten, d.h. unabhängig von anderen Luftschauerdetektoren ausgelösten, Datennahme realisiert werden. Ziel bleibt die Klärung des Emissionsmechanismus der Radiostrahlung im Luftschauer sowie die Energie- und Kompositionssensitivität.

Diskussion

**Eingeladener Vortrag** T 9.4 Do 15:45 ZHG 010  
**Higgs-Suchen in  $\tau$ -Endzuständen am LHC** — •JÜRGEN KROSEBERG — Physikalisches Institut der Universität Bonn

Bei der Suche nach dem Higgs-Boson im Rahmen des Standardmodells der Teilchenphysik spielt der Zerfall  $H \rightarrow \tau^+\tau^-$  eine wichtige Rolle, insbesondere in dem von den experimentellen Daten inzwischen recht zuverlässig eingegrenzten Bereich leichter Higgs-Massen nahe der LEP-Ausschlussgrenze von 114 GeV. Auch für supersymmetrische Erweiterungen des Standardmodells ist die Untersuchung von  $\tau$ -Endzuständen ein unverzichtbarer Teil der Suche nach neutralen und geladenen Higgs-Bosonen. Eine notwendige Voraussetzung für dieses anspruchsvolle experimentelle Programm sind sorgfältige Studien der Zerfälle von Vektorbosonen in  $\tau$ -Leptonen, die einerseits eine hinreichende Kontrolle der Rekonstruktion und Identifikation hadronischer  $\tau$ -Zerfälle ermöglichen und andererseits wichtige Untergrundprozesse für die Higgs-Suche darstellen.

Der Vortrag gibt einen Überblick zum Stand der Higgs-Suchen in  $\tau$ -Endzuständen am LHC. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf neuen Resultaten zum Standardmodell-Higgs. Während erste Ergebnisse auf inklusiven Analysen von  $\tau^+\tau^-$ -Paaren basierten, werden nun auch zusätzliche hadronische Jets in die Analyse einbezogen, was die Sensitivität deutlich erhöht. Ausgewählte experimentelle Methoden werden erläutert, insbesondere zur Bestimmung relevanter Untergrundbeiträge, und die resultierenden Ausschlussgrenzen werden diskutiert.

Diskussion

T 10: Elektroschwache Physik (Theorie)

Convenor: Barbara Jäger

Zeit: Montag 16:45–18:30

Raum: VG 3.103

T 10.1 Mo 16:45 VG 3.103  
 **$W\gamma$  production at the LHC at NLO** — STEFAN DITTMAYER and •MARKUS HECHT — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

We present a full calculation for  $W\gamma$  production at the LHC with a leptonically decaying W boson at NLO QCD. In order to separate hard photons from jets, we use a quark-to-photon fragmentation function à la Glover and Morgan which treats photons and partons demo-

cratically in collinear configurations. We provide numerical results for the total cross section and several distributions which show that the QCD corrections have a big impact on the leading-order cross section and distributions. These huge corrections originate from gluon-induced contributions that only appear at next-to-leading order. Given that the QCD corrections are very large, they are also important in studies of anomalous couplings between photons and W bosons. Finally, we compare our results obtained with MCFM, which makes use of the fragmentation function by Glover and Morgan as well since recently.

T 10.2 Mo 17:00 VG 3.103

**NLO-QCD corrections to  $WZ$  and  $W\gamma$ -production** — ●JOHANNES BELLM — TP, KIT-Karlsruhe

The SM-processes  $q\bar{q} \rightarrow WZ$  and  $q\bar{q} \rightarrow W\gamma$  are sensitive to anomalies in triple gauge boson couplings. Measuring them can provide hints of BSM-physics or give evidence that the SM is a gauge theory with minimal couplings. Since both processes have large K-factors, the calculation of at least NLO corrections are necessary. They were implemented in VBFNLO with full leptonic decays and full finite width effects. In the talk I will discuss some possible observables to measure the anomalous triple gauge boson couplings, with and without a jet veto, and compare estimates of their theoretical uncertainties.

T 10.3 Mo 17:15 VG 3.103

**Gauge Boson Pair Production at the Large Hadron Collider** — ●ANASTASIA BIERWEILER<sup>1</sup>, TOBIAS KASPRZIK<sup>1</sup>, JOHANN KÜHN<sup>1</sup>, and SANDRO UCCIRATI<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruhe Institute of Technology, Institut für Theoretische Teilchenphysik, Karlsruhe — <sup>2</sup>Universität Würzburg, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Würzburg

Gauge boson pair production is of great phenomenological importance at the Large Hadron Collider. These processes not only constitute an important irreducible background to Higgs and New Physics searches; since the leptonic decay products can be reconstructed well due to their clean signature, pair production of weak bosons moreover provides an excellent opportunity to probe the non-abelian structure of the Standard Model at high energy scales and may give hints to the existence of anomalous trilinear and quartic couplings, which are predicted to have sizable effects at high energies. We present the calculation of the full next-to-leading-order electroweak corrections to  $W$  pair production and find good agreement with former results obtained in the Sudakov approximation for sufficiently large transverse momenta.

T 10.4 Mo 17:30 VG 3.103

**Weak boson production via vector-boson fusion @ NLO matched with POWHEG** — CARLO OLEARI<sup>1</sup>, ●FRANZISKA SCHISSLER<sup>2</sup>, and DIETER ZEPPENFELD<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universita' di Milano-Bicocca, Dipartimento di Fisica "G. Occhialini" — <sup>2</sup>KIT, Institut für Theoretische Physik

The production of weak vector-bosons in association with two jets is an important background to Higgs-boson searches in vector-boson fusion (VBF) at the LHC. In order to make reliable predictions, the combination of fixed-order NLO-calculations and parton-showers is indispensable. We present the implementation of the weak boson production via VBF in the POWHEG-Box. This is a first step to interface VBFNLO, a fully flexible Monte Carlo program, with the POWHEG-Box.

T 10.5 Mo 17:45 VG 3.103

**Top-Quark-induzierte Higgs-Strahlung** — OLIVER BREIN<sup>1</sup>, ROBERT HARLANDER<sup>2</sup>, MARIUS WIESEMANN<sup>2</sup> und ●TOM ZIRKE<sup>2</sup> —

<sup>1</sup>Albert-Ludwigs-Universität Freiburg — <sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal

In diesem Vortrag werden bisher unbekannte QCD-Korrekturen zum Wirkungsquerschnitt der Produktion eines Higgs-Bosons in Verbindung mit einem schwachen Eichboson an Hadronenbeschleunigern vorgestellt. Dieser Higgs-Strahlung genannte Prozess  $pp \rightarrow VH$  mit  $V \in \{W^\pm, Z\}$  ist im Bereich kleiner Higgs-Massen interessant, wo der schwierig vom Untergrund zu trennende Zerfall  $H \rightarrow b\bar{b}$  dominiert.

Bis einschließlich nächst-führender Ordnung in  $\alpha_S$  (NLO) lässt sich der Higgs-Strahlungs-Prozess verstehen als Drell-Yan-Produktion eines virtuellen Vektorbosons, welches ein Higgs-Boson abstrahlt, d.h.  $pp \rightarrow V^* \rightarrow VH$ . Ab NNLO treten jedoch andersartige Korrekturen auf: Wegen der großen Kopplung an das top-Quark müssen auch Diagramme betrachtet werden, bei denen das Higgs-Boson von einer virtuellen top-Quark-Schleife abgestrahlt wird. Dies wurde bislang nur für den Subprozess  $g\bar{g} \rightarrow ZH$  berücksichtigt.

Aber auch zu anderen Subprozessen — wie etwa  $q\bar{q} \rightarrow VH$  — existieren Diagramme mit Higgs-Strahlung von virtuellen top-Quarks. Hierbei treten teilweise Zwei-Schleifen-Diagramme mit fünf Skalen auf, deren Berechnung extrem schwierig ist. Um den Einfluss dieser Diagramme abzuschätzen, kann man den Limes eines unendlich schweren top-Quarks verwenden. Dadurch zerfallen diese Diagramme in einfachere Unterdiagramme, deren analytische Berechnung möglich ist.

T 10.6 Mo 18:00 VG 3.103

**QED-Korrekturen zur Topquarkpaarproduktion** — ●KARINA BZHEUMIKHOVA<sup>1</sup>, RALF SATTLER<sup>2</sup> und PETER UWER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin — <sup>2</sup>HU Berlin / DESY Zeuthen

Gegenwärtig wird am Tevatron und am LHC die Topquarkpaarproduktion mit großer Genauigkeit vermessen. Bereits jetzt liegen die experimentellen Unsicherheiten für den gemessenen Wirkungsquerschnitt unterhalb von 10%. Um dieser Genauigkeit in den theoretischen Analysen Rechnung zu tragen, müssen auch kleine Effekte berücksichtigt werden. Im Vortrag wird eine Reanalyse der QED Korrekturen zum  $t\bar{t}$  Wirkungsquerschnitt, die erstmalig von Hollik und Kollar berechnet wurden, vorgestellt.

T 10.7 Mo 18:15 VG 3.103

**Renormalization Group Equations of the Gauge Couplings in the Standard Model at Three-Loop Order** — LUMINITA MIHAILA, ●JENS SALOMON, and MATTHIAS STEINHAUSER — Institut für Theoretische Teilchenphysik, Karlsruhe, Deutschland

We present the renormalization group equations of the gauge couplings in the Standard Model at three-loop order in the  $\overline{\text{MS}}$  scheme. We take into account all contributions involving the Standard Model gauge couplings, the top-, bottom- and tau-Yukawa couplings and the Higgs self-coupling. We discuss our regularization prescription of the  $\gamma_5$ -matrix along with other details of the calculation.

## T 11: QCD (Theorie) 1

Convenor: Steffen Schumann

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: VG 3.103

T 11.1 Di 16:45 VG 3.103

**Nächstführende QCD Korrekturen zu Higgs-Signaturen in der Topquarkpaarproduktion am LHC** — WERNER BERNREUTHER<sup>1</sup>, ●PETER GALLER<sup>2</sup>, OLIVER KALESKE<sup>1</sup> und PETER UWER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Teilchenphysik und Kosmologie, RWTH Aachen, D - 52056 Aachen, Germany — <sup>2</sup>Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstrasse 15, D-12489 Berlin, Germany

Spin-Observablen können verwendet werden, um Signaturen einer schweren Spin-Null (Higgs) Resonanz, die in Topquark-Paare zerfällt, detaillierter zu untersuchen. Theoretische Analysen wurden bisher nur in führender Ordnung der starken Wechselwirkung durchgeführt. Unter Verwendung eines effektiven Vertex für die Higgs-Gluon-Gluon Kopplung sollen nun auch nächstführende QCD Effekte berücksichtigt und deren Auswirkung auf spinabhängige Observablen untersucht werden.

T 11.2 Di 17:00 VG 3.103

**Top Tagging** — ●FELIX KLING<sup>1</sup>, TILMAN PLEHN<sup>1</sup>, MICHISHI TAKEUCHI<sup>1</sup>, MICHAEL SPANNOVSKY<sup>2</sup>, and DIRK ZERWAS<sup>3</sup> —

<sup>1</sup>Institut für Theoretische Physik, Universität Heidelberg, Germany — <sup>2</sup>Institute for Particle Physics Phenomenology, Department of Physics, Durham University, United Kingdom — <sup>3</sup>LAL, IN2P3/CNRS, Orsay, France

Searches for new physics in the top sector can shed additional light on the structure of the Standard Model at and above the weak scale. Many extensions of the Standard Model predict top partners or heavy resonances decaying to boosted top quarks. The HEPTopTagger identifies top quarks inside large and massive jets. Similarly, we can approximately reconstruct leptonically decaying boosted tops. We show recent results from performance studies and new applications of such boosted top searches.

T 11.3 Di 17:15 VG 3.103

**Electroweak gauge-boson production at small transverse momentum** — ●DANIEL WILHELM — Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Using soft-collinear effective theory (SCET), one can factorize the cross section for electroweak gauge-boson production at hadron colliders and

resum large logarithms to all orders. The naive factorization is broken by a collinear anomaly (CA), which leads to infrared safety at vanishing transverse momentum.

T 11.4 Di 17:30 VG 3.103

**Jets in LHC Searches** — CHRISTOPH ENGLERT<sup>1,2</sup>, ERIK GERWICK<sup>3,4</sup>, TILMAN PLEHN<sup>1</sup>, ●PETER SCHICHEL<sup>1</sup>, and STEFFEN SCHUMANN<sup>1,3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Physik, Universität Heidelberg, Germany — <sup>2</sup>Institute for Particle Physics Phenomenology, Department of Physics, Durham University, United Kingdom — <sup>3</sup>II. Physikalisches Institut, Universität Göttingen, Germany — <sup>4</sup>SUPA, School of Physics & Astronomy, The University of Edinburgh, Scotland

Jets with missing energy is a striking signature for new physics at the LHC. It confronts us with large Standard Model backgrounds like Z/W+jets and QCD jet. We can describe these backgrounds in terms of staircase scaling of the exclusive number of jets. The theoretical errors for this scaling are well under control. We can furthermore test staircase scaling and its relation to Poisson scaling in photon plus jets production. In inclusive new physics analyses the effective mass yields complementary information. We use a log-likelihood analysis for SUSY benchmark points to show the power of our approach.

T 11.5 Di 17:45 VG 3.103

**Origins of Jet scaling and applications to new physics** — ●ERIK GERWICK — Physikalisches Institut II., Göttingen, DE

Multi-jet final states are ubiquitous at the LHC and understanding these rates precisely is crucial in searches for new physics. We present recent work extrapolating jet rates through universal jet scaling patterns and reveal the underlying mechanism by which QCD produces such patterns. Finally, we list some of the specific applications to ongoing LHC experiments.

T 11.6 Di 18:00 VG 3.103

**An Analytic Initial State Parton Shower** — WOLFGANG KILIAN<sup>2</sup>, JÜRGEN REUTER<sup>1</sup>, and ●SEBASTIAN SCHMIDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY, Standort Hamburg — <sup>2</sup>Universität Siegen

We present an algorithm for a refined version of a final-state parton shower and a completely new one for an initial-state shower. These showers allow to reweight shower histories, as the complete weights for the showered events are explicitly known. We compare these algorithms using an implementation in the event generator WHIZARD to results from existing showers as well as data from the LEP, Tevatron and LHC colliders.

T 11.7 Di 18:15 VG 3.103

**Colour Reconnection in Herwig++** — ●CHRISTIAN RÖHR<sup>1</sup>, STEFAN GIESEKE<sup>1</sup>, and ANDRZEJ SIODMOK<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruhe Institut of Technology, Karlsruhe, Germany — <sup>2</sup>The University of Manchester, Manchester, United Kingdom

As the LHC's quick step-up in luminosity necessarily comes with increasing pile-up activity accompanying every event of interest, the Monte Carlo event generators have to come up with proper models of soft inclusive hadron collisions. Moreover, an irreducible background of hadronic activity, the underlying event, is adherent to the single hard hadron collisions themselves.

We report on colour reconnection in Herwig++, which provides improvements in these two fields of current research.

T 11.8 Di 18:30 VG 3.103

**Correlations in Multi-Parton Interactions** — ●TOMAS KASEMETS and MARKUS DIEHL — DESY, Hamburg, Germany

Many interesting effects of multi-parton interactions are present already in double parton scattering. The two hard scatterings are correlated via double parton densities. We examine the double Drell-Yan process and the impact of the correlations on the differential cross section. One interesting result is that the spin of the interacting quarks correlate the decay planes of the two vector bosons.

T 11.9 Di 18:45 VG 3.103

**Ein Programm zur Berechnung von Single-Top-Quark Wirkungsquerschnitten in hadronischen Kollisionen** — ●PATRICK RIECK — Humboldt-Universität zu Berlin

Die Produktion einzelner Top-Quarks in elektroschwachen Prozessen bietet einzigartige Möglichkeiten für Tests des Standardmodells der Elementarteilchen und seiner möglichen Erweiterungen. Insbesondere die *pp*-Kollisionen am LHC liefern hohe Ereignisraten für die Single-Top-Produktion. Es wird ein Programm vorgestellt, das die Berechnung des totalen Wirkungsquerschnitts für diese Prozesse ermöglicht. Aufbauend auf entsprechender Software zur Berechnung der Top-Antitop-Quark-Paarproduktion (HATHOR), wurden aktuelle Berechnungen zur Single-Top-Produktion implementiert. Um einen aussagekräftigen Vergleich experimenteller Daten mit diesen Berechnungen zu gewährleisten, bietet das Programm ein hohes Maß an Flexibilität, beispielsweise hinsichtlich der verwendeten Faktorisierungs- und Renormierungsskala, der Parton-Dichte-Funktionen und der Top-Quark-Masse.

## T 12: QCD (Theorie) 2

Convenor: Steffen Schumann

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: VG 3.103

T 12.1 Mi 16:45 VG 3.103

**Dipole-Subtraction Terms for QCD Amplitudes with Monte Carlo Helicities** — ●CHRISTOPHER SCHWAN — Institut für Physik (THEP), Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany

We show how to substitute polarization vectors and spinors having discrete helicities for ones with continuous helicity angles which are suitable for numerical QCD computations. Using these polarizations one can avoid the time-consuming summation over all  $2^n$  helicity configurations in QCD observables. To extend this method to NLO, one needs modified subtraction terms which are discussed in this talk.

T 12.2 Mi 17:00 VG 3.103

**An alternative subtraction scheme for NLO calculations** — ●TANIA ROBENS<sup>1</sup> and CHENG HAN CHUNG<sup>2</sup> — <sup>1</sup>IKTP, TU Dresden — <sup>2</sup>RWTH Aachen University

We present a new subtraction scheme for next-to-leading order QCD calculations, where the momentum mapping and the splitting functions have been derived in the context of an improved parton shower formulation. A main advantage of our scheme is the significantly reduced number of momentum mappings in the subtraction terms compared to standard schemes. We discuss the general setup as well as examples for several processes.

T 12.3 Mi 17:15 VG 3.103

**HELAC-Dipoles with Nagy-Soper subtraction scheme** — GIUSEPPE BEVILACQUA, MICHAŁ CZAKON, MICHAEL KRÄMER, and ●MICHAEL KUBOCZ — Institut für Theoretische Teilchenphysik und Kosmologie, RWTH Aachen

We present results of our implementation of the new NLO subtraction formalism based on Nagy-Soper parton showers within the framework of HELAC.

T 12.4 Mi 17:30 VG 3.103

**Numerical Evaluation of one-loop QCD amplitudes** — SIMON BADGER<sup>2</sup>, ●BENEDIKT BIEDERMANN<sup>1</sup>, and PETER UWER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin, — <sup>2</sup>The Niels Bohr Institute, Copenhagen, Denmark

We present the publicly available program NGLuon allowing the numerical evaluation of one-loop primitive amplitudes in massless QCD. So far, the program was restricted to the pure gluonic case with an arbitrary number of external legs. The focus of this talk is the extension to one-loop amplitudes including an arbitrary number of massless quark pairs. We discuss in detail the algorithmic differences to the pure gluonic case and present cross checks to validate our implementation. The numerical accuracy is investigated in detail and first phenomenological studies are shown.

T 12.5 Mi 17:45 VG 3.103

**Numerical QCD methods at NLO** — ●DANIEL GÖTZ — Institut für Physik (THEP), Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany

In this talk, a numerical method for the computation of QCD corrections at next-to-leading order accuracy is presented. The algorithm employs the dipole subtraction method for the real contribution; for the virtual contribution, appropriate approximations of the soft, collinear and ultraviolet singularities are subtracted from the one-loop integrand in order to render it finite. To avoid singularities from configurations where a loop momentum goes on-shell, a suitable method for deforming the integration contour is included. The algorithm is formulated at the level of amplitudes, which are computed using color decomposition and recursion relations. In this talk, results for jet rates in electron-positron annihilation up to seven jets are presented; the results for six and seven jets are new.

T 12.6 Mi 18:00 VG 3.103

**Automation of one-loop calculations** — ●NICOLAS GREINER — Max-Planck-Institut fuer Physik

In this talk I discuss the automation of one-loop calculations in QCD within the GoSam framework.

T 12.7 Mi 18:15 VG 3.103

**Automation of one-loop calculations with GoSam** — ●JOHANN FELIX VON SODEN-FRAUNHOFEN — Max-Planck-Institut für Physik, Föhringer Ring 6, 80805 München, Germany

The program package GoSam can be used to calculate multi-leg one-loop amplitudes within and beyond the Standard Model.

An extension is additionally presented which allows to calculate integrals where the rank is larger than the number of propagators. One possible application of this feature is the calculation of QCD corrections within models involving extra dimensions.

T 12.8 Mi 18:30 VG 3.103

**Topmassen-Effekte in der differentiellen Higgsproduktion an Hadronenbeschleunigern** — ●ROBERT HARLANDER, TOBIAS NEUMANN und MARIUS WIESEMANN — Bergische Universität Wuppertal

Für die Higgs-Produktion durch Gluon-Fusion wird für Störungsrechnungen in höheren Ordnungen üblicherweise der Limes einer unendlich schweren Top-Quark-Masse betrachtet ( $m_t = \infty$ ), welcher diese Berechnungen erst ermöglicht bzw. praktikabel macht. Nur für die voll-inklusive Higgs-Produktion durch Gluon-Fusion wurde die hohe Güte des Limes  $m_t = \infty$  bestätigt. Dieser Limes führt dort zu einem Fehler von wenigen Prozent. Für nicht-inklusive Wirkungsquerschnitte wurde bisher nicht die Güte dieses Limes betrachtet. Wir haben die nicht-inklusive Higgs-Produktion durch Gluon-Fusion mit mindestens einem zusätzlichen Jet in NLO-Näherung bei Hinzunahme weiterer Korrekturterme  $\mathcal{O}(1/m_t^2)$  für kinematische Verteilungen im Higgs-Transversalimpuls und in der Higgs-Rapidität untersucht. Es stellt sich heraus, dass die Korrekturterme endlicher Topmassen in den relevanten kinematischen Regionen klein sind. Die Güte der nicht-inklusiven Berechnungen, basierend auf einem unendlich schweren Top-Quark, kann somit als hoch abgeschätzt werden.

T 12.9 Mi 18:45 VG 3.103

**The process gluon-gluon-Higgs in different forms of dimensional regularization** — ●CHRISTOPH GNENDIGER — IKTP, TU Dresden

In this work we analyse the factorization properties of infrared singularities in massless QCD at NNLO in different forms of dimensional regularization, including Dimensional Reduction (DRED).

A consistency of DRED with this factorization in first-order perturbation theory has been investigated and shown before. Here we present the results for gluon induced Higgs production at NNLO for several regularization schemes.

### T 13: QCD (Theorie) 3

Convenor: Steffen Schumann

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: VG 3.103

T 13.1 Do 16:45 VG 3.103

**Numerical evaluation of multi-loop integrals** — ●SOPHIA BOROWKA<sup>1</sup>, JONATHON CARTER<sup>2</sup>, and GUDRUN HEINRICH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck Institute for Physics, Munich, Germany — <sup>2</sup>Institute for Particle Physics Phenomenology, University of Durham, UK

In this talk the new version of the public program SecDec 2.0 for the numerical evaluation of multi-loop integrals with several mass scales is presented. The program is based on sector decomposition to extract dimensionally regulated singularities. To deal with integrable singularities due to mass thresholds, the integration contour is deformed into the complex plane. As applications, numerical results for several two-loop integrals are given, including non-planar two-loop four-point functions entering heavy quark pair production at NNLO.

T 13.2 Do 17:00 VG 3.103

**Two loop corrections for single top quark production** — ●MOHAMMAD ASSADSOLIMANI, PHILIPP KANT, BAS TAUSK, and PETER UWER — Institut für Physik - AG PEP, Humboldt-Universität zu Berlin

Single-top-quark production enables us to study the nature of the weak interaction and to measure directly the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa matrix element  $V_{tb}$ . For a detailed analysis of this process, precise theoretical predictions are required. The results available in the literature include the leading-order QCD corrections which are found to be small. Since in leading-order QCD no color exchange between the two incoming quarks is allowed, one can expect that higher-order QCD corrections may give a significant contribution. It is thus important to take these corrections into account. One important ingredient to extend the accuracy of the available predictions are the two-loop amplitudes. In this talk we discuss the methods used to assess the two-loop corrections and show first results for specific color configuration.

T 13.3 Do 17:15 VG 3.103

**Integrating massive 3-loop diagrams with operator insertions** — ●JOHANNES BLÜMLEIN and FABIAN WISSBROCK — DESY

An extension of the method to integrate scalar finite massless Feyn-

man integrals in  $D = 4$  space-time dimensions [arXiv:0804.1660] is presented. We allow for the insertion of local operators, which leads to a dependence on the general operator spin variable  $N$  and calculate a series of 3-loop topologies containing a single massive line. These terms contribute to the heavy flavor corrections of the deep-inelastic structure functions at 3-loop order in the asymptotic region  $Q^2 \gg m^2$ . The mathematical background of the computation relies on hyperlogarithms, generalizing the harmonic polylogarithms. Advanced summation methods are used in a final step to obtain compact results in terms of generalized harmonic sums. The method allows for the first computation of a series of diagrams and gives very compact expressions in intermediate and final results.

T 13.4 Do 17:30 VG 3.103

**Simultaneous decoupling of bottom and charm quarks** — ANDREY GROZIN<sup>1</sup>, MAIK HÖSCHELE<sup>2</sup>, ●JENS HOFF<sup>2</sup>, and MATTHIAS STEINHAUSER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Budker Institute of Nuclear Physics, Novosibirsk 630090, Russia — <sup>2</sup>Institut für Theoretische Teilchenphysik, Karlsruher Institut für Technologie, D-76128 Karlsruhe, Germany

We compute the decoupling relations for the strong coupling, the light quark masses, the gauge-fixing parameter, and the light fields in QCD with heavy charm and bottom quarks to three-loop accuracy taking into account the exact dependence on  $m_c/m_b$ . The application of a low-energy theorem allows the extraction of the three-loop effective Higgs-gluon coupling valid for extensions of the Standard Model with additional heavy quarks from the decoupling constant of  $\alpha_s$ .

T 13.5 Do 17:45 VG 3.103

**Running of  $\alpha_s$  in a momentum subtraction scheme** — ●MAIK HÖSCHELE and MATTHIAS STEINHAUSER — Institut für Theoretische Teilchenphysik, Karlsruher Institut für Technologie, D-76128 Karlsruhe, Germany

In contrast to the  $\overline{\text{MS}}$  scheme the decoupling of heavy particles is automatically incorporated in momentum subtraction schemes. We consider the strong coupling constant and compute both, the beta function in a momentum subtraction (MOM) scheme and the relation of  $\alpha_s$  in

the MOM and  $\overline{\text{MS}}$  scheme to three-loop accuracy. We compare the running of  $\alpha_s$  at various renormalization scales and find good numerical agreement, demonstrating the equivalence of both schemes.

T 13.6 Do 18:00 VG 3.103

**Current Correlators and the Differential Equation Method** — ●JONATHAN GRIGO, JENS HOFF, PETER MARQUARD, and MATTHIAS STEINHAUSER — Institut für Theoretische Teilchenphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Moments of non-diagonal current correlators with two different non-vanishing quark masses are considered in QCD to three-loop order. We describe the calculation and discuss in detail the evaluation of the master integrals with the help of the differential equation method.

T 13.7 Do 18:15 VG 3.103

**Three Loop Contributions to the Matrix Elements in the Variable Flavor Number Scheme** — JOHANNES BLÜMLEIN<sup>1</sup>, ●ALEXANDER HASSELHUHN<sup>1</sup>, and CARSTEN SCHNEIDER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>DESY — <sup>2</sup>RISC, JKU Linz

The variable flavor number scheme may be used to describe parton distributions in the transition region in which one heavy quark gradually becomes a light flavor. We present first three-loop results to the massive operator matrix elements  $A_{gg}$  and  $A_{gq}$  for the contributions due to bubble topologies  $\propto T_F^2 n_f$  at general values of the Mellin variable  $N$ . The calculation has been performed using higher transcendental functions and by applying modern summation technologies encoded in the package `Sigma`. These massive operator matrix elements describe the universal contributions in the matching of different flavor sectors, which are the logarithmic and constant contributions in the ratio of  $m_H^2/Q^2$ , with  $Q^2$  the virtuality and  $m_H$  the respective heavy quark mass. The framework allows to derive heavy quark parton distributions which are of relevance for calculating specific processes at

hadron-hadron colliders.

T 13.8 Do 18:30 VG 3.103

**Decay Rate of the Z-boson into hadrons at  $\mathcal{O}(\alpha_s^4)$**  — ●PAVEL BAIKOV<sup>2</sup>, KONSTANTIN CHETYRKIN<sup>1</sup>, JOHANN KÜHN<sup>1</sup>, and JÖRG RITTINGER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für theoretische Teilchenphysik, KIT, Karlsruhe — <sup>2</sup>Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow

To calculate the decay rate of the Z-boson into hadrons ( $\Gamma_Z$ ), one has to do two steps. First the heavy top quark has to be decoupled, which leads to an effective massless 5-flavour QCD. Second the imaginary part of the Z-propagator, which is related to  $\Gamma_Z$  due to the optical theorem, has to be calculated in this effective theory. This was done up to  $\mathcal{O}(\alpha_s^4)$ , including the calculation of 5-loop propagators.

Since  $\Gamma_Z$  is related to one of the most precise determinations of  $\alpha_s$ , our calculation will improve the existing 3 loop fit, resulting in a small shift in  $\alpha_s$  and a reduction of the theory uncertainty.

T 13.9 Do 18:45 VG 3.103

**OPE of the energy momentum tensor correlator in QCD** — ●MAX ZOLLER — KIT, Karlsruhe, Germany

The operator product expansion (OPE) is a very useful tool to separate the perturbative high energy physics from the low energy contributions in a controlled way. This is done by expanding the correlator of some current into a series of local operators with so-called Wilson coefficients. An important correlator is the one of the energy momentum tensor in QCD which plays an important role e.g. in sum rule approaches to glueballs and the transport and other properties of the quark gluon plasma. The focus of this talk will be on the general idea of an OPE and the presentation of the results for the leading Wilson coefficient and the coefficient in front of the gluon condensate for the energy momentum tensor correlator in higher orders.

## T 14: QCD (Theorie) 4

Convenor: Steffen Schumann

Zeit: Freitag 9:30–10:30

Raum: VG 3.103

T 14.1 Fr 9:30 VG 3.103

**Electric dipole transitions of heavy quarkonium** — ●PIOTR PIETRULEWICZ — Universität Wien

In this talk we will present the theoretical treatment of electric dipole transitions of heavy quarkonia within an effective field theory formalism. Inside the effective field theory called potential nonrelativistic QCD (pNRQCD) we will account for the relativistic corrections to the decay rate in a systematic and model-independent way. Former results from potential model calculations will be scrutinized and a phenomenological analysis in relation to the experimental data will be presented.

T 14.2 Fr 9:45 VG 3.103

**Bottom mass from Upsilon sum rules at NNLL** — ANDRE HOANG<sup>1</sup>, PEDRO RUIZ-FEMENIA<sup>2</sup>, and ●MAXIMILIAN STAHLHOFEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Vienna, Austria — <sup>2</sup>IFIC, Valencia

A new determination of the bottom quark mass from nonrelativistic (large- $n$ ) sum rules with renormalization group (RG) improvement at NNLL is presented. This method is highly competitive and we obtain a precise value for the bottom mass. The RG improvement leads to a considerable stabilization of the result for the bottom mass with respect to renormalization and factorization scale dependence compared to previous fixed order results.

T 14.3 Fr 10:00 VG 3.103

**NLL stop-antistop production at threshold for unstable squarks** — ●PETER POIER, PEDRO RUIZ FEMENIA, and ANDRE HOANG — Universität Wien, Wien, Österreich

We study the cross section for stop-antistop-squark pair production in the electron-positron collision close to threshold for unstable squarks. Scales appearing in this process are the mass of the stop-squarks  $m$ ,

their 3-momentum  $\sim mv$  and their kinetic energy  $\sim mv^2$ , where  $v$  is the relative velocity of the squarks in the c.m. frame. Close to production threshold ( $v \ll 1$ ) we need to resum terms  $\sim (\alpha_s/v)^n$  as well as large logarithms of ratios of the physical scales in quantum corrections to the cross section. To achieve this we employ the scalar version of the effective field theory framework vNRQCD. The finite width  $\Gamma$ , which we count as  $\mathcal{O}(mv^2)$ , is an additional scale in the problem. Stop quark instability effects generate divergences in the phase space integrals and to deal with these in the effective theory kinematic cuts on the final states are introduced. Finite lifetime and background effects already enter at leading order and are substantially more important than for top quark production.

T 14.4 Fr 10:15 VG 3.103

**NNLL top-antitop production close to threshold** — ANDRE HOANG<sup>1</sup>, PEDRO RUIZ-FEMENIA<sup>2</sup>, and ●MAXIMILIAN STAHLHOFEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Vienna, Austria — <sup>2</sup>IFIC, Valencia

We use the effective field theory framework vNRQCD to describe the resonance line-shape of top-antitop-quark production in electron-positron collisions. The process is governed by three different scales: the mass of the top quarks  $m$ , their 3-momentum  $\sim mv$  and their kinetic energy  $\sim mv^2$ , where  $v$  is the relative velocity of the quarks. Close to the production threshold this velocity is very small ( $v \ll 1$ ) and leads to large terms  $\sim (\alpha_s/v)^n$  and large logarithms of the ratios of the physical scales in quantum corrections to the total cross section. The effective theory vNRQCD allows for a systematic resummation of these terms employing a Schrödinger equation and a renormalization group with a “subtraction velocity” as scaling parameter, respectively. We will discuss recent improvements in the theoretical prediction of the top-antitop resonance cross section and present the latest result at NNLL.

T 15: Beyond the Standard Model (Theorie) 1

Convenor: Jürgen Reuter

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: VG 3.102

T 15.1 Mo 16:45 VG 3.102

**Supersymmetric cascade decays at NLO** — ●EVA POPENDA<sup>1</sup>, MARGARETE MÜHLEITNER<sup>1</sup>, CHRISTIAN HANGST<sup>1</sup>, MICHAEL KRÄMER<sup>2</sup>, and MICHAEL SPIRA<sup>3</sup> — <sup>1</sup>KIT, Institut für Theoretische Physik — <sup>2</sup>RWTH Aachen University, Institut für Theoretische Teilchenphysik und Kosmologie — <sup>3</sup>Paul Scherrer Institut, Theory Group LTP

The search for supersymmetric particles and determination of their properties is a major task at the LHC and is based on the analysis of the cascade decay chains in which SUSY particles are produced. This project aims at improving predictions for SUSY cascade decays through the inclusion of higher-order corrections in the production and decay processes and by embedding them in a fully flexible Monte Carlo program. In this talk we report on the progress of the implementation of squark pair production followed by the decay into a quark and the lightest neutralino including supersymmetric QCD corrections at next-to-leading order in a completely differential form.

T 15.2 Mo 17:00 VG 3.102

**Implementation of  $\tilde{q}\tilde{q}$ -production in the POWHEG-BOX** — ●CHRISTIAN HANGST<sup>1</sup>, MICHAEL KRÄMER<sup>2</sup>, MARGARETE MÜHLEITNER<sup>1</sup>, EVA POPENDA<sup>1</sup>, and MICHAEL SPIRA<sup>3</sup> — <sup>1</sup>KIT - Institut für Theoretische Physik — <sup>2</sup>RWTH Aachen University - Institut für Theoretische Teilchenphysik und Kosmologie — <sup>3</sup>Paul Scherrer Institut - Theory Group LTP

Precise predictions for the production of SUSY-particles at the LHC in the framework of the MSSM make the combination of fixed-order NLO-calculations and parton-showers indispensable. The POWHEG-method is one of several existing possibilities to avoid in this step of the simulation the occurrence of the so called double-counting problem. I present the implementation of  $\tilde{q}\tilde{q}$ -production into the existing program POWHEG-BOX, which provides the process-independent steps of this method automatically.

T 15.3 Mo 17:15 VG 3.102

**Same-Sign Top Quark Production within the Flavour Violating MSSM** — ●YASMIN ANSTRUTHER, MICHAEL RAUCH, and DIETER ZEPPENFELD — Institute for Theoretical Physics, KIT, Karlsruhe

In the MSSM, soft-susy breaking terms allow for the possibility of so-called non-minimal flavour violation (NMFV), which results in additional flavour mixing beyond the CKM matrix. This induces new contributions to squark pair production via t-channel gluino exchange and same-sign squark decays into top quarks become possible. The signal contains two b-jets and two same-sign leptons as well as missing transverse energy. We perform a Monte Carlo analysis of this signal and its corresponding backgrounds at the LHC, taking experimental constraints on the mixing parameters, e.g. from B-Physics, into account.

T 15.4 Mo 17:30 VG 3.102

**$\sqrt{\hat{s}_{\min}}$  resurrected** — ●TANIA ROBENS — IKTP, TU Dresden

We discuss the use of the variable  $\sqrt{\hat{s}_{\min}}$ , which has been proposed in order to measure the hard scale of a multi parton final state event using inclusive quantities only, on a SUSY data sample for a 14 TeV LHC. In its original version, where this variable was proposed on calorimeter level, the direct correlation to the hard scattering scale does not survive when soft physics is taken into account. We here show that when using reconstructed objects instead of calorimeter energy and momenta as input, we manage to actually recover this correlation within our sample. We furthermore discuss the effect of including  $W + \text{jets}$  and  $t\bar{t} + \text{jets}$  background in our analysis and the use of  $\sqrt{\hat{s}_{\min}}$  for the suppression of SM induced background in new physics searches.

T 15.5 Mo 17:45 VG 3.102

**Distorted Mass Edges at LHC** — ●DANIEL WIESLER and JUERGEN REUTER — DESY Theorie, Notkestr. 85, 22607 Hamburg

Measuring mass and spin of new particles is of crucial importance for the understanding of general new physics models. We present two scenarios in which determination methods suffer from large uncertainties: the introduction of exotic particle content in B(M)SM models as well

as broadening effects due to off-shell contributions give rise to the distortion of kinematic distributions in an LHC environment.

Consequently, this may not only affect determination of model parameters, but it can also impose a confusion with combinatorical effects of the underlying analysis. A correct treatment and modeling of these effects is thus indispensable for the ability to disentangle between different alternative BSM scenarios.

T 15.6 Mo 18:00 VG 3.102

**Spin effects in the antler topology at hadron colliders** — ●LISA EDELHÄUSER — RWTH Aachen

If new physics is discovered at the LHC, it will be a crucial task to determine the spin of the new particles, as this is necessary in order to pin down the underlying theoretical model. We focus here on processes with very short decay chains such as dilepton production plus missing energy. We do not restrict ourselves to any specific model, but perform our analysis in a model-independent fashion which includes e.g. Sleptons in Susy or KK-Leptons in UED as special cases. We investigate to which extent variables that were proposed in the literature can discriminate between different spin scenarios. We then examine how different mass and coupling scenarios can influence the discrimination power of those variables.

T 15.7 Mo 18:15 VG 3.102

**Long-lived staus in a simplified model approach at the LHC** — ●JAN HEISIG, JOERN KERSTEN, and BORIS PANES — II. Institute for Theoretical Physics, University of Hamburg, Germany

We present the phenomenology of the gravitino dark matter scenario at the LHC. We consider the case that the next-to-lightest supersymmetric particle (NLSP) is the lighter stau. For a wide range of gravitino masses the lighter stau is stable on the scale of a detector. Such a particle will give rise to a prominent signature as a \*slow muon\*. The dominant production channel of staus depends strongly on the hierarchy of the mass spectrum. However, due to the directly detectable stau one is not forced to rely solely on the observation of highly energetic standard model (SM) particles coming either from decay chains or from initial state radiation. This is why in a long-lived stau scenario there are fewer regions in parameter space where the theory is hidden from observation, compared to the neutralino LSP scenario where compressed spectra as well as highly stretched spectra effectively hide from observation. We study the LHC sensitivity and examine its dependence on the spectrum with an emphasis on the strong production and decay. Unlike most existing studies we don't restrict ourselves to specific supersymmetry breaking models and benchmark points but aim for a model-independent analysis along the lines of the so-called simplified models.

T 15.8 Mo 18:30 VG 3.102

**Anomalous Top Couplings in Whizard 2** — ●FABIAN BACH and THORSTEN OHL — Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Uni Würzburg

The origin of the quark mass hierarchy within the Standard Model (SM) is still unclear. The top quark is particularly interesting because of its natural Yukawa coupling strength and corresponding large mass. The latter has made it hard to access experimentally so far. At the LHC, however, large abundances of top quarks are being produced over the next years, providing the statistics necessary to measure various properties of the top quark with high precision. Using effective field theory, it is possible to parameterize any new physics contributing to top interactions via anomalous top quark-gauge boson couplings  $t\bar{t}\gamma$ ,  $t\bar{t}Z$ ,  $t\bar{t}W$  and  $t\bar{t}g$ , while contact terms (e.g.  $t\bar{t}g\bar{g}$ ) have to be included in general to ensure gauge invariance. The full gauge-invariant set of operators leading to anomalous trilinear top couplings has been implemented into the parton-level Monte Carlo generator WHIZARD 2 to provide a consistent tool for MC studies of the complete hard scattering amplitudes including decays of top quarks and heavy gauge bosons as well as all irreducible backgrounds. We show results in the anomalous  $t\bar{t}W$  sector, focussing on the influence of off-shell interactions required by the completeness of the operator basis, and finally discuss sensitive kinematic distributions to discriminate different operator contributions.

T 15.9 Mo 18:45 VG 3.102

**A generalized Narrow-Width Approximation for interference effects in the MSSM** — ●ELINA FUCHS<sup>1,2</sup>, GEORG WEIGLEIN<sup>1</sup>, and SILJA BRENSING<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY Hamburg — <sup>2</sup>Georg-August-Universität Göttingen

The "Narrow-Width Approximation" is a convenient tool for the factorisation of a more complicated process into production and subsequent decay of a particle with a small width compared to its mass.

However, this approximation cannot be applied in the case of sizeable interferences between propagator contributions of different par-

ticles that are close to their mass shell. The spectrum of the MSSM may contain particles with a mass difference of the order of their decay widths. In order to deal with such a situation, a generalisation of the usual Narrow-Width Approximation is analysed which allows for a consistent treatment of interference effects between such nearly mass-degenerate particles.

The phenomenological consequences will be discussed for the example process of Higgs boson production and subsequent decay from the decay of a heavy neutralino. Vertex corrections are included at the one-loop level in an on-shell renormalisation of the neutralino sector.

## T 16: Beyond the Standard Model (Theorie) 2

Convenor: Jürgen Reuter

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: VG 3.102

T 16.1 Di 16:45 VG 3.102

**Higgs Self-Couplings in the MSSM** — ●MATHIAS BRUCHERSEIFER and MICHAEL SPIRA — PSI, Villigen, Schweiz

The Higgs sector in the MSSM is known to receive large radiative corrections at one-loop level, coming from top and stop loops. The  $\mathcal{O}(\alpha_s \alpha_t + \alpha_t^2)$  two-loop radiative corrections to the MSSM Higgs masses and self-couplings can be determined by the effective potential method, which is equivalent to the exact diagrammatic result in the limit of vanishing external momenta. This talk will cover a review about the effective potential method applied to the MSSM Higgs sector and its renormalization at two-loop order. Numerical results for the self-couplings and their scale- and renormalization-scheme-dependence will be discussed.

T 16.2 Di 17:00 VG 3.102

**Higgs pair production in a Composite Higgs model and the effects of heavy fermions** — JOSE R. ESPINOSA<sup>1,2</sup>, ●RAMONA GROBER<sup>3</sup>, CHRISTOPHE GROJEAN<sup>4,5</sup>, MARGARETE MÜHLLEITNER<sup>3</sup>, and ENNIO SALVIONI<sup>4,6</sup> — <sup>1</sup>ICREA, Institutio Catalana de Recerca i Estudis Avancats, Barcelona, Spain — <sup>2</sup>IFAE, Univeritat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Spain — <sup>3</sup>Institut fuer Theoretische Physik, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany — <sup>4</sup>CERN, Theoretical Physics, Geneva, Switzerland — <sup>5</sup>Institut de Physique Theorique, CEA Saclay, Gif-sur-Yvette, France — <sup>6</sup>Dipartimento di Fisica and INFN, Universita di Padova, Padova, Italy

In composite Higgs models the Higgs boson arises as a pseudo Nambu-Goldstone boson of an enlarged global symmetry. If the Higgs boson is a composite state of a strongly interacting sector, the large top mass can be explained by partial top compositeness which means that the top mass arises through an admixture of the top quark with states from the composite sector. For single Higgs production via gluon fusion it was shown in several papers that the masses of top partners have no effect on the cross section. We will show here that this does not hold true for Higgs pair production. There the cross section depends on the specific choice of the model parameters.

T 16.3 Di 17:15 VG 3.102

**Masses of the Neutral Higgs Bosons at One-Loop Level in the NMSSM** — ●KATHRIN ENDER<sup>1</sup>, THORBEN GRAF<sup>2</sup>, RAMONA GRÖBER<sup>1</sup>, MARGARETE MÜHLLEITNER<sup>1</sup>, and HEIDI RZEHAK<sup>3</sup> — <sup>1</sup>TP, Karlsruhe Institute of Technology — <sup>2</sup>IPPP, University of Durham — <sup>3</sup>CERN, Theory Division

The Higgs sector of the Next-to Minimal Supersymmetric Extension of the Standard Model features five neutral Higgs bosons. Compared to the MSSM it is extended by one additional complex singlet field. In order to distinguish the Higgs sectors of the different models in the Higgs searches, it is important to have accurate phenomenological predictions available. We contribute to this effort by presenting the full one-loop calculation of the masses of the neutral Higgs bosons in the framework of the NMSSM. We employ a renormalization scheme that mixes on-shell and  $\overline{\text{DR}}$  renormalization conditions, which originate from the Higgs sector, as well as from the neutralino and chargino sectors, and thereby provide a nontrivial cross-check.

T 16.4 Di 17:30 VG 3.102

**Unitarity in weak-boson scattering: Spin-0, spin-1 or spin-2 resonances?** — ●JESSICA FRANK, FRANZISKA SCHISSLER, and DIETER ZEPPENFELD — IThP, Karlsruhe Institute of Technology, 76128

Karlsruhe, Germany

In the Standard Model, the unitarity of the S-matrix in weak-boson scattering is preserved by the Higgs boson. Higgsless models have to provide an alternative to restore the unitarity of weak-boson scattering amplitudes, which otherwise grow with the center-of-mass energy, eventually violating unitarity.

In this talk, we investigate to what extent new spin-1 or spin-2 resonances can delay this problem. Thereby, we focus on fermiophobic spin-1 resonances, working in a model-independent approach which is based on sum-rules. We find that light spin-1 resonances can preserve unitarity in the elastic scattering channels. Furthermore, we briefly discuss the unitarity of inelastic channels with these new spin-1 particles in the final state.

T 16.5 Di 17:45 VG 3.102

**SUSY-Backgrounds to Searches of the Neutral Higgs Boson** — ●BASTIAN FEIGL<sup>1</sup>, HEIDI RZEHAK<sup>2</sup>, and DIETER ZEPPENFELD<sup>1</sup> — <sup>1</sup>TP, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany — <sup>2</sup>CERN Theory Division, Geneva, Switzerland

Searches for neutral Higgs bosons may suffer from additional background contributions due to processes involving SUSY particles. Especially the decay products of gauginos and sleptons can mimic the leptonic signature  $l^+l^- + \cancel{p}_T$  of a Higgs boson decaying into  $W^+W^-$  or, to a lesser extent  $\tau^+\tau^-$ .

We analyze those contributions within the Minimal Supersymmetric Standard Model (MSSM). We present differential cross sections and give an estimate of the impact on the Higgs boson searches in the gluon fusion and vector boson fusion channels.

T 16.6 Di 18:00 VG 3.102

**Search for NMSSM Higgs bosons at the LHC** — ●LUKAS MITZKA — Institut für Theoretische Physik und Astronomie, Universität Würzburg

The NMSSM contains gauge singlet-like Higgs bosons, whose direct production is strongly suppressed. We consider a framework with mSUGRA-like boundary conditions and study cascade decays of supersymmetric particles containing such Higgs bosons. We show that in certain regions of the parameter space these states can be discovered at the LHC in this way.

T 16.7 Di 18:15 VG 3.102

**Impact of LHC search results on the W mass prediction in supersymmetric models** — ●LISA ZEUNE and GEORG WEIGLEIN — DESY, Hamburg, Germany

Electroweak precision observables, such as the W boson mass, are highly sensitive to quantum corrections of New Physics. Thus they provide a powerful tool to test and constrain extensions of the Standard Model. To fully exploit the experimental accuracies, provided by current and future collider experiments, precise theory predictions are necessary. We present results for  $M_W$  in the MSSM and the NMSSM, including the known higher order corrections, and discuss the implications of LHC searches on the  $M_W$  prediction in minimal and non-minimal SUSY models.

T 16.8 Di 18:30 VG 3.102

**Interpretation of LHC Higgs search results in supersymmetry** — ●OSCAR STAL — DESY, Hamburg

With  $5 \text{ fb}^{-1}$  the LHC experiments have already delivered strong constraints on the presence of a Higgs boson with SM properties, limiting the allowed mass range to a narrow window of about  $114 \text{ GeV} < M_H < 130 \text{ GeV}$ . We consider different interpretations of these results in

the minimal and next-to-minimal supersymmetric extensions of the Standard Model, and discuss the implications for future searches.

## T 17: Beyond the Standard Model (Theorie) 3

Convenor: Jürgen Reuter

Zeit: Mittwoch 16:45–18:45

Raum: VG 3.102

T 17.1 Mi 16:45 VG 3.102

**Asymptotically safe gravitons at the LHC7** — GUDRUN HILLER<sup>1</sup>, •JAN PHILIPP DABRUCK<sup>1</sup>, DANIEL LITIM<sup>2</sup>, and MAXIMILIAN DEMMEL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Dortmund — <sup>2</sup>University of Sussex

We give a short introduction to asymptotically safe quantum gravity. The impact of an ultraviolet fixed point is studied assuming that large extra dimensions are realized. In this scenario the fundamental Planck scale is TeV-sized. This gives the opportunity to investigate quantum effects of gravitation at present collider experiments. We present results on Monte Carlo simulations of real graviton emission in  $pp \rightarrow j + \cancel{E}$  at the LHC @ 7 TeV.

T 17.2 Mi 17:00 VG 3.102

**Can there still be chiral fermions beyond the Standard Model?** — •ALEXANDER KNOCHEL — ITP Heidelberg

I discuss the current theoretical and phenomenological constraints on additional chiral fermions beyond the three Standard Model generations of quarks and leptons. While the conventional fourth generation is virtually ruled out from Higgs searches, direct searches and perturbativity, other fermion representations are still in better shape in this respect. We derive the bounds on Higgs masses and exotic fermion masses from perturbativity and vacuum stability, and relate the different scenarios to current Higgs searches at the LHC.

T 17.3 Mi 17:15 VG 3.102

**SU(3)-Flavons in Pati-Salam-GUTs** — •FLORIAN HARTMANN, WOLFGANG KILIAN, and KARSTEN SCHNITZER — Universität Siegen, Deutschland

Pati-Salam GUTs are a first step in the direction of a complete fermion unification. As left-right-symmetric extensions of the SM they contain a right-handed neutrino. In addition the symmetry leads to a correlation between leptons and quarks. Thus they provide a framework to study mechanisms generating flavour structures simultaneously in quark and lepton sector.

We study a SU(3) flavour symmetry and show how the spontaneous breaking of this symmetry by flavons may generate tribimaximal mixing for the leptons as well as nearly diagonal mixing in the quarks. Within this framework we present a supersymmetric model containing flavoured Higgs fields which may lead to a matter-Higgs-unification. We investigate which flavon representations are useful in constructing models leading to the desired CKM- and PMNS-mechanisms. Furthermore we discuss the problems of this approach and present possible solutions.

T 17.4 Mi 17:30 VG 3.102

**Electroweak Corrections to Decoupling Coefficients in the Minimal Supersymmetric Standard Model** — •DAVID KUNZ, LUMINITA MIHAILA, JENS SALOMON, and MATTHIAS STEINHAUSER — Institut für Theoretische Teilchenphysik, KIT

By integrating out all the heavy particles one can derive an effective theory, which has the same low-energy predictions as the full theory, but contains only light particles. In order to calculate the effective Lagrangian density, one has to rescale fields and parameters by multiplicative factors, the so-called decoupling coefficients.

In this talk, results for the decoupling coefficient of the top quark mass up to order  $\alpha_s \alpha$  and  $\alpha_s^2$  are presented, where the Minimal Supersymmetric Standard Model is considered as full and Quantum Chromo Dynamics as effective theory. We discuss both the two-loop calculation and the on-shell renormalization of the parameters and fields.

The new corrections allow the study of electroweak effects on the decoupling procedure and the implications to the top quark mass at

the scale of Grand Unified Theories.

T 17.5 Mi 17:45 VG 3.102

**Decoupling relations and coefficient functions in SUSY-QCD to three loops** — •ALEXANDER KURZ, MATTHIAS STEINHAUSER, and NIKOLAI ZERF — TTP Karlsruhe

A method to calculate decoupling relations between parameters of SUSY-QCD and of QCD is presented. It allows the computation of the decoupling constant of the strong coupling up to  $O(\alpha_s^3)$  which constitutes an important ingredient in the relation between  $\alpha_s(M_Z)$  and  $\alpha_s(M_{GUT})$ . With the help of a low-energy theorem the calculated decoupling constant can be related to the effective coupling of the scalar Higgs boson to gluons. Similar considerations for the electromagnetic coupling leads to the decay rate of a Higgs boson to photons.

T 17.6 Mi 18:00 VG 3.102

**Phenomenology of the constrained Exceptional Supersymmetric Standard Model (cE6SSM)** — •ALEXANDER VOIGT — Institut für Kern- und Teilchenphysik

The constrained Exceptional Supersymmetric Standard Model (cE6SSM) is an extension of the MSSM based on an  $E_6$  gauge group, motivated by Grand Unification and the  $\mu$  problem. It predicts a  $Z'$  and Leptoquarks in addition to the usual SUSY particles.

In this talk a phenomenological study of the cE6SSM with high precision is presented, including benchmark points reachable at the LHC in 2012 and parameter exclusion by current experimental data.

T 17.7 Mi 18:15 VG 3.102

**Constraints on SUSY Breaking in SUSY SU(5)** — •KARSTEN SCHNITZER — Universität Siegen, Deutschland

Supersymmetric Grand Unified Theories (GUTs) are among the most prominent extensions of the Standard Model. However, the GUT symmetry as well as the SUSY must be broken such that the MSSM emerges at the electroweak scale. We consider the minimal SUSY SU(5) model where the SUSY breaking is parametrized by soft terms. We show that the SU(5) breaking imposes constraints on the soft couplings and discuss the resulting conditions. As these conditions must be met by any SUSY breaking mechanism they provide a tool in the exploration of those models.

T 17.8 Mi 18:30 VG 3.102

**Supersymmetric  $E_6$  Spectra from an  $\mathbb{R}^2/632$  Orbifold** — •FELIX BRAAM<sup>1</sup>, ALEXANDER KNOCHEL<sup>2</sup>, JÜRGEN REUTER<sup>3</sup>, and DANIEL WIESLER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Phys. Institut, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg — <sup>2</sup>ITP, Philosophenweg 19, 69120 Heidelberg — <sup>3</sup>DESY Theorie, Notkestr. 85, 22607 Hamburg

We present a supersymmetric TeV-scale theory with a matter content filling complete  $E_6$  multiplets arising from an orbifold construction with  $E_6$  constituting the gauge group in the bulk of the extra dimensions. The main focus lies on the structures linking the Lagrangian parameters at the orbifold compactification scale to the TeV-scale spectra as well as their algorithmic realization in the automated spectrum generator EXSPECT. Among the most interesting features in this setup are the multi-scale gauge coupling unification scheme, top-bottom Yukawa unification, and its implications on the vacuum structure breaking the electroweak symmetry. In order to find solutions on the high-dimensional space of input parameters incorporating the aforementioned aspects, we use Monte-Carlo Markov-Chain techniques. The first results obtained with this method as well as a phenomenological study of the production of the heavy neutral gauge boson at the LHC for these cases will conclude our discussion.

**T 18: Flavourphysik (Theorie) 1**

Convenor: Sebastian Jäger

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: VG 3.102

T 18.1 Do 16:45 VG 3.102

**Hard pions in chiral perturbation theory** — JOHAN BIJNENS<sup>1</sup> and •ILARIA JEMOS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Lund university, Lund, Sweden — <sup>2</sup>University of Vienna, Vienna, Austria

We discuss the use of Chiral Perturbation Theory (ChPT) to calculate chiral logarithms out of the usual range of validity of the theory, i.e. in the limit where hard pions arise. We also present results for semileptonic B and D decays and for charmonium decays to two pseudoscalar mesons. These results are then compared with data. We expect such corrections to be useful to perform chiral extrapolations of lattice data points to the physical pion mass.

T 18.2 Do 17:00 VG 3.102

**Form Factors and Strong Couplings of Heavy Baryons from QCD Light-Cone Sum Rules** — •YUMING WANG — Theoretical Physics 1, Department of Physics, Siegen University, 57068, Siegen, Germany

We derive QCD light-cone sum rules for the hadronic matrix elements of the heavy baryon transitions to nucleon. In the correlation functions the heavy baryons are interpolated by three-quark currents and the nucleon distribution amplitudes are used. To eliminate the contributions of negative parity heavy baryons, we combine the sum rules obtained from different kinematical structures. The results are then less sensitive to the choice of the interpolating current. We predict the Lambda(b) to p form factor and calculate the widths of the Lambda(b) to p l nu and Lambda(b) to p pi decays. Furthermore, we consider double dispersion relations for the same correlation functions and derive the light-cone sum rules for the Lambda(c) N D and Sigma(c) N D strong couplings. Their predicted values can be used in the models of charm production in proton-antiproton collisions.

T 18.3 Do 17:15 VG 3.102

**Decay constants of heavy-light vector mesons from QCD sum rules** — ALEXANDER KHODJAMIRIAN, ALEXEI A. PIVOVAROV, PATRICK GELHAUSEN, and •DENIS ROSENTHAL — Universität Siegen, Deutschland

We revisit the QCD sum rules for the  $B^*$  and  $D^*$  decay constants obtained from two-point correlation functions of heavy-light currents. We recalculated the operator product expansion in  $\overline{MS}$ -scheme with  $\mathcal{O}(\alpha_s)$  accuracy for the perturbative part and quark condensate contribution. Furthermore, known corrections of  $\mathcal{O}(\alpha_s^2)$  are also incorporated. The results are compared with the decay constants of  $B$  and  $D$ -mesons to quantify the heavy-quark symmetry violation. These results can also be used to extract the  $B^*B\pi$  and  $D^*D\pi$  strong couplings from QCD light cone sum rules.

T 18.4 Do 17:30 VG 3.102

**Test der Heavy Quark Expansion mit Hilfe von Charm Lebensdauern** — •THOMAS RAUH<sup>1</sup>, ALEXANDER LENZ<sup>2</sup> und MARKUS BOBROWSKI<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Physik-Department, Technische Universität München, D-85748 Garching — <sup>2</sup>CERN - Theory Division CH-1211 Geneva 23 — <sup>3</sup>Institut für theoretische Teilchenphysik, Karlsruhe Institute of Technology, D-76128 Karlsruhe

LHCb hat im Charm-System unerwartet grosse CP-Verletzungseffekte nachgewiesen. Um zu entscheiden, ob dies bereits ein Zeichen für neue Physik ist, braucht man eine genaue Kontrolle über die Standardmodellvorhersagen. Dies wird besonders dadurch erschwert, dass das Charmquark weder schwer noch leicht ist. Mit Lebensdauern im Charmsystem kann die Genauigkeit der Heavy Quark Expansion abgeschätzt werden, was dann wiederum Konsequenzen auf die Genauigkeit anderer Standardmodellvorhersagen im Charm-System hat.

T 18.5 Do 17:45 VG 3.102

**Suche nach Effekten neuer Physik mit inklusiven B-Zerfällen** — •FABIAN KRINNER<sup>1</sup> und ALEXANDER LENZ<sup>2</sup> — <sup>1</sup>TUM - Physik Department - James Franck Strasse — <sup>2</sup>CERN - Theory Division CH-1211 Geneva 23

Die von  $D\bar{0}$  gemessene Dimuonenasymmetrie weicht um 3.9 Standardabweichungen vom Standardmodellwert ab. Als eine mögliche Lösung

wurden in der Literatur häufig auch neue Physikbeiträge zum absorptiven Anteil der  $B_s$  Mischungsamplitude vorgeschlagen. Derartige Effekte haben jedoch auch Auswirkungen auf inklusive B-Zerfallsraten, welche in diesem Vortrag analysiert werden.

T 18.6 Do 18:00 VG 3.102

**NNLO corrections to  $B \rightarrow X_s \gamma$  for  $m_c = 0$**  — MICHAL CZAKON<sup>1</sup>, MIKOLAJ MISIAK<sup>2</sup>, •PAUL FIEDLER<sup>1</sup>, TOBIAS HUBER<sup>3</sup>, and THOMAS SCHUTZMEIER<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Institut fuer Theoretische Teilchenphysik und Kosmologie, RWTH Aachen, Deutschland — <sup>2</sup>Institute of Physics, University of Warsaw, Poland — <sup>3</sup>Fachbereich fuer Physik, Universitaet Siegen, Deutschland — <sup>4</sup>Physics Department, Florida State University, USA

An important step towards a full Standard Model description of the inclusive  $B \rightarrow X_s \gamma$  decay at next-to-next-to-leading order in the strong coupling is the evaluation of the missing contributions to the interference of the 4-quark operator  $P_2$  and the dipole operator  $P_7$ . We present the complete result of the virtual and real corrections to this particular interference in the limit of vanishing charm quark mass. Our findings can be used to fix the boundary for the  $m_c$  interpolation and thus help to significantly reduce the error of the Standard Model prediction for  $Br(B \rightarrow X_s \gamma)$ .

T 18.7 Do 18:15 VG 3.102

**BR( $\bar{B} \rightarrow X_s \gamma$ ) in 2HDMs to NNLO in QCD** — •THOMAS HERMANN and MATTHIAS STEINHAUSER — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Theoretische Teilchenphysik

The rare decay rate  $\bar{B} \rightarrow X_s \gamma$  provides the strongest bound on the mass of the charged Higgs boson in Two-Higgs Doublet Models (2HDM).

In this talk results for the three-loop corrections to the matching coefficients  $C_7$  and  $C_8$  are presented. They constitute building blocks for the NNLO predictions of  $BR(\bar{B} \rightarrow X_s \gamma)$  within the 2HDM. We describe the calculation in detail and provide numerical results for the branching ratio.

T 18.8 Do 18:30 VG 3.102

**CP Asymmetries in penguin-dominated, hadronic  $B_d$  decays: Constraining New Physics at NLO** — •STEFAN VICKERS — Excellence Cluster Universe, TU München

CP Asymmetries in penguin-dominated, hadronic  $B_d$  decays into CP eigenstates ( $\pi, \eta, \eta', \phi, \omega, \rho$ )  $K_S$  are predicted to be small in the Standard Model. These Observables will be measured in future facilities (Belle II, SuperB) with very high precision and therefore could be used to test CP violating couplings beyond the Standard Model.

We investigate such additional contributions for a general class of Models in the framework of QCD factorization at Next-to-Leading order precision. As an example, we demonstrate how these observables can constrain the parameter space of a generic modification of the Z-penguin.

T 18.9 Do 18:45 VG 3.102

**Auf der Suche nach neuer Physik in seltenen B-Zerfällen: ein Bayesscher, globaler Fit** — •FREDERIK BEAUJEAN<sup>1</sup>, CHRISTOPH BOBETH<sup>2</sup>, DANNY VAN DYK<sup>3</sup> und CHRISTIAN WACKER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München — <sup>2</sup>Exzellenzcluster, Technische Universität München — <sup>3</sup>Technische Universität Dortmund

Die Messungen von seltenen B-Zerfällen, die durch  $b \rightarrow s \gamma$  und  $b \rightarrow s \ell^+ \ell^-$  Übergänge bestimmt werden, nähern sich der Präzisionsära durch neue Analysen von LHCb und in Zukunft auch von Belle II und SuperB. Diese FCNC Reaktionen sind empfindlich auf Beiträge neuer Physik bei hohen Massenskalen und lassen sich Modell unabhängig beschreiben. Da die experimentelle Genauigkeit bisher relativ gering ist, ist es notwendig, möglichst viele Observablen gleichzeitig zu analysieren. Zudem ist die Behandlung der theoretischen Unsicherheiten von großer Bedeutung. Mit Hilfe eines globalen Fits, in dem die Unsicherheiten durch eine Vielzahl von Nuisanceparametern direkt abgebildet werden können, ergeben sich die erlaubten Bereiche der effektiven Kopplungen (Wilson Koeffizienten) in verschiedenen Szenarien neuer Physik.

**T 19: Flavourphysik (Theorie) 2**

Convenor: Sebastian Jäger

Zeit: Freitag 8:25–10:30

Raum: VG 3.102

T 19.1 Fr 8:25 VG 3.102

**Squark Flavor Constraints from  $\bar{B} \rightarrow \bar{K}^{(*)}l^+l^-$**  — CHRISTIAN GROSS<sup>1,2</sup>, GUDRUN HILLER<sup>2</sup>, and STEFAN SCHACHT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Departement Physik, Universität Basel, 4056 Basel, Switzerland — <sup>2</sup>Institut für Physik, Technische Universität Dortmund, 44221 Dortmund, Germany

We analyze the implications of recent experimental and theoretical progress regarding  $\bar{B} \rightarrow \bar{K}^{(*)}l^+l^-$  decays on squark flavor violation in the MSSM.

T 19.2 Fr 8:40 VG 3.102

**Radiative lepton flavour violation in SUSY GUT models** — MARKUS BOBROWSKI, WOLFGANG G. HOLLIK, and ULRICH NIERSTE — Institut für Theoretische Teilchenphysik, KIT, Karlsruhe

The small flavour mixing in the quark sector can be generated radiatively from SUSY-breaking terms in the MSSM. However, it seems difficult to generate the large neutrino mixing radiatively. Embedding the MSSM into a left-right symmetric model, which realizes the seesaw formula for the light neutrino masses, we constrain the trilinear terms in the SUSY breaking sector. In this class of models we get an appealing correlation between LR breaking scale and soft SUSY breaking parameters.

T 19.3 Fr 8:55 VG 3.102

**Flavor Physics in the Randall Sundrum Model** — RAOUL MALM — Joh.-Gut. Univ, THEP Group, Mainz, Germany

In 1999, Lisa Randall and Raman Sundrum proposed a 5-dimensional warped geometry theory to solve the mass hierarchy problem of the Standard Model (SM). In addition, the Yukawa-matrix hierarchy of the SM can be explained, if all SM particles, except for the Higgs-boson, and their Kaluza-Klein excitations propagate through the 5th dimension. Properties of this model and its contribution to CP violation in  $K - \bar{K}$  mixing, parametrized through  $\epsilon_K$ , will be discussed in this talk.

T 19.4 Fr 9:10 VG 3.102

**A Solution to the Flavor Problem in Warped Extra Dimensions** — MARTIN BAUER, RAOUL MALM, and MATTHIAS NEUBERT — Johannes-Gutenberg Universität, THEP, Mainz

Models with warped extra dimensions (Randall Sundrum models) can explain the hierarchy in the quark masses and mixings based on the geometry of the fifth dimension. Furthermore can the same geometry arrange for a suppression of dangerous flavor changing neutral currents, without the need of additional assumptions such as minimal flavor violation. This so called RS-GIM mechanism has proven to be extremely successful, apart from one observable: The CP-violating quantity in  $K - \bar{K}$  mixing,  $\epsilon_K$ , which requires significant fine-tuning in order to agree with a new physics scale in the TeV range. This is known as the RS flavor problem. We have found that an extension of the strong interaction gauge group can solve the RS flavor problem without suppressing interesting effects in other flavor sectors.

T 19.5 Fr 9:25 VG 3.102

**Re-Analysis of Direct Searches for a Fourth Generation of Quarks at Tevatron** — HEIKO LACKER, GEOFFREY HERBERT, ANDREAS MENZEL, FABIAN SPETTEL, and PETER UWER — Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin

Direct searches undertaken by the CDF Collaboration at Tevatron have resulted in lower mass limits for a fourth generation of quarks. These searches have focused on looking for the production of Up type

fourth generation quarks ( $t'$ ), decaying into a light quark and a  $W$  boson. Whilst the search undertaken in 2011 required at least one b-tag, the search produced in 2010 did not set any b-tagging requirements. Both of these searches always assumed 100% branching ratio for the decay topology under study as well as contributions from only  $t't'$  production. A Re-interpretation of these results was incorporated into a CKMfitter package allowing for  $Br$  values in agreement with CKM-element constraints as well as possible signal contamination from  $b'$  contributions.

T 19.6 Fr 9:40 VG 3.102

**Radiative Wilson Coefficients in Warped Extra Dimensions** — CHRISTOPH SCHMELL — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Flavor-changing neutral currents like  $B \rightarrow X_s \gamma$  occur in the Standard Model (SM) only at loop level and are thus strongly sensitive to new physics (NP). Concerning the above  $B$  decay, people are interested in the NP contributions to the radiative Wilson coefficients  $C_{7\gamma}$ ,  $C_{8g}$ ,  $\tilde{C}_{7\gamma}$ , and  $\tilde{C}_{8g}$ , since these ones play the most important role for all associated observables. One promising possibility for NP is the Randall-Sundrum (RS) model characterized by a five-dimensional space-time with a compact warped extra dimension. Among other things, this set-up leads to an infinite number of massive so-called Kaluza-Klein (KK) excitations of all SM particles. It turns out that the RS contributions to the above Wilson coefficients contain double sums over infinite towers of KK particles so that it is not a priori clear if the coefficients converge. In my talk, I will show the finiteness of all coefficients in the RS model and present the latter's effects on some observables like the branching ratio, the  $CP$  asymmetry, and the photon polarization ratio.

T 19.7 Fr 9:55 VG 3.102

**Constraining UED mass spectra with electroweak precision tests and flavor physics** — THOMAS FLACKE and CHRISTIAN PA-SOLD — Universität Würzburg

In models with universal extra dimensions (UED), all Standard Model fields are promoted to fields on the flat five dimensional spacetime, where the fifth dimension is compactified on  $S^1/Z_2$ . The masses of the Kaluza-Klein partners of the Standard model fields depend on the compactification radius  $R$ , but also on five-dimensional fermion masses (split-UED) and boundary localized operators (nUED), whose parameters are a priori not determined. In this talk, we present strongly improved bounds on the split-UED and the nUED model from electroweak precision tests as well as from flavor physics. We also show the implications of these bounds for the masses of the particles at the first Kaluza-Klein level, which dictate the LHC phenomenology of the UED model.

**Gruppenbericht**

T 19.8 Fr 10:10 VG 3.102

**Can a fourth fermion family be ruled out?** — OTTO EBERHARDT<sup>1</sup>, GEOFFREY HERBERT<sup>2</sup>, HEIKO LACKER<sup>2</sup>, ALEXANDER LENZ<sup>3</sup>, ANDREAS MENZEL<sup>2</sup>, ULRICH NIERSTE<sup>1</sup>, and MARTIN WIEBUSCH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>KIT — <sup>2</sup>HU Berlin — <sup>3</sup>CERN

It seems to be common belief that a sequential fourth generation of Standard-Model-like fermions (SM4) is already ruled out or at least disfavoured. We show that a consistent analysis has to take care of several loopholes, and that the full parameter space has not been excluded yet. In this analysis, we combine the recent results from LHC with electroweak precision observables and flavour bounds in a global fit of the SM4 parameters using CKMfitter.

**T 20: Astroteilchenphysik und Kosmologie (Theorie)**

Convenor: Thomas Schwetz-Mangold

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: VG 3.101

T 20.1 Mo 16:45 VG 3.101

**Loop-induced photon spectral lines from neutralino annihilation in the NMSSM.** — GUILLAUME CHALONS<sup>1</sup> and ANDRÉ

SEMENOV<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Theoretische Teilchenphysik — <sup>2</sup>Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique Théorique (LAPTh)

We have computed the loop-induced processes of neutralino annihilation into two photons and, for the first time, into a photon and a Z boson in the framework of the NMSSM. The photons produced from these radiative modes are monochromatic and possess a clear "smoking gun" experimental signature. This numerical analysis has been done with the help of the SloopS code, initially developed for automatic one-loop calculation in the MSSM. We have computed the rates for different benchmark points coming from SUGRA and GMSB soft SUSY breaking scenarios and compared them with the MSSM. We comment on how this signal can be enhanced, with respect to the MSSM, especially in the low mass region of the neutralino. We also discuss the possibility of this observable to constrain the NMSSM parameter space, taking into account the latest limits from the FERMI collaboration on these two modes.

T 20.2 Mo 17:00 VG 3.101

**Constraints from electroweak bremsstrahlung and prospects for gamma ray detection** — MATHIAS GARNY<sup>1</sup>, ALEJANDRO IBARRA<sup>2</sup>, and STEFAN VOGL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>DESY — <sup>2</sup>TUM

It is well known that the annihilation of Majorana dark matter particles into light leptons can be significantly enhanced by electromagnetic bremsstrahlung processes, which give rise to potentially observable signal in gamma-rays. Due to the gauge invariance, this mechanism inevitably leads to electroweak bremsstrahlung processes, which in turn lead to the production of antiprotons even when the leading order hadronic annihilation channels are forbidden. We investigate the constraints on the electroweak bremsstrahlung processes from the present measurements of the antiproton-to-proton fraction and we discuss the prospects to observe a gamma-signal in view of the antiproton constraints.

T 20.3 Mo 17:15 VG 3.101

**Spectral features in indirect dark matter searches** — FRANCESCO CALORE<sup>1</sup>, TORSTEN BRINGMANN<sup>1</sup>, GILLES VERTONGEN<sup>2</sup>, and CHRISTOPH WENIGER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>II. Institute for Theoretical Physics, University of Hamburg, Luruper Chaussee 149, DE-22761 Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Notkestrasse 85, 22603 Hamburg, Germany — <sup>3</sup>Max-Planck-Institut fuer Physik, Foehringer Ring 6, 80805 Munich, Germany

Gamma rays from the annihilation of dark matter particles in the Galactic halo provide a very promising means of indirectly detecting dark matter. In this context, pronounced spectral features near the kinematic cutoff at the dark matter particles' mass - a generic prediction for most models - represent a 'smoking gun' signature for dark matter indirect detection. In this talk, we present projected limits on such features and show that they can be much more efficient in constraining the nature of DM than the model-independent broad spectral features expected at lower energies. In particular, we discuss how they can significantly improve the sensitivity of current and future gamma-ray telescopes to dark matter signals.

T 20.4 Mo 17:30 VG 3.101

**Sommerfeld enhancement effect in neutralino relic abundance calculations** — MARTIN BENEKE<sup>1</sup>, CHARLOTTE HELLMANN<sup>1</sup>, and PEDRO RUIZ-FEMENIA<sup>2</sup> — <sup>1</sup>TTK, Aachen University — <sup>2</sup>IFIC, Valencia University

We address the Sommerfeld enhancement effect in neutralino dark matter relic abundance calculations in the MSSM using non-relativistic effective field theory techniques.

Our work includes an analytical calculation of all S- and P-Wave (co-)annihilation rates with nearly mass degenerate particles in the neutralino/chargino sector up to order  $v^2$  in the velocity expansion, where we especially account for off-diagonal annihilation reactions. All spin-dependent and spin-independent potential interactions through Higgs and gauge boson exchange are taken into account and annihilations into all accessible Higgs and standard model final states are considered.

We present numerical results for selected realistic MSSM scenarios.

T 20.5 Mo 17:45 VG 3.101

**Impact of SUSY-QCD Corrections to Neutralino-Squark Coannihilation on the Dark Matter Relic Density** — JULIA HARZ<sup>1</sup>, BJÖRN HERRMANN<sup>2</sup>, MICHAEL KLASSEN<sup>3</sup>, KAROL KOVAŘÍK<sup>4</sup>, and QUENTIN LE BOULC'H<sup>5</sup> — <sup>1</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Laboratoire d'Annecy de Physique Théorique, Annecy-le-Vieux, France — <sup>3</sup>Institute for Theoretical Physics, University of Münster, Germany — <sup>4</sup>Karlsruhe Institute of Technology,

Karlsruhe, Germany — <sup>5</sup>Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie, Grenoble, France

A powerful method to constrain the parameter space of theories beyond the Standard Model is to compare the predicted dark matter relic density with data from cosmological precision measurements, in particular from the WMAP satellite. On the particle physics side, the main uncertainty on the relic density arises from the (co-)annihilation cross sections of the dark matter particle. After a motivation for including higher order corrections in the prediction of the relic density, the project DM@NLO will be presented. This software package allows one to compute the neutralino (co-)annihilation cross sections including SUSY-QCD corrections at the one-loop level and to evaluate their effect on the relic density using a link to the public codes MicrOMEGAS and DarkSUSY. Recent results of the impact of SUSY-QCD corrections on the neutralino pair annihilation cross section will be discussed, and first results on neutralino-squark coannihilation will be shown.

T 20.6 Mo 18:00 VG 3.101

**Constraints on Dark Matter Annihilation from the Rare B Decay  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  in the MSSM with Sources of Non-Minimal Flavor Violation** — CHRISTOPH BORSCHENSKY, GUILLAUME CHALONS, FLORIAN DOMINGO, and ULRICH NIERSTE — Karlsruher Institut für Technologie (KIT) - Institut für Theoretische Teilchenphysik

In my talk I will present constraints on the parameter space of the dark matter annihilation cross section which gives us the correct relic density as measured by WMAP. Here, the constraints come from the calculation of the  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  branching fraction, for which strong experimental upper bounds exist. The branching fraction for this process will be calculated in an effective Two Higgs Doublet Model, whose Higgs-fermion-fermion couplings are determined in the minimal supersymmetric standard model with non-minimal sources of flavor violation.

T 20.7 Mo 18:15 VG 3.101

**Lorentz Invariance Violation and Chemical Composition of Ultra High Energy Cosmic Rays** — ANDREY SAVELIEV<sup>1</sup>, LUCA MACCIONE<sup>2,3</sup>, and GÜNTER SIGL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg, II. Institut für Theoretische Physik, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, Fakultät für Physik, München, Germany — <sup>3</sup>Max-Planck-Institut für Physik, Werner-Heisenberg-Institut, München, Germany

After a general introduction to Lorentz Invariance Violation (LIV) we present constraints on Planck scale suppressed Lorentz breaking terms coming from the comparison between theoretical predictions and current observations of ultra high energy cosmic rays (UHECR). Finally, we will discuss further prospects and future developments in the topic, focusing in particular on the possible impact on the chemical composition of UHECRs.

T 20.8 Mo 18:30 VG 3.101

**Simulation ultra-hochenergetischer kosmischer Teilchen im Universum im Vergleich mit Messungen** — MARTIN ERDMANN, GERO MÜLLER, DAVID WALZ und TOBIAS WINCHEN — III Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Für ein besseres Verständnis von den Quellen und der Propagation von ultra-hochenergetischen kosmischen Teilchen (UHECR) haben wir einen neuen Ansatz für die Monte Carlo Simulation entwickelt. Dieser Ansatz vereint drei Simulationsmethoden. Für sehr weit entfernte Quellen wird der Beitrag zum Teilchenfluss anhand von üblicherweise verwendeten Parametrisierungen berechnet. Kosmische Teilchen aus dem lokalen Universum werden einzeln durch realistische Magnetfelder aus Simulationen der Universumsentstehung propagiert. Aus diesen beiden extragalaktischen Beiträgen werden Wahrscheinlichkeitskarten erstellt, welche die Ankunfts-wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Richtung und der Energie enthalten. Im dritten Schritt wird mit der Hilfe einer Matrixmethode die Ablenkung im galaktischen Feld berücksichtigt. Die zugehörigen Matrizen werden aus der Rückwärtspropagation von Antiteilchen durch die Galaxis erstellt. Die oben erwähnten extragalaktischen Wahrscheinlichkeitskarten werden mit Hilfe der galaktischen Magnetfeldmatrizen transformiert. Mit den resultierenden Wahrscheinlichkeitskarten werden dann simulierte Datensätze erstellt. Vergleiche mit gemessenen UHECRs erlauben Rückschlüsse auf die verwendeten Modellparameter der Simulation.

T 20.9 Mo 18:45 VG 3.101

**Cosmic Rays in the Galactic Magnetic Field** — ●ARJEN RENÉ VAN VLIET — II. Institute for Theoretical Physics, Hamburg, Germany  
Cosmic rays with energies up to  $10^{20}$  eV have been detected by the Pierre Auger Collaboration and other experiments. There are still many unanswered questions concerning cosmic rays in this ultra-high-

energy regime. For instance the measured structure of the flux, the incoming direction and the composition of the cosmic rays still bare question-marks. A possible explanation for these three problems, involving the interaction of these cosmic rays with the galactic magnetic field, will be presented in this talk.

## T 21: Astroteilchenphysik, Kosmologie / Neutrino-physik (Theorie)

Convenor: Thomas Schwetz-Mangold, Patrick Huber

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: VG 3.101

T 21.1 Di 16:45 VG 3.101

**Light Neutralino in the MSSM: a playground for dark matter, flavor physics and collider experiments** — LORENZO CALIBBI<sup>1</sup>, ●TOSHIHIKO OTA<sup>1</sup>, and YASUTAKA TAKANISHI<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut fuer Physik, Muenchen, Germany — <sup>2</sup>Technische Universitaet Muenchen, Muenchen, Germany

We investigate the constraints to the light neutralino dark matter scenario in the minimal supersymmetric standard model from available experimental observations such as decays of  $B$  and  $K$  meson, relic dark matter abundance, and the search for neutralino and Higgs production at colliders. We find that two regions of the MSSM parameter space fulfill all the constraints: a fine-tuned strip with large  $\tan\beta$  where the lightest neutralino can be as light as 8 GeV, and a low  $\tan\beta$  region providing a neutralino mass larger than 16 GeV. The large  $\tan\beta$  strip, which can be compatible with recently reported signals from direct detection experiments, can be fully tested by means of low-energy observables and, in particular, by  $B_s \rightarrow \mu\mu$  and Higgs boson searches at the LHC within the upcoming months. We include the update on the latest LHC results.

T 21.2 Di 17:00 VG 3.101

**Alternatives to WIMP dark matter** — ●CARLOS YAGUNA — Institute for Theoretical Physics, Westfälische Wilhelms-University Münster, Wilhelm-Klemm-Str. 9, 48149 Münster Germany

Currently, there is no evidence that dark matter is actually composed of WIMPs so it is important to consider viable alternatives to this scenario. In this talk, I will examine two alternative frameworks that have been recently proposed. They both allow to account for the dark matter but give rise to a very different phenomenology. The viable parameter space and the detection signatures of dark matter, in particular, are strongly modified. Some implications of these alternative frameworks will be discussed.

T 21.3 Di 17:15 VG 3.101

**B-L Breaking as the Origin of the Hot Early Universe** — WILFRIED BUCHMÜLLER, ●VALERIE DOMCKE, and KAI SCHMITZ — Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Notkestraße 85, 22607 Hamburg

The decays of heavy Majorana neutrinos and their superpartners shortly after inflation simultaneously give rise to three crucial ingredients for the hot early universe: (1) the entropy inherent to the thermal radiation that dominates the overall energy density, (2) the matter-antimatter asymmetry and (3) dark matter. For characteristic neutrino parameters baryogenesis can be accomplished by means of nonthermal leptogenesis. At the same time the reheating temperature is controlled by the neutrino lifetime in such a way that thermal production of the gravitino, which we assume to be the lightest superparticle, automatically yields the observed amount of dark matter. This connection between the neutrino sector and supergravity results in constraints on superparticle masses in terms of neutrino masses and vice versa. In the scenario presented here, the initial heavy Majorana (s)neutrino abundance is produced in the course of tachyonic preheating associated with spontaneous B - L breaking in the early universe. This model is sensitive to the light neutrino masses and the supersymmetry mass spectrum and can hence be tested by colliders and in cosmological observations.

T 21.4 Di 17:30 VG 3.101

**Nonequilibrium approach to  $|\Delta L| = 2$  scattering processes in leptogenesis** — ●TIBOR FROSSARD<sup>1</sup>, MATHIAS GARNY<sup>2</sup>, ANDREAS HOHENEGER<sup>3</sup>, ALEXANDER KARTAVTSEV<sup>1</sup>, and DAVID MITROUSKAS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY,

Hamburg, Germany — <sup>3</sup>Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland

In the baryogenesis-via-leptogenesis scenario the lepton asymmetry produced by the decay of the heavy Majorana neutrinos is partially washed out by the inverse decay and  $\Delta L = 2$  scattering processes. In the canonical approach amplitudes of these processes are computed in vacuum and used in the Boltzmann equation which describes the time evolution of the asymmetry. The resulting equation suffers from the so-called double-counting problem and neglects the medium effects. A consistent description of the asymmetry generation in the early Universe can be achieved using methods of nonequilibrium QFT. Starting from first principles we derive a Boltzmann-like equation for the lepton number which includes the decay, inverse decay and  $\Delta L = 2$  scattering processes. The obtained equation takes into account the medium effects, incorporates quantum statistical factors and is free of the double-counting problem.

T 21.5 Di 17:45 VG 3.101

**Direct Detection of Dark Matter in Radiative Seesaw Model** — ●DANIEL SCHMIDT<sup>1</sup>, THOMAS SCHWETZ<sup>1</sup>, and TAKASHI TOMA<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut fuer Kernphysik, Heidelberg — <sup>2</sup>Institute for Theoretical Physics, Kanazawa University, Japan

In the radiative seesaw model proposed by Ma, we assume that the lightest right-handed neutrino is the Dark Matter candidate and almost degenerated with the second lightest right-handed neutrino. Thus, elastic Dark Matter-nucleus scattering is suppressed. Inelastic scattering is induced by a lepton-loop coupled to the photon. Effectively, there are charge-charge, dipole-charge and dipole-dipole interactions. We present the event rate of the model and compare it with existing data. Moreover, monochromatic photons from the decay of the excited Dark Matter state are discussed.

T 21.6 Di 18:00 VG 3.101

**Constraining neutrinoless double beta decay** — ●LUIS DORAME<sup>1</sup>, DAVIDE MELONI<sup>2</sup>, STEFANO MORISI<sup>1</sup>, EDUARDO PEINADO<sup>1</sup>, and JOSE VALLE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Instituto de física corpuscular, CSIC-Universidad de Valencia, Valencia, Spain — <sup>2</sup>Dipartimento di fisica "E. Amaldi", Università degli studi Roma tre, Roma, Italy

A class of discrete flavor-symmetry-based models predicts constrained neutrino mass matrix schemes that lead to specific neutrino mass sum-rules (MSR). We show how these theories may constrain the absolute scale of neutrino mass, leading in most of the cases to a lower bound on the neutrinoless double beta decay effective amplitude.

T 21.7 Di 18:15 VG 3.101

**Sterile Neutrinos for Warm Dark Matter and the Reactor Anomaly in Flavor Symmetry Models** — ●JAMES BARRY, WERNER RODEJOHANN, and HE ZHANG — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany

The existence of light active neutrino masses requires new physics beyond the Standard Model, with current theoretical prejudice favouring the introduction of heavy right-handed (sterile) neutrinos: the seesaw mechanism. However, there are a number of recent experimental hints, both from oscillation physics and cosmological parameter fits, that point towards the existence of light sterile neutrinos in the eV mass range. In addition, keV-scale sterile neutrinos are a prime candidate for Warm Dark Matter, whose existence could solve some of the problems of the Cold Dark Matter paradigm by reducing the number of Dwarf satellite galaxies or smoothing cusps in Dark Matter halos.

We examine the feasibility of incorporating sterile neutrinos of different mass scales into type I seesaw neutrino mass models (and effective models) with flavour symmetries, in particular a model based on the tetrahedral group  $A_4$  augmented with a Froggatt-Nielsen  $U(1)$  symme-

try. Higher order seesaw terms and higher-dimensional effective operators are discussed in detail, and the phenomenological consequences for both active and active-sterile neutrino mixing as well as for neutrinoless double beta decay ( $0\nu\beta\beta$ ) are presented. Light sterile neutrinos induce deviations from the zeroth order tri-bimaximal mixing, and can have a significant influence on the effective mass in  $0\nu\beta\beta$ .

T 21.8 Di 18:30 VG 3.101

**Natural Vacuum Alignment from Group Theory: The Minimal Case** — ●MARTIN HOLTHAUSEN<sup>1</sup> and MICHAEL A. SCHMIDT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany — <sup>2</sup>ARC Centre of Excellence for Particle Physics at the Terascale, School of Physics, The University of Melbourne, Victoria 3010, Australia

Discrete flavour symmetries have been proven successful in explaining the leptonic flavour structure. To account for the observed mixing pattern, the flavour symmetry has to be broken to different subgroups in the charged and neutral lepton sector. This, however, poses a problem as cross-couplings via non-trivial contractions in the scalar potential force the group to break to the same subgroup. We present a solution to this problem by extending the flavour group in such a way that it preserves the flavour structure, but leads to an 'accidental' symmetry in the flavon potential.

We have searched for symmetry groups up to order 1000, which forbid all dangerous cross-couplings and extend one of the interest-

ing groups  $A_4$ ,  $T_7$ ,  $S_4$ ,  $T'$  or  $\Delta(27)$ . We have found a number of candidate groups and present a model based on one of the smallest extension of  $A_4$ , namely  $Q_8 \rtimes A_4$ . We show that the most general non-supersymmetric potential allows for the correct vacuum alignment. We investigate the effects of higher dimensional operators on the vacuum configuration and mixing angles, and give a see-saw-like UV completion. Finally, we discuss the supersymmetrization of the model and present the Mathematica package *Discrete*.

T 21.9 Di 18:45 VG 3.101

**Beyond the SM  $\Delta L = 2$  Operators and Neutrinoless Double Beta Decay** — ●DOMINIK NEUENFELD, MICHAEL DÜRR, and MANFRED LINDNER — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany

Neutrinoless double beta decay is a lepton number violating process ( $\Delta L = 2$ ) whose observation would prove that neutrinos are Majorana particles, i.e. their own antiparticles. The simplest realisation of this process (mediation by light massive Majorana neutrinos) may however interfere with other lepton number violating operators. Therefore, the possibility to reliably extract neutrino parameters from the experimental results may be affected by this interplay. We discuss the effects of various beyond the SM  $\Delta L = 2$  processes at higher scales on the measurement of the effective Majorana mass and their implications on different parameters in the neutrino sector.

## T 22: Quantenfeldtheorie

Convenor: Stephan Stieberger

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: VG 3.101

T 22.1 Mi 16:45 VG 3.101

**The three-loop form factor in  $\mathcal{N} = 4$  super Yang-Mills theory** — THOMAS GEHRMANN<sup>1</sup>, JOHANNES HENN<sup>2</sup>, and ●TOBIAS HUBER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Universität Zürich, Schweiz — <sup>2</sup>IAS Princeton, USA — <sup>3</sup>Universität Siegen, Deutschland

We present the calculation of the Sudakov form factor in  $\mathcal{N} = 4$  super Yang-Mills theory to the three-loop order. At leading colour, the latter is expressed in terms of planar and non-planar loop integrals. We show that it is possible to choose a representation in which each loop integral has uniform transcendentality in the Riemann  $\zeta$ -function. We comment on the expected exponentiation of the infrared divergences and the values of the three-loop cusp and collinear anomalous dimensions in dimensional regularisation. We also compare the form factor in  $\mathcal{N} = 4$  super Yang-Mills to the leading transcendentality pieces of the quark and gluon form factor in QCD. Finally, we investigate the ultraviolet properties of the form factor in  $D > 4$  dimensions.

T 22.2 Mi 17:00 VG 3.101

**Color guided amplitudes** — ●JOHANNES BRÖDEL<sup>1</sup> and LANCE J. DIXON<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Stanford Institute for Theoretical Physics and Department of Physics, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA — <sup>2</sup>SLAC National Accelerator Laboratory, Stanford University, Stanford, CA 94309, USA

Amplitudes in gauge theories obtain contributions from color and kinematics. While these two parts of the amplitude seem to exhibit different symmetry structures, it turns out that they can be reorganized in a way to behave equally, which leads to the so-called color-kinematic dual representations of amplitudes. Astonishingly, the existence of those representations allows squaring to related gravitational theories right away. Contrary to the Kawai-Levellan-Tye relations, which have been used to relate gauge theories and gravity previously, this method is applicable not only to tree amplitudes but also at loop level.

In this talk, the basic technique will be introduced followed by a discussion of the existence of color-kinematic dual representations for amplitudes derived from gauge theory actions which are deformed by higher-operator insertions. In addition, it will be commented on the implications for deformed gravitational theories.

T 22.3 Mi 17:15 VG 3.101

**New relations for scattering amplitudes in Yang-Mills theory at loop level** — ●REINKE SVEN ISERMANN and RUTGER BOELS — Universität Hamburg

The calculation of scattering amplitudes is important for the analysis

of scattering processes at particle colliders as well as for our understanding of perturbation theory.

In this talk I will present a series of new relations for scattering amplitudes in quite general gauge theories at loop level.

The existence of these relations can be understood from the analysis of certain large momentum shifts of tree amplitudes and loop level integrands. As an example, a concrete relation for the integrand at one-loop will be discussed.

T 22.4 Mi 17:30 VG 3.101

**Conformal Field Theory with background H-flux and T-duality** — RALPH BLUMENHAGEN<sup>1</sup>, ●ANDREAS DESER<sup>1</sup>, DIETER LÜST<sup>1,2</sup>, ERIK PLAUSCHINN<sup>3</sup>, and FELIX RENNECKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, Föhringer Ring 6, 80805 München — <sup>2</sup>Arnold Sommerfeld Center for Theoretical Physics, LMU, Theresienstr. 37, 80333 München — <sup>3</sup>Institute for Theoretical Physics and Spinoza Institute, Utrecht University, 3508 TD Utrecht

We consider closed bosonic string theory with flat background and constant H-flux. Up to linear order in the flux, this is a solution to the string equations of motion and we are able to define a world-sheet conformal field theory framework to compute scattering amplitudes. In the easiest cases of n-point tachyon amplitudes, we use the properties of the Rogers dilogarithm function to speculate about the nature of the product of functions on spacetimes T-dual to the original configuration.

T 22.5 Mi 17:45 VG 3.101

**On stability and transport of cold holographic matter** — ●SHU LIN<sup>1</sup>, JOHANNA ERDMENGER<sup>1</sup>, JONATHAN SHOCK<sup>1</sup>, STEFFEN MÜLLER<sup>1</sup>, ANDY O'BANNON<sup>2</sup>, and MARTIN AMMON<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, Munich, Germany — <sup>2</sup>University of Cambridge, Cambridge, UK — <sup>3</sup>University of California, Los Angeles, USA

In the framework of gauge/gravity duality, we have studied the stability of  $N=4$  supersymmetric Yang-Mills theory with  $N=2$  hypermultiplet at zero temperature and finite density. The system is analogous to the ground state of large  $N_c$  QCD at finite baryon density. While experience from large  $N_c$  suggests the formation of chiral density wave, our systematic study of the meson spectrum shows no sign of instability. Furthermore, we find a peculiar diffusion mode in the dispersion, which exists at zero temperature.

T 22.6 Mi 18:00 VG 3.101

**Towards a Holographic Realization of Homes' Law** — MAR-

TIN AMMON<sup>1</sup>, JOHANNA ERDMENGER<sup>2</sup>, ●STEFFEN MÜLLER<sup>2</sup>, ANDY O'BANNON<sup>3</sup>, and PATRICK KERNER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Department of Physics and Astronomy, UCLA, Los Angeles, CA 90095, United States — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Physik, 80805 München — <sup>3</sup>DAMTP, University of Cambridge, Cambridge CB3 0WA, United Kingdom

In recent years there has been much experimental progress on novel types of strongly correlated quantum matter, but a theoretical framework to describe these interesting systems is still missing. The Gauge/Gravity Duality has proved to be a very successful tool for describing strongly coupled systems in particle physics. Thus, the application of the Gauge/Gravity Duality to conformal quantum matter is a promising candidate to explain questions concerning non-zero temperature dynamics and transport coefficients. In particular high  $T_c$  superconductors, as well as some conventional superconductors, exhibit an universal scaling relation called Homes' Law between the superfluid density at zero temperature and the product of the conductivity and temperature at the critical temperature. This universal behavior may be linked to the "Planckian dissipation" giving rise to a perfect fluid description of the "strange metal phase" with possible universal behavior, comparable to the viscosity of the quark-gluon plasma. In this work we describe progress in employing the models of holographic superconductors to realize Homes' Law and to find a universal relation governing strongly correlated quantum matter.

T 22.7 Mi 18:15 VG 3.101

**Beyond the unitarity bound in AdS/CFT<sub>(A)dS</sub>** — ●TOMÁS ANDRADE<sup>1</sup> and CHRISTOPH UHLEMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>University of California, Santa Barbara — <sup>2</sup>Universität Würzburg

We study CFTs on dS and AdS spacetimes from a holographic perspective, in particular how the unitarity properties of the boundary theory are reflected in the bulk description. On geometries with an (A)dS conformal boundary we choose mass and boundary conditions for a Klein-Gordon field such that the corresponding CFT operator violates the unitarity bound. We analyze how the non-unitarity is reproduced in the bulk and discuss, for the case of an AdS boundary, prospects for multi-layered AdS/CFT-type dualities.

## T 23: Gittereichtheorie

Convenor: Carsten Urbach

Zeit: Donnerstag 16:45–18:15

Raum: VG 3.101

T 23.1 Do 16:45 VG 3.101

**Correlation functions of atomic nuclei in Lattice QCD** — ZOLTÁN FODOR<sup>1,2,3</sup>, ●JANA GÜNTHER<sup>1</sup>, BALINT TOTH<sup>1</sup>, and LUKAS VARNHORST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Department of Physics, Bergische Universität Wuppertal, D-42119 Wuppertal, Germany — <sup>2</sup>Institute for Theoretical Physics, Eötvös University, H-1117 Budapest, Hungary — <sup>3</sup>Jülich Supercomputing Centre, Forschungszentrum Jülich, D-52425 Jülich, Germany

To determine the mass of the atomic nuclei in lattice QCD one has to calculate the correlation function of suitable combinations of quark field operators. However the calculation of this correlation functions requires to evaluate a large number of Wick contractions which scales as the factorial of the number of nucleons in the system. We explore the possibilities to reduce the computational effort for such evaluations by exploiting certain symmetries of the systems. We discuss a recursive approach which respects these symmetries and may allow the determination of the correlation function in significantly less computer time.

T 23.2 Do 17:00 VG 3.101

**QCD phase transition at finite temperature?** — SZABOLCS BORSÁNYI<sup>1</sup>, ZOLTÁN FODOR<sup>1,2,3</sup>, JANA GÜNTHER<sup>1</sup>, CHRISTIAN HÖLBLING<sup>1</sup>, SÁNDOR D. KATZ<sup>1,2</sup>, THORSTEN KURTH<sup>1</sup>, KALMAN SZABÓ<sup>1</sup>, and ●LUKAS VARNHORST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Department of Physics, Bergische Universität Wuppertal, D-42119 Wuppertal, Germany — <sup>2</sup>Institute for Theoretical Physics, Eötvös University, H-1117 Budapest, Hungary — <sup>3</sup>Jülich Supercomputing Centre, Forschungszentrum Jülich, D-52425 Jülich, Germany

We investigate the finite temperature phase transition at  $\mu = 0$  in 6-flavour QCD. It is believed that in QCD a transition between the deconfined phase at high temperature and the hadronic phase at low temperature exists. The type of the transition between these two states of matter depends on the quark masses. For physical quark masses it

T 22.8 Mi 18:30 VG 3.101

**Matching coefficients of thermal QCD** — ●IOAN GHIŞOIU — Faculty of Physics, University of Bielefeld, D-33501 Bielefeld, Germany

I present an approach for calculating the matching coefficients of the electrostatic effective theory (EQCD) of thermal QCD at NNLO. The matching computation for the electric screening mass  $m_E$  and the effective gauge coupling  $g_E$  is performed in the background field gauge, reducing the computation to two-point vertex functions.

In addition, since EQCD by construction describes long distance phenomena, a low momentum expansion of the vertex functions is possible, and consequently only vacuum sum-integrals are generated. The  $\approx 10^7$  vacuum sum-integrals are expressed in terms of  $\lesssim 10$  non-trivial so called master sum-integrals using Integration-by-Parts relations. After a suitable basis transformation, the remaining master sum-integrals are computed using the technique implemented by Arnold and Zhai.

T 22.9 Mi 18:45 VG 3.101

**Lorentz violation in the photon sector: parity-odd modified Maxwell theory** — ●MARCO SCHRECK — Institut für Theoretische Physik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

In light of the detection of superluminal muon neutrinos by the OPERA collaboration, Lorentz-violating quantum field theories have enjoyed a great revival. Besides the enthusiasm concerning Lorentz symmetry breaking in the neutrino sector, Lorentz violation in the photon sector also is of special interest. Modified Maxwell theory coupled to standard Dirac theory of spin-1/2 fermions is one of two possible Lorentz-violating deformations of quantum electrodynamics affecting photons.

In this talk the parity-odd nonbirefringent case of modified Maxwell theory will be considered. The theory mentioned is the only parity-odd renormalizable extension of the standard model that violates Lorentz invariance in the photon sector and is not tightly bounded by experiment. Hence, it is of certain importance and therefore will be discussed concerning its peculiarities — e.g. with regard to the modified photon polarization vectors. Recently obtained interesting results about its consistency will be presented.

has been shown that the transition is an analytic crossover and not a true phase transition. However at lower quark masses it was suggested that a region exists where a first order phase transition occurs. These region should be separated from the crossover region by a line of second order phase transition.

As a first approach for finding this line of second order phase transition we present lattice calculations with six degenerate staggered quark fields and strong stout smearing. We observe evidence which might suggest a phase transition at low quark masses in this scenario.

T 23.3 Do 17:15 VG 3.101

**Confining dyon gas with finite-volume effects under control** — ●BENJAMIN MAIER<sup>1</sup>, FALK BRUCKMANN<sup>2</sup>, SIMON DINTER<sup>1,3</sup>, ERNST-MICHAEL ILGENFRITZ<sup>1,4</sup>, MICHAEL MÜLLER-PREUSSKER<sup>1</sup>, and MARC WAGNER<sup>1,5</sup> — <sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Newtonstr. 15, D-12489 Berlin, Germany — <sup>2</sup>Universität Regensburg, Institut für Theoretische Physik, D-93040 Regensburg, Germany — <sup>3</sup>NIC, DESY Zeuthen, Platanenallee 6, D-15738 Zeuthen, Germany — <sup>4</sup>Joint Institute for Nuclear Research, VBLHEP, 141980 Dubna, Russia — <sup>5</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Theoretische Physik, Max-von-Laue-Straße 1, D-60438 Frankfurt am Main, Germany

As an approach to describe the long-range properties of non-Abelian gauge theories at non-zero temperature  $T < T_c$ , we consider a non-interacting ensemble of dyons (magnetic monopoles) with non-trivial holonomy. We show analytically, that the quark-antiquark free energy from the Polyakov loop correlator grows linearly with the distance, and how the string tension scales with the dyon density. In numerical treatments, the long-range tails of the dyon fields cause severe finite-volume effects. Therefore, we demonstrate the application of Ewald's summation method to this system. Finite-volume effects are shown to be under control, which is a crucial requirement for numerical studies

of interacting dyon ensembles.

T 23.4 Do 17:30 VG 3.101

**Recent results in a chirally invariant Higgs-Yukawa model** — ●ATTILA NAGY<sup>1,2</sup>, JOHN BULAVA<sup>2,3</sup>, PHILIPP GERHOLD<sup>1,2</sup>, KARL JANSSEN<sup>2</sup>, and JIM KALLARACKAL<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin — <sup>2</sup>NIC, DESY Zeuthen — <sup>3</sup>CERN, Geneva

We study a chirally invariant Higgs-Yukawa model on a four dimensional space-time lattice by means of a polynomial Hybrid Monte Carlo algorithm. We show results concerning Higgs boson mass bounds in the presence of a hypothetical fourth quark generation for various quark masses. Furthermore we determine the critical temperature of the model, where a phase transition in the vacuum expectation value of the scalar field takes place.

T 23.5 Do 17:45 VG 3.101

**$\eta, \eta'$  mesons in 2+1+1 twisted mass lattice QCD** — KONSTANTIN OTTNAD<sup>1,2</sup>, CARSTEN URBACH<sup>1,2</sup>, and ●FALK ZIMMERMANN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik, Universität Bonn — <sup>2</sup>European Twisted Mass Collaboration

The twisted mass formulation of lattice QCD is a framework for simu-

lations with an even number of dynamical quarks which benefits from automatic  $O(a)$  improvement.

Analysing suitable correlation functions, we focus on the mass splitting between the  $\eta$  and  $\eta'$  meson and related quantities in a setup with 2+1+1 dynamical quarks. In addition to the unitary setup, a different regularization of valence and sea quarks (Osterwalder-Seiler approach) is employed to study the strange quark mass dependence.

T 23.6 Do 18:00 VG 3.101

**MCRG Flow for the Nonlinear Sigma Model** — ●DANIEL KÖRNER — Theoretisch-Physikalisches Institut, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena, Deutschland

A study of the renormalization group flow in the three-dimensional nonlinear  $O(N)$  sigma model using Monte Carlo Renormalization Group (MCRG) techniques is presented. To achieve this, blockspin transformations are combined with canonical demon methods to determine the flow diagram for a number of different truncations. Systematic errors of the approach are highlighted. Results are discussed with hindsight on the fixed point structure of the model and the corresponding critical exponents. Special emphasis is drawn on the existence of a nontrivial ultra violet fixed point which is a desired property for theories modeling the asymptotic safety scenario of quantum gravity.

## T 24: Andere Gebiete der Theorie

Zeit: Freitag 9:45–10:30

Raum: VG 3.101

T 24.1 Fr 9:45 VG 3.101

**Conformal Unification - a new path to a Higgs free standard model** — ●KARSTEN BUSSE — Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, von-Danckelmann-Platz 4, 06120 Halle

A conformal invariant generalization of the Dirac equation for massive spinors is constructed, which can be used to predict an additional relationship between the three coupling constants in the low energy limit: the  $SU(2)$  gauge coupling constant  $g_2$  must equal the geometric average of the  $U(1)$  and  $SU(3)$  coupling constants. At MZ the deviation is only 2% for PDG values. Furthermore, the corresponding  $SU(2)$  coupling is parity violating and the  $SU(3)$  coupling obtains asymptotic freedom. The Lagrangian is simplified by using two different approaches: in case of pointlike particles, the mass term remains in the equations, whereas in case of extended fields (QFT approach) the mass term vanishes. In both cases, left and right handed components of the spinor are mixed by local conformal transformations.

T 24.2 Fr 10:00 VG 3.101

**The Origin of Mass - without Higgs** — ●ALBRECHT GIESE — Taxusweg 15, 22605 Hamburg

Present-day particle physics is characterized by elements of circular logic. From specific interpretations of experiments it was concluded that elementary particles are point-like in size. This made it impossible to understand physical properties such as their magnetic moment classically. The latter was taken as proof that elementary physics can only be conducted using quantum mechanics (QM). In order to treat such cases, QM invented virtual particles that surround a particle. At present, the most prominent virtual particle is the Higgs boson.

If we do not adopt every aspect of QM in principle, there are promising ways of reaching better solutions. By assuming that elementary particles are not point-like but extended, it follows that:

Phenomena such as magnetic moment and spin can be explained classically with quantitatively correct results. And the inertial mass of a particle follows straightforwardly for an extended structure from the finiteness of the speed of light - with high precision. The Higgs is no longer required as virtual particles are dispensable, even more so for explaining mass.

In addition, such a model explains relativity without any reference to Einstein's ideas about space-time.

Further information: [www.ag-physics.org/rmass](http://www.ag-physics.org/rmass)

T 24.3 Fr 10:15 VG 3.101

**The fine structure constant alpha and the Rydberg energy: keys to a 11 particle masses?** — ●KARL OTTO GREULICH — Fritz Lipmann Institut Beutenbergstr 11 07745 Jena

Recently it has been noticed that all particle masses, with accuracy of often better than 1 per cent, are integer (hadrons except nucleon) or half integer (leptons and nucleon) multiples of the  $1/\alpha$  (fine structure constant) fold electron mass. The influence of alpha goes even deeper: the electron mass 511 keV/c<sup>2</sup> turns out to be the  $2/\alpha^2$  fold Rydberg Energy (13.6 eV) with an accuracy of 370 ppm, i.e essentially exact. The rest energy of the electron is the lowest energy solution of the Schrödinger equation for the hydrogen atom, when the charge of the electron is replaced by the Planck charge,  $e/\sqrt{4\pi\epsilon_0}$ . References: K. O. Greulich J Mod Phys 1, 300 - 302 (2010); K.O. Greulich SPIE Proceedings 8121-15, (2011); for downloads see [http://www.fli-leibniz.de/www\\_kog/](http://www.fli-leibniz.de/www_kog/) then klick \*Physics\*

## T 25: QCD 1

Zeit: Montag 16:45–18:55

Raum: ZHG 009

### Gruppenbericht

T 25.1 Mo 16:45 ZHG 009

**Measurement of Charm and Beauty Dijet Photoproduction Cross Sections using Secondary Vertexing at ZEUS** — ●OZAN ARSLAN, IAN C. BROCK, and SEBASTIAN MERGELMEYER — University of Bonn

During the years 2005-2007, the  $e^\pm p$ -collider HERA was operated at a centre-of-mass energy of 320 GeV, and provided the ZEUS detector with an integrated luminosity of  $\mathcal{L} \approx 300 \text{ pb}^{-1}$ . This analysis is based on photoproduction events, which are characterized by the emission of a quasi-real photon ( $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$ ) from the incoming lepton. The subsequent  $\gamma p$ -interaction is dominated by the process  $\gamma g \rightarrow q\bar{q}$ , where

the two outgoing quarks give rise to two high- $p_T$  jets in the final state. The production of charm and beauty quarks was measured using the properties of their secondary vertices. Compared to similar previous analyses, the kinematic coverage was extended into the forward direction, the amount of data has been increased and the kinematics of the outgoing quarks and their correlations were investigated. The results are presented as total and differential cross sections, and compared to Monte Carlo simulations and theory predictions at next-to-leading order QCD.

### Gruppenbericht

T 25.2 Mo 17:05 ZHG 009

**Measurement of isolated photons with jets in deep inelas-**

**tic ep scattering with the ZEUS detector at HERA** — ●OLEG KUPRASH — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Notkestraße 85, 22607 Hamburg, Germany

Inclusive production of isolated high-energy photons accompanied by jets has been measured in deep inelastic  $ep$  scattering with the ZEUS detector at HERA. Isolated photons are emitted by the electron or the quarks participating in the hard scattering process. Photons do not undergo a hadronisation process and can provide direct information about the underlying physics process. For this analysis, a shower shape method has been used in order to separate the signal of isolated photons and the background of photons from decays of neutral mesons. The signal fraction is enhanced by requiring an accompanying hadronic jet. Differential cross sections of the production of isolated photons with jets are compared to theoretical predictions.

T 25.3 Mo 17:25 ZHG 009

**Quantification of Monte Carlo event generator scale-uncertainties with an example ATLAS analysis studying underlying event properties** — GERHARD BRANDT<sup>1</sup>, FRANK KRAUSS<sup>2</sup>, HEIKO LACKER<sup>3</sup>, MICHAEL LEYTON<sup>3</sup>, ●MARTIN MAMACH<sup>3</sup>, HOLGER SCHULZ<sup>3</sup>, and DANIEL WEYH<sup>3</sup> — <sup>1</sup>University of Oxford — <sup>2</sup>IPPP Durham — <sup>3</sup>Humboldt University of Berlin

Monte Carlo (MC) event generators are widely employed in the analysis of experimental data also for LHC in order to predict the features of observables and test analyses with them. These generators rely on phenomenological models containing various parameters which are free in certain ranges. Variations of these parameters relative to their default lead to uncertainties on the predictions of the event generators and, in turn, on the results of any experimental data analysis making use of the event generator. A Generalized method for quantifying a certain class of these generator based uncertainties will be presented in this talk. We study for the SHERPA event generator the effect on the analysis results from uncertainties in the choice of the merging and factorization scale. The quantification is done within an example ATLAS analysis measuring underlying event UE properties in Z-boson production limited to low transverse momenta ( $p_T^Z < 3$  GeV) of the Z-boson. The analysis extracts event-shape distributions from charged particles in the event that do not belong to the Z decay for generate Monte Carlo event and data which are unfolded back to the generator level.

T 25.4 Mo 17:40 ZHG 009

**Messung von Ereignisformvariablen bei Proton-Proton-Kollisionen mit dem ATLAS-Experiment** — ●TOBIAS HÜLSING<sup>1</sup>, STEFAN TAPPROGGE<sup>1</sup> und DANIEL WICKE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>JGU Mainz, Institut für Physik — <sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal

Mit Hilfe von Ereignisformvariablen kann die Struktur/Topologie inelastischer Proton-Proton-Kollisionen untersucht werden. In diesem Vortrag soll aufgezeigt werden, wie mit Hilfe von Ereignisformvariablen ein genaueres Verständnis der Wechselwirkungen sekundärer Partonen aus den Proton-Resten erreicht werden kann. Dadurch kann die Präzision der Suche nach neuer Physik in Proton-Proton-Kollisionen verbessert werden.

Ereignisformvariablen sind ein bewährtes Werkzeug zur Messung von Eigenschaften der QCD bei  $e^+e^-$ -Kollisionen und tiefinelastischer Streuung. Diese Ereignisformvariablen wurden den besonderen Bedingungen von Hadron-Hadron-Kollisionen angepasst und damit Proton-Proton-Kollisionen im ATLAS-Detektor am Large Hadron Collider (LHC) bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV untersucht. Hierzu wurde eine inklusive Messung inelastischer Ereignisse benutzt. Als Ereignisformvariable wurde der "Transversale Thrust" sowie der "Thrust Minor" gewählt. Die Ergebnisse wurden auf Detektoreffekte korrigiert und verschiedene systematische Unsicherheiten untersucht. Die Analyse zeigt Abweichungen zwischen Daten und verschiedenen Monte-Carlo-Vorhersagen. Die Ergebnisse können zu einem besseren Verständnis der Substruktur beitragen und damit eine Grundlage zur Verbesserung der verschiedenen Monte-Carlo-Vorhersagen bilden.

T 25.5 Mo 17:55 ZHG 009

**Experimentelle Bestimmung der relativen Jetenergiekorrekturen in  $\eta$  in Zweijetereignissen bei CMS** — ●HENNING KIRSCHENMANN, HARTMUT STADIE und PETER SCHLEPER — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Jets sind wichtige Ereignissignaturen in  $pp$ -Kollisionen am Large Hadron Collider (LHC). Um die Jetenergieskala zu kalibrieren, wird von

der CMS-Kollaboration ein faktorisierte Ansatz für Jetenergiekorrekturen verwendet, in dem aus Simulationen bestimmte Korrekturen und, dem Betrag nach kleine, datengetriebene Korrekturen kombiniert werden.

In diesem Vortrag wird die Methode zur experimentellen Bestimmung der zusätzlichen relativen Jetenergiekorrektur als Funktion der Pseudorapidität  $\eta$  in QCD-Zweijetereignissen vorgestellt. Danach werden die resultierenden Korrekturen präsentiert und der Einfluss systematischer Unsicherheiten diskutiert.

T 25.6 Mo 18:10 ZHG 009

**Cross section measurement of  $pp \rightarrow \mu^+\mu^- + b + X$  with 2010 LHC data at the ATLAS experiment** — ●PETER STEINBACH, KOBEL MICHAEL, MADER WOLFGANG, and PRUDENT XAVIER — Institut für Kern- und Teilchenphysik, TU Dresden, Deutschland

In perturbative QCD, the study of heavy flavor partons in initial and final states of high energetic proton-proton collisions is a challenging field in terms of experiment and theory. The theoretical description of heavy flavor parton density functions is demanding due to non-negligible charm and bottom pole masses at higher orders of  $\alpha_s$ . On the experimental side, identifying or tagging jets originating from heavy flavor parton emission requires performant algorithms and a thorough understanding of detector performance. We present results on the event-based cross section measurement of  $pp \rightarrow \mu^+\mu^- + b + X$  at  $m_{\mu^+\mu^-} \approx m_{Z0}$  with 2010 LHC data collected by the ATLAS experiment. An in-depth comparison with Next-to Leading Order as well as Leading Order plus Parton Shower predictions and state-of-the-art parton density distributions is made taking all related systematic uncertainties from experiment and theory into account.

T 25.7 Mo 18:25 ZHG 009

**Bestimmung der Teilchenmultiplizität mit dem LHCb Experiment** — ●MARCO MEISSNER für die LHCb Gruppe Physikalisches Institut Heidelberg-Kollaboration — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Die Messung der Teilchenmultiplizität sowie des zugehörigen Impulsspektrums und der Winkelverteilung gibt Zugang zu weichen QCD Prozessen, deren korrekte Modellierung durch MC Generatoren von einer Reihe von Modellparametern abhängt. Die Optimierung dieser Parameter ist eine Voraussetzung, um auch für "harte" Ereignisse die Ereignisumgebung richtig zu beschreiben.

Seit Anfang 2010 werden am Large Hadron Collider am CERN Proton-Proton Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV aufgezeichnet. Das LHCb Experiment ist eines der vier großen Experimente am LHC und bietet mit seiner besonderen Vorwärtsgeometrie eine interessante Möglichkeit die primäre Teilchenproduktion von geladenen Teilchen in einem bisher nicht vermessenen Pseudorapiditätsbereich von bis zu  $\eta = 5$  zu untersuchen.

In der vorgestellten Analyse werden rekonstruierte Teilchenspuren verwendet um eine impulsabhängige Messung der Teilchenproduktion durchzuführen. Für diese rekonstruierten Spuren sind jedoch systematische Korrekturen notwendig, deren Validierung auf Daten erfolgt. Die gemessenen, inklusiven Produktionsraten geladener Teilchen werden in Abhängigkeit des transversalen Impulses sowie der Pseudorapidität vorgestellt.

T 25.8 Mo 18:40 ZHG 009

**Analyse der Drei-Jet-Masse mit dem CMS Experiment** — ●FRED STOBER, KLAUS RABBERTZ und GÜNTER QUAST — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Die Produktion von Jets ist einer der dominierenden Prozesse am Large Hadron Collider (LHC). Um QCD-Vorhersagen, die über einfache Dijet-Produktion hinausgehen, auf den Prüfstand zu stellen, bietet sich die Messung der Drei-Jet-Masse an.

Aus den mit dem CMS Detektor gemessenen Daten werden mittels des anti-kT Algorithmus Jets rekonstruiert. Die Jets werden um Pileup-Effekte korrigiert und die CMS Jet-Energie-Kalibration wird auf sie angewandt. Nach einer Selektion von Drei-Jet-Ereignissen wird mit den korrigierten Jets die Drei-Jet-Masse bestimmt.

Unter Zuhilfenahme der CMS Detektorsimulation wird die Drei-Jet-Massenauflösung und Detektorantwort bestimmt, bevor die Drei-Jet-Masse in nächsten Schritt mittels dieser Informationen in einem iterativen Verfahren entfaltet wird.

Mit den Programmen NLOJet++ und fastNLO wurde die perturbative Theorievorhersage für die Drei-Jet-Masse berechnet. Auf dieses Resultat wurden, mit Parton Shower Monte-Carlo Programmen bestimmte, nicht-perturbative Korrekturen angewendet.

Es werden die Resultate des Vergleichs zwischen diesen Theorierechnungen und den experimentellen Daten vorgestellt. Die vorliegenden Kollisionsdaten, die einer integrierten Luminosität von 5/fb bei 7TeV

entsprechen, ermöglichen diesen Vergleich in bisher unerforschten Regionen des QCD-Phasenraums.

## T 26: QCD 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:55

Raum: ZHG 009

**Gruppenbericht** T 26.1 Di 16:45 ZHG 009  
**Measurement of  $D^{+-}$  production in DIS with the ZEUS Detector at HERA** — ACHIM GEISER, MYKHAILO LISOVYI, and ●OLEKSANDR ZENAIEV — DESY

The dominant contribution to charm production in deep inelastic scattering (DIS) at the HERA ep collider is boson-gluon fusion. Therefore the charm cross section is directly sensitive to the gluon density function in the proton as well as to the charm quark mass. A charm quark was identified by the reconstruction of the  $D^{+-}$  meson decay  $D^{+-} \rightarrow K^{-+}\pi^{+-}\pi^{+-}$ . Such weak decays allow to use the Micro-Vertex Detector (MVD) for lifetime tagging, to reduce combinatorial background and to increase the purity of the data sample. Inclusive and differential cross sections for  $D^{+-}$  production were measured and compared with previous results. The extraction of the charm contribution to the proton structure function  $F_2$ ,  $F_2^C$ , and its inclusion into a general QCD fit allows to constrain the parton densities in the proton.

**Gruppenbericht** T 26.2 Di 17:05 ZHG 009  
**Measurements of  $D^*$  production in DIS with the ZEUS detector** — ●OLENA BACHYNSKA — DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron)/ Hamburg Universität, Hamburg, Notkestrasse 85

Charm production at the HERA collider was studied using the ZEUS detector. Measurements were performed in the deep inelastic scattering regime, where the incoming lepton scatters on the proton with a large angle and can be seen in the detector. Charm production in DIS is dominated by the boson-gluon fusion process. It was studied via  $D^{*+} \rightarrow K^+, \pi^-, \pi_s^+$  meson decay and its charge conjugate. The DIS events were reconstructed in the region of  $5 < Q^2 < 1000 \text{ GeV}^2$ ,  $0.02 < y < 0.7$ , where  $Q^2$  is the virtuality of the exchanged photon and  $y$  is the inelasticity.  $D^*$  mesons were required to have  $|\eta(D^*)| < 1.5$  and  $1.5 < p_T(D^*) < 20 \text{ GeV}/c$ . Single differential and double-differential cross sections were measured and compared to NLO predictions and to the results from the H1 collaboration. The charm contribution to the proton structure function,  $F_2^{C^*}$ , was extracted and compared to the ZEUS  $D^+$  measurements and to the HERA combined results.

T 26.3 Di 17:25 ZHG 009  
**Inclusive-jet photoproduction at HERA** — ●DENYS LONTKOVSKIY — Notkestrasse 85, DESY, Hamburg, Germany

The study of jet production at ep collider HERA has been well established as a way of testing perturbative QCD. Jet cross sections allow to test theory predictions, extract the fundamental parameter of the theory,  $\alpha_s$ , and give a valuable input for QCD fits in order to determine the parton distribution functions of the proton. Inclusive-jet cross sections were measured in  $ep \rightarrow e + \text{jet} + X$  for photon virtuality  $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$  and  $\gamma p$  centre-of-mass energies in range  $142 < W_{\gamma p} < 293 \text{ GeV}$  with the ZEUS detector using an integrated luminosity of  $300 \text{ pb}^{-1}$ . Single-differential cross sections are presented as functions of the jet transverse energy,  $E_T^{\text{jet}}$ , and pseudorapidity,  $\eta^{\text{jet}}$ , for jets with  $E_T^{\text{jet}} > 17 \text{ GeV}$  and  $-1 < \eta^{\text{jet}} < 2.5$ . In addition, measurements of double-differential inclusive-jet cross sections are presented as functions of  $E_T^{\text{jet}}$  in different regions of  $\eta^{\text{jet}}$ . Next-to-leading-order QCD predictions are compared to the measurements, and give a good description of the measured cross sections except at high  $\eta^{\text{jet}}$ . Precise values of  $\alpha_s(M_Z)$  were extracted from the measurements and the energy-scale dependence of the coupling was determined.

T 26.4 Di 17:40 ZHG 009  
**Dijet cross sections in photoproduction at HERA** — ●INNA MAKARENKO — Notkestrasse 85, DESY, Hamburg, Germany

At high collision energies accessible at ep collider HERA hard hadronic jets can be produced. At leading order, at low virtualities of the exchanged photon, two processes contribute to the jet production. In the direct photon process an almost real photon interacts as a point-like particle with a parton of the proton. In contrast in resolved processes the photon fluctuates to an hadronic state. The measurements of the

jet production give an important information about the structure of the photon and the proton. Dijet cross sections have been measured in the reaction  $ep \rightarrow e + \text{jet} + \text{jet} + X$  with the ZEUS detector using an integrated luminosity of  $189 \text{ pb}^{-1}$ . Differential cross sections are presented as functions of average jet transverse energy and pseudorapidity for dijet events with  $E_T^{\text{jet}1} > 21 \text{ GeV}$ ,  $E_T^{\text{jet}2} > 17 \text{ GeV}$ ,  $-1 < \eta^{\text{jet}1(2)} < 3$  for  $\gamma p$  centre-of-mass energies in range  $142 < W_{\gamma p} < 293 \text{ GeV}$  and photon virtuality  $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$ . In addition, the dijet cross section was measured as a function of the fraction of the incoming photon momentum taken by the dijet system. The dijet cross sections were also measured as functions of the dijet invariant mass,  $M_{jj}$  and scattering angle in the dijet centre-of-mass system for  $E_T^{\text{jet}1(2)} > 17 \text{ GeV}$ ,  $-1 < \eta^{\text{jet}1(2)} < 3$  and  $M_{jj} > 60 \text{ GeV}$ . Next-to-leading order calculations give a good description of the measurements. These measurements can be used to further constraint the gluon component of the proton parton density function at medium to high  $x$ .

T 26.5 Di 17:55 ZHG 009  
**Regularisierte Entfaltung von Detektoreffekten bei der Messung inklusiver Jet, Dijet und Trijet Wirkungsquerschnitte** — ●DANIEL BRITZGER<sup>1</sup>, GÜNTER GRINDHAMMER<sup>2</sup> und ROMAN KOGLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München

Es wird eine Methode der gleichzeitigen Entfaltung von Messungen der Wirkungsquerschnitte der inklusiven Jet-, der Dijet und Trijet Produktion, sowie der inklusiven tief-inelastischen Streuung bei hohem  $Q^2$  am H1 Experiment vorgestellt. Aufgrund von imperfekten Modellvorhersagen und unvermeidbaren Detektoreffekten, wie endliche Akzeptanz und Ungenauigkeiten der Jetenergiemessung, muss die Messung von Jetwirkungsquerschnitten für diese Effekte korrigiert werden. Hierfür wird eine regularisierte Entfaltung angewendet, bei der die generierten Observablen mit entsprechenden rekonstruierten Observablen nach der Detektorsimulation verknüpft werden. Durch die simultane Entfaltung können die Korrelationen aufgrund kinematischer Migrationen zwischen den Bins der einzelnen Messungen als auch die Korrelationen zwischen den verschiedenen Messungen bestimmt werden.

Es werden die Ergebnisse der inklusiven Jet-, der Dijet- und Trijetmessung vorgestellt und mit Vorhersagen der perturbativen QCD verglichen. Die erhaltenen Wirkungsquerschnitte werden unter Zuhilfenahme der vollständigen Korrelationen dazu verwendet die starke Wechselwirkungskonstante  $\alpha_s(M_Z)$  zu bestimmen.

T 26.6 Di 18:10 ZHG 009  
**Analyse erster Daten des ALFA Detektors bei ATLAS** — ●KRISTOF KREUTZFELDT, MICHAEL DÜREN, YONG LIU und HASKO STENZEL — Justus-Liebig-Universität Gießen

Der ALFA (Absolute Luminosity For ATLAS) Detektor befindet sich im Vorwärtsbereich des ATLAS-Experiments im LHC Tunnel ca. 240 m vom Wechselwirkungspunkt entfernt. Mit dem Detektor aus szintillierenden Fasern kann elastische pp-Streuung unter kleinsten Streuwinkeln gemessen werden. Der Detektor ist in Roman Pots untergebracht und kann unter speziellen Strahlbedingungen sehr nahe an den Strahl gefahren werden. Eine ersten Datennahme fand im Herbst 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  und Strahloptik mit  $\beta^* = 90 \text{ m}$  statt, mit dem Ziel der Messung des elastischen und totalen Wirkungsquerschnittes und des nuklearen Steigungsparameters. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der vorläufigen Analyse der Daten präsentiert.

T 26.7 Di 18:25 ZHG 009  
**The Castor calorimeter at the CMS experiment** — ●PAOLO GUNNELLINI — Desy, Notkestraße 85 D-22607 Hamburg

The CASTOR Calorimeter at the CMS experiment is an electromagnetic/hadronic calorimeter which covers the very forward region of the detector ( $-6.6 < \eta < -5.2$ ). CASTOR is a Cherenkov sampling calorimeter, consisting of quartz and tungsten plates, with an over-

all depth of 10 interaction lengths, able to detect penetrating cascade particles. It is segmented in 16 transversal and 14 longitudinal sections. Surrounding the beam pipe, its design is determined by space constraints and restricted to materials which tolerate a high radiation level. Initial performance studies of the calorimeter were performed with test beam measurements. In this presentation we report on the first operational experience and measurements with the CASTOR calorimeter during the 2010 data taking at the LHC, with proton-proton and heavy ion collisions. An overview of the broad physics program which can be accessed with CASTOR, as well as the status of ongoing physics analyses and detector studies are presented.

T 26.8 Di 18:40 ZHG 009

**Energy-calibration of the forward calorimeter CASTOR with particle decays in the CMS experiment** — ●HAUKE WÖHRMANN

— Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

The CMS(Compact Muon Solenoid) experiment is a detector system to analyse hadronic collisions at the LHC(Large Hadron Collider). For studying high energy physics CMS covers a large rapidity range at LHC. One subdetector of CMS to measure in this high rapidity region around 6 is the CASTOR(Centauro And STRange Object Research) calorimeter. CASTOR has an electromagnetic( $20 X_0$ ) and hadronic( $10 \lambda_I$ ) section where each is build of alternative layers of tungsten- and quartz-plates. The charged particles produce cherenkov-photons in this quartz-plates. Because of a residual magnetic field at the detector location an energy calibration is difficult. For this purpose we investigate the approach to use the electromagnetic two-body-decay of well known particles like Z or pi0. Therefore we run over  $50 pb^{-1}$  of data and determine clean electromagnetic signals in the detector.

## T 27: QCD mit schweren Eichbosonen 1

Zeit: Mittwoch 16:45–18:35

Raum: ZHG 009

### Gruppenbericht

T 27.1 Mi 16:45 ZHG 009

**Study of  $Zb(\bar{b})$ ,  $Z \rightarrow e^+e^-, \mu^+\mu^-$  production with the CMS detector** — ●NATALIE HERACLEOUS — RWTH-Aachen, I. Physikalisches Institut Ib

A study of the production of Z bosons in association with at least one b-jet and Z decaying into muons or electrons is studied. This analysis is performed by using proton-proton collisions delivered by the Large Hadron Collider (LHC) at a centre of mass energy of 7 TeV and with data recorded by the CMS detector in 2010 and 2011, representing an integrated luminosity of more than  $2 fb^{-1}$ . We require a final state of two well identified leptons and at least one b-tagged jet. The measurement of the  $Zb\bar{b}$  cross section is expected to provide an important test for QCD calculations. In addition,  $Zb\bar{b}$  is an irreducible background to the MSSM Higgs boson ( $b\bar{b}h/H/A$ ) discovery channel. The main backgrounds considered are the  $t\bar{t}$ , the  $Zc\bar{c}$  and  $Zq\bar{q}$  where  $q = u, d, s$ .

T 27.2 Mi 17:05 ZHG 009

**Measuring Associated Production of a b-jet and a Z-boson using ATLAS detector** — ●ROHIN NARAYAN — Institute of Physics, University of Heidelberg

Many new particles predicted by theories beyond the Standard Model of particle physics decay into jets and electroweak gauge bosons, W and Z. The search and study of these particles therefore require a very good understanding of the associated production of W/Z bosons and jets. In particular the associated production of a b-jet and a Z-boson is a dominant background for standard model Higgs searches.

The cross section for this process could also be used to measure the gluon distribution of the proton. Since the b-quark distribution is derived perturbatively from gluon distribution function a precise cross section measurement could constrain the gluon distribution of the proton.

First results of a measurement of associated production of a b-jet with a Z boson is presented along with various methods of tagging b-hadrons.

T 27.3 Mi 17:20 ZHG 009

**Inclusive  $Zb\bar{b}$  Cross Section Measurement at  $\sqrt{s} = 7 TeV$  with the ATLAS detector** — ●DAN VLADOIU, BONNIE CHOW, JOHANNES EBKE, JOHANNES ELMSHEUSER, CHRISTIAN MEINECK, MICHIEL SANDERS, DOROTHEE SCHAILE, and JONAS WILL — Ludwig-Maximilians-Universität München

A precise experimental measurement of the inclusive  $Zb\bar{b}$  cross section constitutes an important test for QCD theoretical predictions. Moreover,  $Zb\bar{b}$  production is an important background process in Higgs searches. Experimental results from LEP, Tevatron and LHC collaborations favour a light Standard Model (SM) Higgs boson, implying that the dominant Higgs boson decay is  $H \rightarrow b\bar{b}$ . For the associated Higgs production with a Z boson where  $H \rightarrow b\bar{b}$ ,  $Zb\bar{b}$  is not only the dominant but also an irreducible background for which the cross section and kinematics need to be known precisely. In the  $gg \rightarrow H \rightarrow 4l$  channel,  $Zb\bar{b}$  constitutes the largest reducible background. In this talk we present a study for the inclusive  $Zb\bar{b}$  production cross section using data from 2011 taken with the ATLAS detector at  $\sqrt{s} = 7 TeV$ .

T 27.4 Mi 17:35 ZHG 009

**Messung assoziierter  $Z^0$ -Boson- und b-Jet-Produktion bei CMS** — ●JOHANNES HAUKE, ACHIM GEISER und WOLF BEHRENHOF — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

In 2011 hat das CMS-Experiment Proton-Proton-Kollisionen des LHC-Beschleunigers bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV aufgezeichnet. Die Datenmenge von mehreren inversen Femtobarn liefert erstmals die Möglichkeit, Wirkungsquerschnitte seltenerer Prozesse der Größenordnung  $O(1-10 pb)$  bei dieser Energie zu messen, ohne dabei statistisch limitiert zu sein. Die assoziierte  $Z^0$ -Boson- und b-Jet-Produktion ( $b\bar{b}Z^0$ ) ist ein wichtiger Test perturbativer QCD-Rechnungen, und ein direkter Untergrundprozess für diverse Analysen wie Top-Paar-Produktion oder mögliche Higgs-Kanäle. Möglicherweise kann unter weiterer Verbesserung der Messpräzision die Unsicherheit der b-PDF (Parton-Dichte-Funktion der b-Quarks im Proton) reduziert werden.

Der Wirkungsquerschnitt von  $b\bar{b}Z^0$  wird mittels der Selektion eines  $Z^0$  und mindestens eines b-Jets bestimmt. Die Identifikation des  $Z^0$  erfolgt im dimyonalen Zerfallskanal, während die b-Jets anhand der Signifikanz eines rekonstruierten Sekundärvertexes auf Grund der Lebensdauer der b-Mesonen ermittelt werden. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse des CMS-Experiments vorgestellt, und besonderes Augenmerk auf die Bestimmung des nach finaler Selektion dominierenden Top-Paar-Untergrundes gelegt.

T 27.5 Mi 17:50 ZHG 009

**Messung des  $Z+bb$  Wirkungsquerschnitts mit dem ATLAS-Experiment** — ●DENNIS HELLMICH, SONJA HILLERT und NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Die Produktion eines Z-Bosons in Assoziation mit zwei b-Quarks stellt einen irreduziblen Untergrund für Suchen nach einem leichten Higgs-Boson im ZH-Produktionskanal dar, da das Higgs-Boson in diesem Massenbereich vorwiegend in ein b-Quark Paar zerfällt. Auch für schwere Higgs-Bosonen die in zwei Z-Bosonen zerfallen und für die assoziierte, supersymmetrische Higgs Produktion stellt  $Z+bb$  einen wichtigen Untergrund dar.

In diesem Vortrag wird die Messung des  $Z+bb$  Wirkungsquerschnitts am ATLAS-Detektor bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 TeV$  präsentiert. Endzustände mit Z-Bosonen und zwei leichten Jets sind dem Signal kinematisch sehr ähnlich. Der Signalanteil an einem Datensatz mit einem Z und zwei Jets im Endzustand lässt sich deshalb in Daten nur mit statistischen Verfahren bestimmen. Nach einem Überblick über die Analyse liegt der Fokus des Vortrags deshalb auf der Beschreibung eines Fitverfahrens zur Bestimmung dieses Anteils, sowie dessen Optimierung, Validation und Ergebnis.

T 27.6 Mi 18:05 ZHG 009

**Measurement of the  $Z \rightarrow \tau\tau$  cross section in proton proton collisions with the ATLAS experimen** — ●DANIELE CAPRIOTTI, OLIVER KORTNER, SANDRA KORTNER, and HUBERT KROHA — Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland

A measurement of the  $Z \rightarrow \tau\tau$  cross section is presented with about  $1.5 fb^{-1}$  of data collected during 2011 by the ATLAS detector at the Large Hadron Collider. The selection of a high-purity  $Z \rightarrow \tau\tau$  sample, where one of the two  $\tau$ -leptons decays hadronically and the other

one leptonically, is challenging due to the several orders of magnitude larger multi-jet background. The cross section, including determination of the muon efficiencies from data, and the estimation of the multi-jet background with a data driven technique are described.

T 27.7 Mi 18:20 ZHG 009

**Messung des Produktionswirkungsquerschnittes für den Prozess  $Z \rightarrow \tau\tau$  in Proton-Proton-Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV mit ATLAS.** — ●FRANK SEIFERT, WOLFGANG MADER und ARNO STRAESSNER — Institut für Kern- und Teilchenphysik, TU Dresden

Die Messung des Standardmodell-Prozesses  $Z \rightarrow \tau\tau$  bei LHC-Energien dient sowohl der Überprüfung der entsprechenden theoretischen Standardmodell-Vorhersagen als auch dem Verständnis eines wichtigen

Untergrundbeitrags zur Suche nach dem Higgs-Boson im Zerfallskanal  $H \rightarrow \tau\tau$ .

In diesem Vortrag wird ein Überblick über die Messung des Produktionswirkungsquerschnittes für den Prozess  $Z \rightarrow \tau\tau$  am ATLAS Detektor gegeben.

Die hier betrachtete Messung befasst sich insbesondere mit dem Endzustand, in dem eines der Tau-Leptonen leptonisch in ein Elektron oder Myon und das zweite hadronisch zerfällt.

Die Analyse umfasst eine Datenmenge von  $1.5 \text{ fb}^{-1}$ , die im Jahr 2011 mit dem ATLAS-Detektor aufgezeichnet wurde. Der Schwerpunkt wird auf die Analyse der Eventselektion für die Wirkungsquerschnittsmessung selbst gelegt. Techniken zur Untergrundabschätzung werden eingehend diskutiert.

## T 28: QCD mit schweren Eichbosonen 2

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 009

T 28.1 Do 16:45 ZHG 009

**Studien differentieller Jetraten in Ereignissen mit einem W-Boson mit dem ATLAS-Experiment** — KRISTIN LOHWASSER, FRANK SIEGERT und ●MATTHIAS WERNER — Physikalisches Institut, Universität Freiburg

Physik am LHC ist dominiert durch die starke Wechselwirkung (QCD). Die stark wechselwirkenden Anfangszustände und der große zur Verfügung stehenden Phasenraum ergeben für jeden harten Prozess eine signifikante Wahrscheinlichkeit zusammen mit einem oder mehreren Jets erzeugt zu werden. Daher ist ein gutes Verständnis der QCD ein essentieller Bestandteil vieler Messungen am LHC. Ereignisse mit einem W-Boson und Jets bieten eine ideale Grundlage um die bisherigen Kenntnisse der QCD zu testen und gegebenenfalls zu verbessern. In diesem Vortrag werden Studien zu differentiellen Jetraten in Ereignissen mit einem W-Boson vorgestellt. Hierzu wird der kt-Jet-Algorithmus verwendet, und das Abstandsmaß dieses Algorithmus als messbare Observable etabliert. Der kt-Jet-Algorithmus ist hierzu von besonderem Interesse, da das verwendete Abstandsmaß eine Interpretation als QCD-Entwicklung zulässt.

T 28.2 Do 17:00 ZHG 009

**Bestimmung der Elektron-Identifikationseffizienz mit dem Prozess  $W \rightarrow e\nu$  am ATLAS-Experiment** — ●PHILIP SOMMER, KRISTIN LOHWASSER und KARL JAKOBS — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Als Bestandteil der Endzustände vieler Prozesse des Standardmodells und neuer Physik bilden Elektronen die Grundpfeiler vieler Analysen. Um präzise Messungen dieser Prozesse durchführen zu können, ist die genaue Kenntnis der Identifikationseffizienz für Elektronen unabdingbar. Diese wird am ATLAS-Experiment gegenwärtig an den Zerfallsprodukten von W- und Z-Bosonen sowie  $J/\psi$ -Mesonen für die verschiedenen Identifikationskriterien untersucht. Das verwendete "Tag & Probe" Verfahren wird hier am Beispiel des Prozesses  $W \rightarrow e\nu$  vorgestellt.

T 28.3 Do 17:15 ZHG 009

**Messung des W + charm-Quark Wirkungsquerschnitts mit Daten des ATLAS-Experiments am LHC** — GEORGES AAD, ●HANNAH ARNOLD, KARL JAKOBS, KRISTIN LOHWASSER und CHRISTIAN WEISER — Physikalisches Institut, Universität Freiburg

Eine genaue Kenntnis der Verteilung der Partonen, das heisst der Quarks und Gluonen, im Proton ist eine Grundvoraussetzung für präzise Vorhersagen der an Hadron-Beschleunigern zu beobachtenden Prozesse. Die Messung der Partonverteilungsfunktionen (PDFs) des Protons mit höherer Genauigkeit ist von großer Bedeutung, da die Unsicherheit der PDFs die systematischen Unsicherheiten von Theorievorhersagen dominieren. Die Produktion eines W-Bosons in Verbindung mit einem charm-Quark erfolgt bei einer Proton-Proton-Kollision vorherrschend durch die Fusion eines Gluons mit einem strange-Quark:  $sg \rightarrow W^-c, \bar{s}g \rightarrow W^+\bar{c}$ . Daher ist der W+c-Wirkungsquerschnitt direkt sensitiv auf die PDF des s-Quarks und seine Messung stellt neben einem Test für Berechnungen des Standardmodells auch eine Möglichkeit dar, die Unsicherheiten der s-Quark PDF einzuschränken. In diesem Vortrag werden Studien zur Messung des W+c-Wirkungsquerschnitts unter Ausnutzung des semileptonischen Zerfalls von charm-Hadronen in Myonen vorgestellt. Die dazu verwendeten Daten wurden 2011 am

ATLAS-Experiment, das sich am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf befindet, bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV aufgezeichnet.

T 28.4 Do 17:30 ZHG 009

**Measurement of the production cross section for heavy quark jets in association with a W boson with the ATLAS detector at the LHC** — ●MARCO VANADIA, OLIVER KORTNER, and HUBERT KROHA — Max Planck Institut für Physik, München

The study of the production of charm and bottom quark jets in association with W bosons in pp collisions at the LHC is an important test of Standard Model predictions, and provide constraints on the parton distribution functions of the proton. These processes also constitute backgrounds for many Standard Model and beyond Standard Model processes, including Higgs and SUSY production.

Data collected by the ATLAS experiment in 2010 were used to measure the cross section for the production of W bosons in association with bottom quarks, applying secondary vertex based b-jet tagging algorithms. The high statistics data collected in 2011 will allow for a cross section measurement for W + charm quark production, using semileptonic decays of the charm quark.

T 28.5 Do 17:45 ZHG 009

**Messung des W-Boson Paar-Produktionswirkungsquerschnitts mit dem ATLAS-Experiment am LHC** — ●JOHANNES EBKE, BONNIE CHOW, JOHANNES ELMSHEUSER, CHRISTIAN MEINECK, MICHEL SANDERS, DOROTHEE SCHAILE, DAN VLADOIU und JONAS WILL — Ludwig-Maximilians-Universität München

Es wird eine Messung des W-Boson Paar-Produktionswirkungsquerschnitts  $\sigma_{WW}$  in pp-Kollisionen mit Daten des ATLAS-Experiments am LHC vorgestellt. Die Messung von  $\sigma_{WW}$  bietet gute Möglichkeiten, die nicht-abelsche Struktur des Standardmodells zu testen und ist sensitiv auf neue Phänomene jenseits des Standardmodells, wie anomale trilineare Kopplungen oder die Produktion neuer Teilchen wie z.B. das Higgs-Boson. Der Zerfall von zwei W-Bosonen in hochenergetische Leptonen ist dabei der bevorzugte Kanal zur Messung von  $\sigma_{WW}$ . Abschätzungen von Hintergrundprozessen und systematischen Unsicherheiten werden vorgestellt.

T 28.6 Do 18:00 ZHG 009

**Data driven estimate of the hadronic recoil in W events with the ATLAS detector** — ●GIOVANNI SIRAGUSA — Julius-Maximilians-Universität, Würzburg, Deutschland

In W boson semi-leptonic decays, the reconstruction of the kinematic of the event is complicated by the presence of the neutrino that escapes the detection. On the other hand, the measurement with a high degree of accuracy of fundamental SM parameters, like the W mass, requires a proper knowledge of the event kinematic.

In order to reduce the systematic uncertainties associated to a non perfect MC simulation, a data driven technique was developed. It relies on the assumption that, for a given event topology, the level of hadronic activity is similar between W and Z events.

The hadrons recoiling against a boson (the so called hadronic recoil) have to balance the boson transverse momentum. In particular, in Z boson decays it is possible to parametrise the distribution of the hadronic recoil in terms of the boson transverse momentum ( $p_T$ ) and of

the total transverse momentum in the event. The resolution functions obtained in this way can be used to smear the  $W$  recoil at MC-truth level, without relying explicitly on detector simulations. The method will be illustrated together to the measurement of the  $W$  transverse momentum with the ATLAS detector. Further improvements, that are foreseen in view of the measurement of the  $W$  mass, will be also shown.

T 28.7 Do 18:15 ZHG 009

**Eine Methode zur Messung des Verhältnisses  $BR(W \rightarrow \tau\nu)/BR(W \rightarrow \mu\nu)$  mit dem ATLAS-Detektor** — ●MATHIAS UHLENBROCK, PHILIP BECHTLE und KLAUS DESCH — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Eine der Hauptaufgaben des Physikprogramms der Experimente am Large Hadron Collider (LHC) ist neben der Suche nach bisher unbekanntem Phänomenen eine möglichst präzise Vermessung des Standardmodells.

Sowohl die kombinierten Messungen am Large Electron-Positron Collider (LEP) als auch die jüngsten Messungen am LHC weisen auf einen größeren Wert des Wirkungsquerschnitts  $\sigma(pp \rightarrow W) \times BR(W \rightarrow \tau\nu)$  im Vergleich zu den entsprechenden Wirkungsquerschnitten der ersten beiden Generationen hin. Dies würde u.a. zu einem Verhältnis  $BR(W \rightarrow \tau\nu)/BR(W \rightarrow \mu\nu)$  verschieden von 1, im Widerspruch zu einer angenommenen Leptonenuniversalität im Standardmodell führen.

In diesem Vortrag wird eine auf Template-Fits basierende Methode vorgestellt, die eine Messung des Verhältnisses  $BR(W \rightarrow \tau\nu)/BR(W \rightarrow \mu\nu)$  auf Prozent-Niveau mit dem ATLAS-Detektor anstrebt. Hierbei erlaubt die Beschränkung auf myonisch zerfallende Taus die simultane Selektion der beiden Prozessklassen. Die Genauigkeit wird dann sowohl durch die hohe Anzahl der erzeugten Signalereignisse als auch durch die geringen systematischen Unsicherheiten im Myon-Kanal erreicht.

T 28.8 Do 18:30 ZHG 009

**Fake estimation and its application on the measurement of processes with multi-lepton final states in ATLAS at the example of ZZ production** — NEKTARIOS BENEKOS<sup>1</sup>, ●JOCHEN

MEYER<sup>2</sup>, and THOMAS TREFZGER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Department of Physics, University of Illinois, Urbana IL — <sup>2</sup>Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

In proton-proton collisions the Z boson pair production and a following decay into two lepton pairs, either muons or electrons, has a predicted combined cross-section of approx. 29 fb. Due to the geometrical and kinematic acceptance as well as lepton selection criteria the number of observed events is further reduced. With a better understanding of the ATLAS detector, especially of its Muon Spectrometer it is possible to extend the acceptance of muons up to a pseudo rapidity of 2.7 which has a non negligible impact on the number of candidate events respectively the statistical uncertainty of the measured ZZ production cross-section. A very precise measurement of this quantity is important since it could give hints at the Higgs or models beyond the standard model like an anomalous gauge boson coupling. In addition to the current result of ATLAS there are dedicated selection criteria for muons in the far forward region and the related fake estimation presented.

T 28.9 Do 18:45 ZHG 009

**Triggerstudien für Ereignisse mit hadronisch zerfallenden Tau-Leptonen bei CMS** — VLADIMIR CHEREPANOV, GÜNTER FLÜGGE, ●BASTIAN KARGOLL, IAN M. NUGENT, LARS PERCHALLA, PHILIP SAUERLAND und ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen

Das Tau-Lepton tritt in den Endzuständen vieler wichtiger Prozesse am LHC auf. Aufgrund seiner großen Masse zerfällt es nach kurzer Zeit nicht nur in leichtere Leptonen, sondern auch in Hadronen, die dann detektiert werden können. Der CMS-Detektor ist mit dem Particle-Flow-Algorithmus in der Lage, auch diese hadronischen Zerfälle des Tau-Leptons zu identifizieren und zu rekonstruieren.

Die Ähnlichkeit zwischen Tau-Leptonen und Jets stellt hohe Anforderungen an die Triggersysteme der LHC-Experimente. Diese können nicht auf die gesamte Detektorinformation zugreifen und sind zudem in der Rechenzeit beschränkt. Es werden Möglichkeiten vorgestellt, Kanäle mit hadronischen Tau-Zerfällen im hardwarebasierten Level-1-Triggersystem und mithilfe des High-Level-Triggers des CMS-Detektors zu identifizieren.

## T 29: QCD mit schweren Eichbosonen 3

Zeit: Freitag 8:15–10:30

Raum: ZHG 009

T 29.1 Fr 8:15 ZHG 009

**Messung des differentiellen Wirkungsquerschnittes der Produktion von Z-Bosonen mit dem ATLAS-Experiment** — FRANK ELLINGHAUS, ●JAN SENDLER und STEFAN TAPPROGGE — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55099 Mainz

In diesem Vortrag wird die Messung des differentiellen Wirkungsquerschnittes der Produktion von Z-Bosonen in Abhängigkeit von der Rapidität  $y$  mit einem Elektron-Positron-Paar im Endzustand beschrieben. Das Ziel ist, daraus Rückschlüsse auf die Partondichtefunktion des Protons zu ziehen. Der Messung liegt die gesamte Datenmenge aus Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV zugrunde, die im Jahr 2011 mit dem ATLAS-Detektor am Large Hadron Collider aufgenommen wurde. Es wird gezeigt, wie Elektronen in ATLAS identifiziert und aus diesen durch geeignete Schnitte die Elektronen aus dem Zerfall der Z-Bosonen selektiert werden. Um mit der Messung einen möglichst großen Rapiditätsbereich ( $0 \leq |y| < 3,6$ ) abzudecken, müssen insbesondere Elektronen mit großen Pseudorapiditäten ( $|\eta| > 2,5$ ) berücksichtigt werden. Diese Vorwärts-Elektronen zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht mehr im Spursystem des Detektors nachgewiesen werden können und werden daher speziell diskutiert. Daneben werden die Akzeptanz- und Effizienzkorrekturen vorgestellt, die der Berücksichtigung der nicht perfekten Raumabdeckung und Nachweis-Effizienz des Detektors dienen. Außerdem wird die Behandlung des Untergrundes beschrieben.

T 29.2 Fr 8:30 ZHG 009

**Messung der Winkelverteilung in  $Z \rightarrow \mu\mu$  Ereignissen am ATLAS Experiment** — ●KRISTOF SCHMIEDEN, JAN THERHAAG, KLEMES MÜLLER, GÖTZ GAYCKEN und NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Vorgestellt wird eine Messung des elektroschwachen Mischungswinkels

$\sin^2 \Theta_W^{eff}$  und des Gluonspins aus der Zerfallswinkelverteilung von  $Z \rightarrow \mu\mu$  Ereignissen. Ausgewertet wurden die mit dem ATLAS Experiment aufgezeichneten Daten der pp-Kollisionen des letzten Jahres bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ , die einer integrierten Luminosität von  $4.6 \text{ fb}^{-1}$  entsprechen.

T 29.3 Fr 8:45 ZHG 009

**Messung der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie mit Elektronen am ATLAS-Experiment.** — REGINA CAPUTO, ●SEBASTIAN KÖNIG und STEFAN TAPPROGGE — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55099 Mainz

Der Zerfall von  $Z^0/\gamma^*$  in Elektron-Positron-Paaren besitzt eine messbare Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie ( $A_{FB}$ ), die die unterschiedliche Kopplung des neutralen Stroms an Fermionen bzw. Antifermionen beschreibt. Daraus lassen sich am  $Z^0$ -Pol bzw. in Abhängigkeit der invarianten  $f\bar{f}$ -Masse Rückschlüsse auf den Wert des Standardmodellparameter  $\sin^2 \theta_{eff}$ , den effektiven schwachen Mischungswinkel, machen. In diesem Beitrag wird eine Studie dieser Observablen mit Daten der ATLAS-Kollaboration des Jahres 2011 aus  $pp$ -Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  präsentiert. Durch Einbeziehen von Elektronen-Kandidaten aus den Vorwärts-Kalorimetern, in einem Winkelbereich von  $2,5 < |\eta| < 4,9$ , kann der verfügbare Rapiditätsbereich für  $Z^0$ -Boson-Kandidaten erweitert und eine höhere Sensitivität bei der  $A_{FB}$ -Messung erreicht werden. Da es bei Proton-Proton-Collidern wie dem LHC keine Vorzugsrichtung bei der Quark-Antiquark-Annihilation gibt, muss die Referenzrichtung für die Bestimmung der Asymmetrie an anderen Größen festgemacht werden. Es wird der aktuelle Status der Messung, sowie der Einfluss wichtiger Korrekturen diskutiert. Dabei soll auf Beiträge von Untergrundabschätzungen, Ladungsfehlmessung, Massenmigration, Quarkrichtungsfehlabeschätzung und Akzeptanzkorrekturen eingegangen werden.

T 29.4 Fr 9:00 ZHG 009

**Messung des Drell-Yan Wirkungsquerschnittes mit Hilfe von Elektron-Positronpaaren bei ATLAS** — FRANK ELLINGHAUS, STEFAN TAPPROGGE und SIMON WOLLSTADT — Institut fuer Physik, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55099 Mainz

Mit dem LHC bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV ist es möglich den Drell-Yan Prozess bei den bisher hoechsten invarianten Massen mit Vorhersagen basierend auf dem Standardmodell zu vergleichen. Der ATLAS Detektor hat im Jahr 2011 bei Proton-Proton Kollisionen eine Datenmenge von  $\int \mathcal{L} dt = 5\text{fb}^{-1}$  aufgezeichnet. Mit Hilfe dieser Daten wird der Drell-Yan Wirkungsquerschnitt anhand des Zerfalls in Elektron-Positronpaare bestimmt. Die Messung wird differentiell bezüglich der invarianten Masse des Zwischenzustandes durchgeführt. Neben dem Ergebniss der Analyse werden die Methoden zur Bestimmung des Untergrundes, der Effizienz und der Akzeptanz vorgestellt. Ebenso wird auf die systematischen Unsicherheiten eingegangen.

T 29.5 Fr 9:15 ZHG 009

**Messung des inklusiven und differentiellen  $Z(\rightarrow e^+e^-) +$  Jets Wirkungsquerschnittes bei ATLAS** — KATHARINA BIERWAGEN, ULLA BLUMENSCHNEIN und ARNULF QUADT — 2. Physikalisches Institut Georg-August Universität Göttingen

Die Messung des  $Z(\rightarrow e^+e^-) +$  Jets Wirkungsquerschnittes in Hadron-Kollidern stellt nicht nur einen wichtigen Test der perturbativen QCD dar, sondern ermöglicht die Abschätzung des Untergrundes für Suchen nach dem Higgs-Boson und nach neuer Physik. Die Studie beschreibt die Messung des inklusiven und differentiellen  $Z(\rightarrow e^+e^-) +$  Jets Wirkungsquerschnittes in den Daten vom ATLAS-Detektor bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV. Ein Schwerpunkt der Messung liegt auf der räumlichen Separation der zwei führenden Jets in Ereignissen mit mindestens zwei Jets, da diese insbesondere für Vektor-Boson-Fusions-Prozesse von Interesse sind. Die Ergebnisse werden auf Hadron-Ebene mit NLO-Theorievorhersagen und Generatorvorhersagen verglichen.

T 29.6 Fr 9:30 ZHG 009

**Messung des doppelt-differentiellen  $p+p \rightarrow Z \rightarrow e^+e^-$  Wirkungsquerschnitts am LHC mit ATLAS** — SEBASTIAN SCHMITT<sup>1</sup>, ANDRÉ SCHÖNING<sup>1</sup> und ALEXANDER GLAZOV<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Heidelberg — <sup>2</sup>DESY, Hamburg

Basierend auf dem gesamten Datensatz des ATLAS-Experiments am LHC aus dem Jahr 2011 von über  $5\text{fb}^{-1}$  integrierter Luminosität wird der doppelt-differentielle Wirkungsquerschnitt  $d^2\sigma/dp_T^2 dy^Z$  des Prozesses  $p+p \rightarrow Z \rightarrow e^+e^-$  bestimmt.

Die präzise Untersuchung der Produktionsrate des Z-Bosons erlaubt Rückschlüsse auf die Verteilung der Partonen im Proton (parton density functions, PDF). Eine genaue Kenntnis der PDFs ist für alle Messungen am LHC von großer Bedeutung.

Die Unsicherheit der Messung ist durch die systematischen Fehler in der Beschreibung von Detektoreffekten wie z. Bsp. der Elektronenidentifikation und der Bestimmung der Akzeptanzen dominiert.

Dieser Vortrag stellt eine erste Messung des doppelt-differentiellen Wirkungsquerschnitts von Z-Bosonen bei ATLAS vor und vergleicht diese mit verschiedenen PDF-Vorhersagen.

T 29.7 Fr 9:45 ZHG 009

**Messung der Verteilung von Transversalimpuls und Rapidität von Z-Bosonen in Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV mit ATLAS** — KLEMENS MÜLLER, GÖTZ GAYCKEN und NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Präsentiert wird die Messung der Verteilung von Transversalimpuls und Rapidität von Z Bosonen in Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV anhand von  $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$  Zerfällen die vom ATLAS Experiment aufgezeichnet wurden. Der Transversalimpuls der Z Bosonen wird hier primär durch QCD Strahlung im Anfangszustand generiert. Da der Transversalimpuls mit geringer Unsicherheit aus der Messung der Zerfallsmyonen rekonstruiert werden kann, erlaubt dies eine präzise Messung der QCD Dynamik, unabhängig vom detaillierten Verständnis des hadronischen Rückstoßsystems. Die Messung der Rapiditätsverteilung ist sensitiv auf die Proton-Strukturfunktionen, im besonderen im Bereich kleiner Impulsbruchteile des Protons. Kleinere experimentelle Unsicherheiten und die Erweiterung zu höheren Transversalimpulsen im Vergleich zu bisherigen Messungen erlauben noch stringenter Tests von Vorhersagen perturbativer und resumierter QCD als auch von MC Generatoren.

T 29.8 Fr 10:00 ZHG 009

**Kalibrierung der Jet-Energieskala des CMS Detektors mit Z+Jet Ereignissen bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV** — JORAM BERGER<sup>1</sup> und THOMAS HAUTH<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>CERN

Am LHC wurden im Jahr 2011 in großer Zahl Z-Bosonen erzeugt. Damit kann anhand des Zerfallskanals  $Z \rightarrow \mu\mu + \text{Jet}$  die absolute Jet-Energieskala verschiedener Detektorkomponenten bestimmt werden. Genaue Kenntnis dieser Skala ist für physikalische Analysen, welche die Energie von Jets mit einbeziehen, von großer Bedeutung.

Dazu werden Ereignisse verwendet, bei denen der Transversalimpuls eines Z-Bosons mit genau einem Jet ausbalanciert ist. Aus dem Vergleich der beiden Impulse können Kalibrierungsfaktoren gewonnen werden, mit denen die Messungen der Detektorkomponenten korrigiert werden.

Mit im Jahr 2011 gesammelten Daten bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV ist es nun möglich, eine datengetriebene Kalibration anhand von  $Z \rightarrow \mu\mu + \text{Jet}$  Ereignissen mit hoher Präzision durchzuführen. Die Verwendung dieser Ereignisse bietet mehrere Vorteile. Zum einen ist der CMS Detektor in der Lage, die Kinematik von Myonen sehr genau zu bestimmen. Zum anderen erlaubt die eindeutige Signatur des Zerfalls eine sehr saubere Auswahl der Ereignisse, welche in die Kalibration einfließen.

In diesem Vortrag werden die entwickelte Methode vorgestellt und die Ergebnisse mit Daten aus dem Jahr 2011 präsentiert. Hierzu wird die mit Monte-Carlo Simulationen errechnete Energiekorrektur überprüft und ein datenbasierter Korrekturfaktor bestimmt.

T 29.9 Fr 10:15 ZHG 009

**Studying the Underlying Event in  $Z \rightarrow e^+e^-$  using Hadron Collider Event Shapes at the LHC** — HOLGER SCHULZ<sup>1</sup>, GERHARD BRANDT<sup>2</sup>, FRANK KRAUSS<sup>3</sup>, HEIKO LACKER<sup>1</sup>, MICHAEL LEYTON<sup>1</sup>, MARTIN MAMACH<sup>1</sup>, and DANIEL WEYH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>HU Berlin — <sup>2</sup>Oxford — <sup>3</sup>IPPP Durham

The Underlying Event (UE) is an irreducible background at any hadron collider such as the LHC. Its understanding requires phenomenological models as it cannot be calculated within perturbative QCD. Most of the activity of the UE comes from the phenomenon of multiple-parton-interactions which is studied with the analysis presented here.

A key part of this analysis is the isolation and removal of particles coming from the hard sub-process in  $pp \rightarrow Z+X$  events where the Z boson is reconstructed in the  $e^+e^-$  decay channel. By selecting Z bosons with very low momentum transverse to the beam axis, events with an accompanying recoil jet are efficiently suppressed. After removing of all tracks associated to the leptons from the event, various inclusive event shapes are calculated using the remaining charged particles which stem from the UE.

## T 30: Elektroschwache Physik

Zeit: Donnerstag 16:45–18:15

Raum: ZHG 105

T 30.1 Do 16:45 ZHG 105

**Elektroschwache Bosonen im LHCb Experiment** — ALBERT BURSCHKE — Physik Institut – Universität Zürich, Zürich, Schweiz

Der LHCb Detektor ist voll instrumentiert in der Vorwärtsregion und kann daher in dieser interessanten Region des Phasenraums Messungen durchführen. Mit den 2010 genommenen Daten konnten mehrere Vorhersagen der elektroschwachen Wechselwirkung getestet werden.

Dazu gehören  $W$  und  $Z$  Produktion,  $W$  Ladungsasymmetrie und das Verhältnis von  $\sigma_{W^+}$  zu  $\sigma_{W^-}$ . Diese Messungen sind sensitiv auf die Partondichtefunktion des Protons und liefern wichtige Informationen zur Bestimmung der Partondichten bei kleinem Björken- $x$ . Mithilfe der exzellenten Teilchenidentifikation in LHCb sollte es in Zukunft sogar möglich sein, individuelle Quark Flavour in Proton zu bestimmen. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der elektroschwachen Analysen bei LHCb zusammengefasst, sowie ein Ausblick auf geplante Erweiterungen.

rungen mit Jets im Endzustand präsentiert.

T 30.2 Do 17:00 ZHG 105

**Reconstruction of the diTau mass in  $Z \rightarrow \tau\tau$  events with the ATLAS Detector** — ●DESPOINA EVANGELAKOU — G-A Universitaet Goettingen

The third lepton generation is of highest importance for the physics at the LHC, in particular for Standard Model measurements and searches for new physics such as the Higgs boson. The  $Z \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow$  lepton-hadron decay is used here to test different reconstruction methods for the  $\tau\tau$  mass.

For the studies the data collected with the ATLAS detector during the 2011 run of the LHC is used, and the relatively clean signature of the  $Z \rightarrow \tau^+\tau^-$  lepton hadron channel. The methods considered are the effective mass, the collinear approximation, the mass bound ( $m_{\text{Bound}}$ ), the “true” transverse mass ( $m_{\text{True}}$ ) and the missing mass calculator (MMC).

T 30.3 Do 17:15 ZHG 105

**Z-Boson-Produktion durch Vektor-Boson-Fusion am ATLAS-Experiment** — ●JULIA FISCHER und CHRISTIAN ZEITNITZ — Universität Wuppertal

Die Produktion des Z-Bosons in Assoziation mit zwei Jets wird am LHC durch Prozesse mit zwei Jets aus QCD-Prozessen dominiert. Ein kleiner Beitrag wird aber durch reine elektroschwache Prozesse geliefert, den dominierenden Anteil bildet hierbei die Produktion des Z-Bosons durch Vektor-Boson-Fusion. Dieser Prozess weist ähnliche kinematische Eigenschaften wie der Prozess der Higgs-Bosons-Produktion durch Vektor-Boson-Fusion auf und liefert somit einen wichtigen Untergrund bei der Higgs-Entdeckung. In der Studie sollen die Möglichkeiten des Nachweises der Z-Boson-Produktion durch Vektor-Boson-Fusion vorgestellt werden. Neben einer Vorstudie auf Parton-Niveau, bei der der Schwerpunkt auf der Möglichkeit der Trennung des VBF-Z-Signals vom Z-Untergrund lag, werden erste Untersuchungen mit den Daten des ATLAS-Experiments präsentiert.

T 30.4 Do 17:30 ZHG 105

**$Z \rightarrow \mu^-\mu^+\gamma$ -Analyse bei CMS am LHC** — ●OTTO HINDRICHS und FRANK RAUPACH — RWTH 1B

Basierend auf einer Luminosität von etwa  $5\text{fb}^{-1}$  wird eine Analy-

se der Reaktion  $pp \rightarrow \mu^-\mu^+\gamma$  präsentiert. Damit kann die Gültigkeit des Standardmodells überprüft werden, da die Möglichkeit besteht die Selbstwechselwirkung der Eichbosonen über eine trilineare Eichbosonkopplung zu studieren. Die Stärken dieser Kopplungen sind vom Standardmodell vollständig vorhergesagt. Deshalb weisen gemessene Abweichungen auf neue Physik jenseits des Standardmodells hin (neue fundamentale Teilchen, neue Wechselwirkungen). In dieser Analyse erfolgt die Extraktion des Signals durch das Anpassen von Templates einer Shower Shape Variablen. Die Templates selbst können aus den Daten gewonnen werden. Bisher konnten keine Abweichungen vom Standardmodell beobachtet werden. Der Wirkungsquerschnitt von  $pp \rightarrow \mu^-\mu^+\gamma$  für  $\Delta R(\mu, \gamma) > 0.7$  wird gemessen.

T 30.5 Do 17:45 ZHG 105

**Messung des  $W\gamma\gamma$  Wirkungsquerschnitts mit dem ATLAS-Experiment** — ●VEIT SCHARF — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg

Mit einer integrierten Luminosität von  $5\text{fb}^{-1}$  übertrifft die vom ATLAS-Experiment in 2011 aufgezeichnete Datenmenge die Erwartungen deutlich. Dadurch wird die Messung seltener Prozesse, wie etwa die bisher noch nicht beobachtete  $W\gamma\gamma$ -Produktion, möglich. Eine Bestimmung des  $W\gamma\gamma$ -Wirkungsquerschnitts ermöglicht die Messung der Drei- und Vierboson-Kopplungen. Dieser Beitrag zeigt die Selektion der Signal-Ereignisse und eine Abschätzung der dominanten Untergründe sowie erste Ergebnisse.

T 30.6 Do 18:00 ZHG 105

**Perspectives of tau polarization measurements at the LHC** — ●VLADIMIR CHEREPANOV, GUENTER FLUEGGE, BASTIAN KARGOLL, IAN M. NUGENT, LARS PERCHALLA, PHILIP SAUERLAND, and ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen

A first measurements of the  $\tau$ -lepton polarization and its forward-backward ( $A_{pol}^{FB}$ ) asymmetry at the  $Z^0$  resonance was performed at LEP. Today, the LHC with  $\sim 10^5 Z \rightarrow \tau\tau$  decays recorded, opens the wide opportunities for testing electroweak Standard Model with  $\tau$ -leptons and measuring  $\tau$ -lepton polarization and its asymmetry. The special challenges at the LHC are the huge QCD background and the unknown  $\tau$ -lepton energy. The studies on  $\tau$ -lepton polarization at the LHC using  $Z \rightarrow \tau\mu\tau_3\pi$  final state are presented.

**T 31: Neutrinophysik mit Beschleunigern**

Zeit: Freitag 9:20–10:30

Raum: ZHG 105

**Gruppenbericht**

T 31.1 Fr 9:20 ZHG 105

**The OPERA Experiment – Neutrino Oscillation Search** — ●ANNIKA HOLLNAGEL for the OPERA-Hamburg-Collaboration — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761, Hamburg

The primary goal of the OPERA long-baseline neutrino oscillation experiment is the first direct detection of  $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$  oscillations. The hybrid OPERA detector consists of a target made from lead and photo emulsions, providing micrometric resolution, and electronic detector parts for on-line readout. It is located in the LNGS underground laboratory, at a baseline of 730 km from the SPS at CERN, where the  $\nu_\mu$  CNGS beam is produced.

The measurement of  $\nu_\tau$  appearance relies on the detection of the decay of  $\tau$  leptons which are created in  $\nu_\tau$  charged current reactions. Data acquisition started in 2008, and numerous beam-induced events have been recorded, including the observation of a first  $\nu_\tau$  candidate event in 2009.

In this talk, the current status of the oscillation analysis will be presented.

**Gruppenbericht**

T 31.2 Fr 9:40 ZHG 105

**The OPERA Neutrino Velocity Measurement: Analysis details** — ●TORBEN FERBER for the OPERA-Hamburg-Collaboration — Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

The OPERA neutrino experiment at the underground Gran Sasso Laboratory has measured the velocity of neutrinos from the CERN CNGS beam over a baseline of about 730 km. An early arrival time of CNGS muon neutrinos with respect to the one computed assuming the speed of light in vacuum was measured. Details on the statistical analysis of

the nominal beam data sample and the short-bunch analysis as well as additional cross checks and an outlook of upcoming measurements are discussed.

T 31.3 Fr 10:00 ZHG 105

**Diskriminierung von NC  $\pi^0$  Ereignissen im Flüssigszintillatordetektor LENA** — SEBASTIAN LORENZ, ●DANIEL BICK, CAREN HAGNER, MARKUS KAISER, BJÖRN WONSAK und MICHAEL WURM — für die LENA Arbeitsgruppe - Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Die europäische Designstudie LAGUNA-LBNO beschäftigt sich mit der Planung eines zukünftigen Untergrund-Neutrinoobservatoriums, in der der 50kt Flüssigszintillatordetektor LENA (Low Energy Neutrino Astronomy) eine mögliche Option darstellt. Im Rahmen der Studie soll u. a. die Verwendungsmöglichkeit des Detektors zur Untersuchung von Long-Baseline-Neutrinooszillationen evaluiert werden. Über die  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$  Oszillation in einem Neutrinostrahl sollen dabei Informationen zu den Mischungsparametern  $\theta_{13}$  und  $\delta_{CP}$  sowie zur Massenhierarchie gesammelt werden. Trotz der isotropen Lichtemission in Flüssigszintillatoren zeigen erste Studien, dass die Rekonstruktion von Neutrinovertices im GeV-Bereich möglich ist. Darüber hinaus entscheidend für eine präzise Messung der Neutrinomischungsparameter ist die Diskriminierung von NC Ereignissen, in denen einzelne neutrale Pionen erzeugt werden, die daraufhin in zwei Gammaquanten zerfallen. Diese müssen vom Elektron aus dem CC  $\nu_e$ -Appearance-Kanal unterschieden werden. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden erste Monte-Carlo-Studien zur Diskriminierung der beiden Ereignistypen durch eine multivariate Analyse mit Boosted Decision Trees bis zu einer Energie von 1 GeV durchgeführt. Die ermutigenden Resultate sollen in diesem

Vortrag vorgestellt werden.

T 31.4 Fr 10:15 ZHG 105

**Track reconstruction in unsegmented liquid scintillator detectors** — ●DOMINIKUS HELLGARTNER — for the LENA working group — Technische Universität München, Physik Department E15, James Franck Straße, 85748 Garching

Liquid scintillator detectors, like the proposed 50 kt LENA (Low Energy Neutrino Astronomy) detector, are generally known for their low energy threshold and their high energy resolution. Just recently, it was realized that, despite the isotropic light emission, a reconstruction of lepton tracks with energies above a few 100 MeV is possible in liquid scintillator detectors by exploiting the arrival times of the photons.

Thus a reconstruction for electron and muon tracks was developed. It utilizes a likelihood fit to the integrated charge and the arrival time of the first detected photon at each PMT. Monte Carlo simulations indicate, that with this method, a vertex resolution between 2 and 7 cm, an angular resolution from 1.5 to 5 degrees and an energy resolution of about 0.5% can be achieved in the sub-GeV energy range. The reconstruction was extended to include point-like vertices. Using simulated  $\beta$ -beam events, the energy threshold for muon-track reconstruction was found to be around 200 MeV. Currently there is ongoing work to extend the track reconstruction to higher energies and more complex event topologies.

This work has been supported by the SFB TR 27, the cluster of excellence "Origin and Structure of the Universe" and the Helmholtz Alliance for Astroparticle Physics

## T 32: Top-Quark: Produktion 1

Zeit: Montag 16:45–18:35

Raum: ZHG 104

T 32.1 Mo 16:45 ZHG 104

**Messung des Top-Paarproduktionswirkungsquerschnittes in Lepton-plus-Jets Ereignissen in 0.7/fb Daten des ATLAS Experiments** — ●ANNA HENRICH, ARNULF QUADT, ADAM ROE, LEONID SERKIN, ELIZAVETA SHABALINA und TAMARA VAZQUEZ-SCHRÖDER — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Mit einer Datenmenge von 0.7/fb, die im Jahr 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV vom ATLAS Experiment am LHC aufgezeichnet wurde, ist eine sehr präzise Messung des Top-Paarproduktionswirkungsquerschnittes möglich. Im Lepton-plus-Jets Kanal bilden dabei Ereignisse mit W-Bosonen zusammen mit mehreren Jets den dominanten Untergrund. Um zwischen diesen beiden, und möglichen anderen, Untergrundprozessen zu unterscheiden, werden in der vorgestellten Analyse verschiedene objekt- und ereignisbasierte Variablen zu einer topologischen Likelihood kombiniert. Der Anteil der Signal- und Untergrundereignisse, und damit der Wirkungsquerschnitt für Top-Quark-Paarproduktion, wird mit einer Profile Likelihood Technik extrahiert, die systematische Unsicherheiten in die finale Auswertung einbezieht. Die vorgestellte Messung ist durch systematische Unsicherheiten limitiert und erreicht eine Präzision vergleichbar mit den momentanen theoretischen Unsicherheiten auf den Wechselwirkungsquerschnitt.

T 32.2 Mo 17:00 ZHG 104

**Simultaneous Top Pair Production Cross Section and W Heavy Flavor Fraction Measurement** — ANNA HENRICH, ●ADAM ROE, ARNULF QUADT, and ELIZAVETA SHABALINA — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

A measurement of the  $t\bar{t}$  production cross section with a simultaneous measurement of the W heavy flavor fractions is performed in the  $l+jets$  channel at  $\sqrt{s} = 7$  TeV using a profile likelihood fit to a single flavor-sensitive variable with the summer 2011 dataset taken by the ATLAS detector, corresponding to an integrated luminosity of  $0.7 \text{ fb}^{-1}$ . The input and method, including evaluation of uncertainties, are described.

T 32.3 Mo 17:15 ZHG 104

**Datenbasierte Abschätzung des W+jet Untergrundes in  $t\bar{t}$  Ereignissen mittels W+njets/Z+njets** — ●THORSTEN BOEK, MARISA SANDHOFF, and PETER MÄTTIG — Universität Wuppertal

W+jet-Ereignisse bilden neben QCD-Ereignissen den Hauptuntergrund zur top-Quark-Analyse. Unsicherheiten in Vorhersagen der Wirkungsquerschnitte der W+4- und 5-jet Produktion führen zu systematischen Fehlern von bis zu 15%.

Der ähnliche Produktionsmechanismus von Z+njet Ereignissen kann dazu benutzt werden, über das Verhältnis W+njets/Z+njets, den W+jets Untergrund in der top-Quark-Analyse zu bestimmen. Dieser datenbasierte Ansatz ermöglicht gleichzeitig, den Einfluss systematischer Unsicherheiten zu reduzieren.

Der Vortrag stellt eine mögliche Abschätzung des W+jet Untergrundes in der semileptonischen  $t\bar{t}$  Analyse vor.

T 32.4 Mo 17:30 ZHG 104

**Measurement of  $t\bar{t}$  cross-section systematic uncertainties for 1-b and 2-b tagged samples in the lepton plus jets channel at**

**ATLAS** — ●ANDREY KHOROSHILOV, MARCELLO BARISONZI, PETER MÄTTIG, and MARKUS MECHTEL — Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal, Germany

The ability to identify jets originating from b-quarks is important for the measurement of the  $t\bar{t}$  cross-section. This information allows one to distinguish between signal and background events, significantly increasing the purity of selected data. The lower number of events of the 2-b tag sample is compensated by a higher background rejection. Hence, systematic errors for such processes as W+jets and QCD multijet are strongly suppressed for 2-b tag sample. The study provides comparison of systematic uncertainties for 1-b and 2-b tag samples.

### Gruppenbericht

T 32.5 Mo 17:45 ZHG 104

**$t\bar{t}$  production cross section measurement in the dilepton channel at ATLAS** — ●KIRIKA UCHIDA, TATEVIK ABAJYAN, MARKUS CRISTINZIANI, SARA GHASEMI, GIA KHORIAULI, AGNIESZKA LEYKO, RALPH SCHAEFER, and KAVEN YAU — Universitaet Bonn

The  $t\bar{t}$  production cross section has been measured in the dilepton channel with  $0.70\text{fb}^{-1}$  data in the ATLAS experiment. The precision is down to 10% in the dilepton channel measurement only. Cut and count analyses were performed in multiple ways and the results are combined. Drell-Yan (except for  $\tau$  decays) and fake leptons are estimated in data-driven methods and the uncertainty on the cross section measurements from those backgrounds are below 2%. Two analyses are characterized by the selections where both require two isolated leptons and the b-tagging is applied for one of the analysis. Cut optimizations are performed separately and systematic uncertainty sources contribute differently in the cross section measurements. However, the performance of the two measurements are similar that results in a total systematic uncertainty of  $\sim 10\%$  and statistical uncertainty of  $\sim 3\%$ . The measured cross sections are consistent with each other and also with the theoretical expectation.

T 32.6 Mo 18:05 ZHG 104

**Messung des Verhältnisses der Wirkungsquerschnitte von  $t\bar{t} \rightarrow X \rightarrow l^+l^-$  und  $Z^0 \rightarrow l^+l^-$**  — ●JAN KIESELER — Desy

Durch die große Menge der vom CMS Detektor 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV gelieferten Daten, wird der Fehler des totalen  $t\bar{t}$  Wirkungsquerschnitts durch systematische Unsicherheiten dominiert. Diese können reduziert werden, indem ein Wirkungsquerschnitt-verhältnis betrachtet wird, in dem sich beiden Prozessen gemeine Detektoreffekte und Effizienzen mit deren Unsicherheiten herauskürzen.

Die Messung des Wirkungsquerschnittverhältnisses von  $t\bar{t} \rightarrow X \rightarrow l^+l^-$  zu  $Z^0 \rightarrow l^+l^-$  erfolgt durch Selektion von entgegen gesetzten geladenen, isolierten hochenergetischen Leptonen. Die Datensätze zur Untersuchung des  $Z^0$  Zerfalls und des  $t\bar{t}$  Zerfalls werden getrennt durch einen Schnitt auf die invariante Masse des Leptonpaares. Zur weiteren  $t\bar{t}$  Selektion werden 2 hochenergetische Jets, wovon mindestens einer einem b-jet zugeordnet werden kann, und ein hohes Maß an fehlender Transversalenergie gefordert.

Die dominierenden Hintergründe werden auf Daten basierend bestimmt.

Aus dem so gewonnen Wirkungsquerschnittsverhältnis lässt sich mithilfe des theoretischen  $Z^0$  Wirkungsquerschnitts der  $t\bar{t}$  Wirkungsquerschnitt berechnen. Dabei treten an die Stelle von gemeinsamen (her-

ausgekürzten) Selektions-, Effizienz- und Luminositätsunsicherheiten die Unsicherheiten auf den theoretischen  $t\bar{t}$  Wirkungsquerschnitt und antikorrelierte Effekte.

T 32.7 Mo 18:20 ZHG 104

**Messung des inklusiven Wirkungsquerschnitts für die Top-Quark-Paar Produktion im voll-hadronischen Zerfallskanal am CMS Experiment** — ●EIKE SCHLIECKAU, MARTIJN GOSSELINK, PETER SCHLEPER, HARTMUT STADIE und GEORG STEINBRÜCK — Universität Hamburg

Aus pp-Kollisionsdaten des CMS-Detektors bei  $\sqrt{s} = 7$  TeV wird der

inklusive Wirkungsquerschnitt der Top-Quark-Paar Produktion aus vollständig hadronisch zerfallenden Top-Quark Paaren bestimmt. Diese Messung von Ereignissen mit mindestens sechs Jets im Endzustand ist ein wichtiger Meilenstein, um ein gutes Verständnis des Detektors zur Rekonstruktion von Multi-Jet Prozessen zu demonstrieren. Die Herausforderung dieser Analyse besteht in der Trennung des Top-Quark Signals vom dominierenden Untergrund, den QCD Multi-Jet Ereignissen. Zur Selektion der Top Quark Paar Ereignisse werden Bottom Quarks über sekundäre Vertices identifiziert und eine kinematische Ereignisrekonstruktion verwendet.

## T 33: Top-Quark: Produktion 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:30

Raum: ZHG 104

T 33.1 Di 16:45 ZHG 104

**Messung der Topquarkproduktion mit zusätzlichen Jets mit ATLAS** — ●KARL-JOHAN GRAHN — DESY, Hamburg

Die Messung von zusätzlichen Jets in Ereignissen mit Top-Antitop-Quarkpaaren ermöglicht, perturbativen Quantenchromodynamik auf der Skala der Topmasse zu testen und so Modellunsicherheiten zum Beispiel bei der Vorhersage von Abstrahlungen im Anfangszustand (ISR) zu begrenzen. Dieser Kanal ist auch ein starker Untergrund bei Suchen nach neuer Physik jenseits des Standardmodells. Hier wird berichtet von einer Messung mit dem ATLAS-Detektor, wobei nur die Zerfallskanäle mit exakt einem Lepton (Elektron oder Myon) im Endzustand analysiert wurden. Daten von Proton-Proton-Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV und einer integrierten Luminosität von  $0,70 \text{ fb}^{-1}$  wurden verwendet. Die rekonstruierte Jetmultiplizität nach einer Top-angereicherten Ereignis Selektion wurde mit Monte-Carlo-Vorhersagen nach Untergrundsubtraktion verglichen und stimmt innerhalb der statistischen und systematischen Unsicherheiten mit ihnen überein. Mögliche Erweiterungen der Analyse und potenzielle neue Ergebnisse werden diskutiert.

T 33.2 Di 17:00 ZHG 104

**Messung der Kinematik zusätzlicher Jets in Top Paar Zerfällen** — ●FELIX THOMAS<sup>1</sup>, MARTIN ZUR NEDDEN<sup>2</sup> und MICHAEL KOBEL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kern und Teilchenphysik, Dresden — <sup>2</sup>Institut für Physik der Humboldt Universität zu Berlin

Aufgrund der großen Datenmenge, die dieses Jahr vom ATLAS-Detektor aufgezeichnet wurde, sind neue Fragestellungen im Bereich der Top-Physik in den Fokus gerückt. Neben den immer präziser werdenden Messungen des Wirkungsquerschnitts der Top-Quark-Produktion und der Top-Quark-Masse selbst können weiterführende Studien, beispielsweise der Jet-Multiplizität in Top Paar Ereignissen durchgeführt werden. Der Vortrag beschäftigt sich mit der Vermessung der Kinematik von Jets in semileptonischen Top Paar Zerfällen. Hierzu werden Top Paar Ereignisse mit einem überzähligen Jet selektiert. Durch die Rekonstruktion des Top Paares unter Verwendung eines kinematischen Fits wird derjenige Jet identifiziert, welcher nicht dem Top Paar zugehörig ist. Dessen Kinematik, insbesondere die Verteilung seines transversalen Impulses wird untersucht. Durch Entfaltung wird diese Verteilung von Detektor-Effekten bereinigt und somit für Vergleiche mit Theorievorhersagen relevant.

T 33.3 Di 17:15 ZHG 104

**Untersuchung des Produktionswirkungsquerschnitts für Top-Quark-Antiquark-Paaren mit zusätzlichen Jets bei CMS** — ●ALEXIS DESCROIX und ULRICH HUSEMANN — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Am LHC werden auf Grund der hohen Luminosität und der hohen Schwerpunktsenergie Top-Quarks mit einer hohen Rate produziert. Dadurch ist es möglich, die Abstrahlung zusätzlicher Jets bei der Top-Quark-Antiquark-Produktion ( $t\bar{t} + \text{Jets}$ ) erstmalig genau zu untersuchen. Dies stellt einerseits einen wichtigen Test des Standardmodells dar, und andererseits ist die Kenntnis von  $t\bar{t}$  mit einem zusätzlichen Bottom-Quark-Antiquark-Paar ( $b\bar{b}$ ) eine Voraussetzung für die Messung von Higgs-Boson in Assoziation mit einem  $t\bar{t}$ -Paar, wobei das Higgs-Boson in ein  $b\bar{b}$ -Paar zerfällt.

Dieser Vortrag präsentiert die ersten Fortschritte bei der Wirkungsquerschnittsmessung für  $t\bar{t}$ -Ereignisse im semileptonischen ( $\mu + \text{Jets}$ ) Zerfallskanal mit zusätzlichen Jets bei CMS.

T 33.4 Di 17:30 ZHG 104

**Messung differentieller Top-Quark-Wirkungsquerschnitte bei 7 TeV mit dem CMS-Detektor** — MARIA ALDAYA, IVAN ASIN, ●WOLF BEHRENHOF, TYLER DORLAND, ACHIM GEISER, BENJAMIN LUTZ, ANDREAS MEYER und SEBASTIAN NAUMANN-EMME — DESY, Notkestr. 85, 22607 Hamburg

Der Large Hadron Collider bietet mit seiner Schwerpunktsenergie von 7 TeV die Möglichkeit, Eigenschaften des Top-Quarks mit hoher Statistik präzise zu vermessen. Die differentielle Messung des Wirkungsquerschnitts in Abhängigkeit von kinematischen Eigenschaften des Top-Quarks ermöglicht es dabei, die perturbative Quantenchromodynamik und damit das Standardmodell detailliert zu testen. Viele der Verteilungen sind zudem sensitiv auf Prozesse jenseits des Standardmodells.

Die hier vorgestellte Analyse beschäftigt sich mit der Messung differentieller Wirkungsquerschnitte von Top-Antitop-Paaren im Zerfallskanal in zwei entgegengesetzt geladene Leptonen mit den Daten des CMS-Detektors aus dem Jahr 2011.

T 33.5 Di 17:45 ZHG 104

**ttbar differential cross section measurement at sqrt(s)=7 TeV with CMS detector.** — MARIA ALDAYA, ●IVAN ASIN, WOLF BEHRENHOF, TYLER DORLAND, ACHIM GEISER, BENJAMIN LUTZ, ANDREAS MEYER, and SEBASTIAN NAUMANN-EMME — Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY). Notkestraße 85, 22607 Hamburg

The Compact Muon Solenoid (CMS) is one of the two large multipurpose experiments at the Large Hadron Collider (LHC). With the very large integrated luminosity recorded in 2011, the amount of data allows for a first differential analysis of top quark pair cross sections. Normalized differential top quark pair production cross sections in pp-collisions at 7 TeV are measured using the decay channels into two opposite-sign leptons (muons or electrons). The cross section distributions are measured as a function of kinematic observables of the final state leptons and the top quarks, as reconstructed by algorithms fitting the event topologies. The presentation places particular focus on the determination of the systematic errors of the measurement.

T 33.6 Di 18:00 ZHG 104

**Messung differentieller  $t\bar{t}$ -Wirkungsquerschnitte im semileptonischen Zerfallskanal mit dem CMS-Experiment – Ereignis Selektion und -rekonstruktion** — ●MARTIN GÖRNER, MARTIJN GOSSELINK, THOMAS HERMANN, JÖRN LANGE, PETER SCHLEPER, GEORG STEINBRÜCK und ROGER WOLF — Universität Hamburg

Der Large Hadron Collider ermöglicht es, den Wirkungsquerschnitt zur Produktion von Top-Antitop-Quarkpaaren differentiell in Abhängigkeit von kinematischen Eigenschaften des  $t\bar{t}$ -Systems und einzelner Top-Quarks zu messen. Die hier vorgestellte Analyse basiert auf Daten des CMS-Experimentes aus Proton-Proton-Kollisionen des Jahres 2011 bei 7 TeV Schwerpunktsenergie. Mit einem kinematischen Fit werden im semileptonischen Endzustand mit einem Myon oder Elektron aus den Zerfallsprodukten die kinematischen Eigenschaften der Top-Quarks und des Top-Antitop-Quarksystems rekonstruiert. Präsentiert werden die Ereignis Selektion, Untergrundabschätzung und kinematische Rekonstruktion der  $t\bar{t}$ -Ereignisse.

T 33.7 Di 18:15 ZHG 104

**Messung differentieller  $t\bar{t}$ -Wirkungsquerschnitte im semileptonischen Zerfallskanal mit dem CMS-Experiment – Ergeb-**

nisse — ●JÖRN LANGE, MARTIN GÖRNER, MARTIJN GOSSELINK, THOMAS HERMANN, PETER SCHLEPER, GEORG STEINBRÜCK und ROGER WOLF — Universität Hamburg

Der Large Hadron Collider ermöglicht, den Wirkungsquerschnitt zur Produktion von Top-Antitop-Quarkpaaren differentiell in Abhängigkeit von kinematischen Eigenschaften des  $t\bar{t}$ -Systems und einzelner Top-Quarks zu messen. Damit bietet sich die Möglichkeit, die perturbative Quantenchromodynamik und damit das Standardmodell detailliert zu testen. Viele der Verteilungen sind zudem potentiell sen-

sitiv auf Prozesse jenseits des Standardmodells. Die hier vorgestellte Analyse basiert auf Daten des CMS-Experimentes aus Proton-Proton-Kollisionen des Jahres 2011 bei 7 TeV Schwerpunktsenergie. Um Unsicherheiten zu minimieren, werden die differentiellen Wirkungsquerschnitte auf den jeweiligen totalen Wirkungsquerschnitt normiert. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse und ihre Unsicherheiten präsentiert und mit verschiedenen theoretischen Vorhersagen verglichen.

### T 34: Top-Quark: Produktion 3

Zeit: Mittwoch 16:45–19:15

Raum: ZHG 104

T 34.1 Mi 16:45 ZHG 104

**Single top quark production in the  $Wt$  channel at ATLAS** — OZAN ARSLAN, IAN C. BROCK, THOMAS LODDENKÖTTER, SEBASTIAN MERGELMEYER, PIENPEN SEEMA, and ●JAN A. STILLINGS — Physikalisches Institut, University of Bonn

Single top quark production is the second largest source of top quarks from proton-proton collisions at the LHC. It has a lower cross-section than the  $t\bar{t}$  production process and is also harder to separate from the background. There are several channels which produce single top quarks in the final state. Of these, the  $Wt$  channel is expected to have a substantial contribution. Its decay topology consists of a hard b-jet originating from the top quark decay as well as two W bosons. The studies presented focus on the lepton+jets channel where one W boson decays hadronically and the other one decays leptonically. In this talk the isolation of the signal using an artificial neural network and the extraction of the signal from the resulting combined variable is presented using ATLAS  $pp$  collision data from the year 2011.

T 34.2 Mi 17:00 ZHG 104

**Single top quark production in the  $Wt$  channel at ATLAS** — OZAN ARSLAN, IAN C. BROCK, THOMAS LODDENKÖTTER, SEBASTIAN MERGELMEYER, ●PIENPEN SEEMA, and JAN A. STILLINGS — Physikalisches Institut, University of Bonn

Single top-quark production in the  $Wt$  channel is the second most important production channel at the LHC. In this talk a search for this channel decaying into a single charged lepton and jets is introduced. With an expected cross-section of 16 pb the  $Wt$  channel has a substantial lower rate than  $t\bar{t}$  quark pair production. Additionally it suffers from strong backgrounds - mainly  $t\bar{t}$  and  $W$ +jets. To discriminate between signal and background a neural network is used. Several studies have been investigated, for example training of the network using three different working points corresponding to 60%, 70% and 80% b-tagging efficiency and comparison of their performance.

T 34.3 Mi 17:15 ZHG 104

**Kinematic fit of associated single top-quark and  $W$  boson production and its application in a neural-network based analysis at ATLAS** — IAN C. BROCK, JAN A. STILLINGS, PIENPEN SEEMA, SEBASTIAN MERGELMEYER, OZAN ARSLAN, and ●THOMAS LODDENKÖTTER — Physikalisches Institut, Universität Bonn

The  $Wt$  channel is predicted to give the second largest contribution to the total single top-quark production cross section at the LHC, while at the Tevatron its cross section is too small to be measured. The  $Wt$  channel is characterised by the associated production of a top-quark and an on-shell  $W$  boson. In the lepton plus jets decay channel this leads to one  $b$ -quark jet, two light-quark jets, one charged lepton and a neutrino in the final state.

One general problem of  $Wt$  channel analyses is that it is very hard to find variables that provide good separation from background, in particular from top quark pair production. The analysis strategy of the Bonn single top group is to employ a neural network to extract the signal. In this talk a kinematic fit to the signal topology in order to construct some variables that are directly sensitive to how much an event looks like  $Wt$  signal is presented. The implementation of the fit using the KLFitter package will be discussed. A neural network taking solely output from the kinematic fit as input variables will be used to demonstrate that these are indeed useful for analysis.

T 34.4 Mi 17:30 ZHG 104

**Single-top in  $Wt$  Associated Production at ATLAS** —

●MICHELANGELO GIORGI — Humboldt University, Berlin, Deutschland

The ATLAS experiment at CERN has recently collected almost  $5 \text{ fb}^{-1}$  of good quality  $pp$  collision data at a centre of mass energy of 7 TeV. This is a great chance for new physics discoveries and precision studies of the Standard Model. In the context of the top quark physics, a specific interest is devoted to the production of single top quarks, since only electroweak couplings are involved, which makes this production very important for identifying and test in detail some slight deviations from the predictions of the Standard Model which might appear. The  $Wt$  channel is the second most important contribution to the total single-top production at the LHC. It is characterized by the production of a single top quark plus an associated real  $W$  boson in the final state, resulting in an ambiguity of final state  $W$  bosons, which makes the top very difficult to reconstruct univocally. For this reason a kinematic fitting procedure is used, both to identify the top quark as well as the associated  $W$  boson in the event. The channel is analyzed in the semi-leptonic decay mode of the two  $W$  bosons, leading to a final state composition of one b-jet, two light jets, one lepton and missing transverse energy. The kinematics of the  $Wt$  production mode will be shown, along with the procedure for the rejection of the background exploiting the full potential of the same kinematic fitting tool used for extracting the signal. The last results involving the measurement of the production cross section for the  $Wt$  channel will be presented.

T 34.5 Mi 17:45 ZHG 104

**Treatment of Systematic Uncertainties with the Help of a Profile Likelihood Fit** — KEVIN KRÖNINGER<sup>1</sup>, ARNULF QUADT<sup>1</sup>, and ●PHILIPP STOLTE<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Georg-August-Universität Göttingen — <sup>2</sup>NIKHEF, Amsterdam, Niederlande

One of the most important measurements performed in the field of particle physics is the measurement of a signal cross-section - a very challenging task since various systematic uncertainties need to be taken into account. For instance, different energy scales or the background normalisation have to be considered.

In order to facilitate the effort of such a cross-section measurement, a profile likelihood fit instead of a standard likelihood fit can be used. The most striking characteristic of a profile likelihood fit is that the different systematic variations enter in the minimisation process of the likelihood itself as additional fit parameters. These so-called nuisance parameters adjust the size of the corresponding systematics since the resulting fit values constitute that quantity which best fits the data. Thus, a profile likelihood fit serves to constrain the various systematic uncertainties directly with the help of the given data.

In this talk, a profile likelihood fit serving to measure the cross-section of single top quarks in the  $Wt$  production channel using data recorded with the ATLAS detector at the LHC is presented. In the studies performed so far, it was put emphasis on the semileptonic decay channel with a muon in the final state.

T 34.6 Mi 18:00 ZHG 104

**Messung der  $W$ -assoziierten elektroschwachen Top-Quark-Produktion mit dem CMS-Experiment** — ●ROBERT FISCHER, MARTIN ERDMANN, DENNIS KLINGEBIEL und JAN STEGGEMANN — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Die elektroschwache Wechselwirkung erlaubt die Erzeugung einzelner Top-Quarks in  $pp$ -Kollisionen am LHC. In diesem Vortrag wird eine Messung des Wirkungsquerschnitts der elektroschwachen Top-Quark-Produktion im  $tW$ -Kanal bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  mit dem CMS-Experiment vorgestellt. Bei dem Prozess entsteht das Top-Quark in Assoziation mit

einem W-Boson. Für die Analyse werden Ereignisse mit einem Muon und drei Jets selektiert. Unter Verwendung von 25 Messgrößen werden Ereignisse mit Signal- und Untersignaturen mit dem Boosted-Decision-Trees-Verfahren separiert. Dabei ist die Top-Quark-Paarproduktion der dominierende Untergrund. Der Messwert und dazugehörige statistischen und korrelierten systematischen Unsicherheiten ergeben sich anschließend über einen Bayes'schen Ansatz. Die Hinzunahme von Kontrollregionen erlaubt, den Einfluss systematischer Unsicherheiten auf das Messergebnis bei diesem Ansatz durch die gemessenen Daten zu begrenzen.

T 34.7 Mi 18:15 ZHG 104

**Single-Top-Quark-Produktion am CMS-Experiment** — JENS HANSEN, JYOTHSNA KOMARAGIRI, DANIEL MARTSCHEI, THOMAS MÜLLER, •STEFFEN RÖCKER und JEANNINE WAGNER-KUHR — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Neben der Paar-Produktion durch die starke Wechselwirkung können durch die elektroschwache Wechselwirkung auch einzelne Top-Quarks erzeugt werden. Dieser Produktionsmechanismus wurde erstmals 2009 in Proton-Antiproton-Kollisionen am Tevatron-Beschleuniger bei einer Schwerpunktsenergie von 1,96 TeV nachgewiesen und 2011 am Large Hadron Collider (LHC) in Proton-Proton-Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV von CMS und ATLAS bestätigt. Das günstigere Wirkungsquerschnittsverhältnis von Signal und Untergründen am LHC erlaubt eine detaillierte Studie elektroschwacher Top-Quark-Produktion. Hierzu werden auf einem Neuronalen Netzwerk basierende multivariate Methoden zur Trennung von Signal und Untergrund in  $e$ +jets und  $\mu$ +jets Ereignissen im t-Kanal vorgestellt. Diese ermöglichen die direkte Messung des t-Kanal Wirkungsquerschnitts und des CKM-Matrix-Elements  $V_{tb}$ .

T 34.8 Mi 18:30 ZHG 104

**Messung des Wirkungsquerschnittes der elektroschwachen Einzel-Top-Quark-Erzeugung im t-Kanal mit dem ATLAS Experiment** — •KATHRIN BECKER, DOMINIC HIRSCHBÜHL, PHILIPP STURM und WOLFGANG WAGNER — Bergische Universität Wuppertal

Die elektroschwache Erzeugung einzelner Top Quarks wird bei der Schwerpunktsenergie des LHC von  $\sqrt{s} = 7$  TeV vom t-Kanal dominiert, in dem das einzelne Top Quark durch den Austausch eines virtuellen W-Bosons produziert wird. Ziel dieser Analyse ist eine möglichst präzise Messung des t-Kanal Produktionswirkungsquerschnitts mit dem ATLAS Detektor und einer Datenmenge von  $1,04 \text{ fb}^{-1}$ . Diese Messung erlaubt unter anderem die Bestimmung des Matrixelements  $|V_{tb}|$ .

In dieser Analyse wird das Signal nach einer Selektion mittels neuronaler Netze von den Untergrundprozessen getrennt. Bevor die Netze zur Messung im Signalbereich genutzt werden, werden sie in Kontrollbereichen mit hoher Statistik validiert.

T 34.9 Mi 18:45 ZHG 104

**Single-Top-Produktion im t-Kanal bei ATLAS** — •RUTH

HERRBERG — Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland

Am LHC werden in pp-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV auch die schwersten bekannten Teilchen des Standardmodells, die Top-Quarks, produziert. Am ATLAS-Detektor, einem der vier LHC-Großexperimente, kann der am Tevatron entdeckte und von ATLAS und CMS wiederentdeckte Mechanismus für die Produktion einzelner Top-Quarks („single-top“) mit höherer Präzision vermessen werden; dies erlaubt eine genauere Bestimmung des CKM-Matrixelements  $V_{tb}$ . Die vorgestellte Analyse zielt auf die Bestimmung des Wirkungsquerschnitts des dominanten der drei Produktionskanäle, des t-Kanals, ab. Die Signatur besteht aus einem b-Jet und einem W-Boson aus dem Zerfall des t-Quarks sowie mindestens einem weiteren Jet, welcher bevorzugt in Vorwärtsrichtung läuft. Betrachtet werden nur Endzustände mit einem leptonenischen Zerfall des W-Bosons in ein Elektron oder ein Myon. Die Rekonstruktion dieser Ereignissignatur geschieht datenbasiert mittels eines kinematischen Fits; es kommt ein  $\chi^2$ -Fit mit nicht-linearen Zwangsbedingungen zum Einsatz. Der kinematische Fit wird auch benutzt, um ein Veto auf häufig auftretende Untergrundereignisse zu realisieren. Ergebnisse der Methode für die im Jahr 2011 akkumulierten Daten (integrierte Luminosität von  $4.7 \text{ fb}^{-1}$ ) werden vorgestellt. Die Messung des differentiellen Wirkungsquerschnitts wird es ermöglichen,  $V_{tb}$  und damit eventuell vorhandene anomale, d.h. von der elektroschwachen Theorie des Standardmodells abweichende Kopplungen des Top-Quarks an das W-Boson aufzufinden.

T 34.10 Mi 19:00 ZHG 104

**Single Top Quark Production through Flavour Changing Neutral Currents** — •MUHAMMAD ALHROOB<sup>1</sup>, DOMINIC HIRSCHBUEHL<sup>2</sup>, and IAN BROCK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institute, Bonn, Germany — <sup>2</sup>University of Wuppertal, Wuppertal, Germany

Flavour Changing Neutral Currents (FCNC) are extremely suppressed in the Standard Model due to the Glashow-Iliopoulos-Maiani (GIM) mechanism. There are, however, extensions of the SM, like supersymmetry (SUSY) and the 2-Higgs doublet model, which predict the presence of FCNC contributions already at tree level and significantly enhance the FCNC decay branching ratios compared to the Standard Model predictions. Our analysis concentrates on single top-quark production through FCNC, where the  $u(c)$  quark interacts with a gluon to produce a single top quark without any associated production. Data collected with the ATLAS detector at a center-of-mass energy of  $\sqrt{s} = 7$  TeV and corresponding to an integrated luminosity of  $2.05 \text{ fb}^{-1}$  are used. Candidate events with a leptonic top-quark decay signature are classified into signal- and background-like events using a neural network. No signal is observed in the output distribution and a Bayesian upper limit on the production cross-section is placed. The observed 95% C.L. upper limit on the cross-section multiplied by the  $t \rightarrow Wb$  branching fraction is measured to be  $\sigma_{qg \rightarrow t} \times \mathcal{B}(t \rightarrow Wb) < 3.9 \text{ pb}$ . This upper limit is converted into an upper limit of the coupling strength.

## T 35: Top-Quark: Produktion 4

Zeit: Donnerstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 104

T 35.1 Do 16:45 ZHG 104

**Search for Resonances Decaying to Top Quark Pairs with the CMS Detector** — •JAN STEGGEMANN and MARTIN ERDMANN — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

The invariant mass distribution of top-antitop quark pairs provides access to a wide range of models for new physics which predict new particles that decay to top-antitop quark pairs. Amongst others, such models include heavy  $Z'$  bosons, axigluons, Kaluza Klein gluons in Randall-Sundrum models, and neutral scalar particles like Higgs bosons. The lepton-plus-jets event selection allows a full reconstruction of the top pair invariant mass over the complete kinematic range of Standard Model top pair production. The presented search includes the full dataset taken at the LHC in 2011, corresponding to  $4.7 \text{ fb}^{-1}$  of integrated luminosity.

T 35.2 Do 17:00 ZHG 104

**Search for Top Quark Pair Resonances with the CMS Detector** — MARTINA DAVIDS, HEIKO GEENEN, •WAEEL HAJ AHMAD, FELIX HÖHLE, YVONNE KÜSSEL, OLIVER POOTH, ACHIM STAHL, HEINER

THOLEN, and MARC ZÖLLER — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen

Due to the enormous mass of the top quark, it plays an essential role in searches for new physics. Various models beyond the Standard Model predict the existence of heavy particles decaying into top quark pairs. These particles manifest themselves as resonant structures in the invariant mass spectrum of the top quark pairs.

Here we present a search for top quark pair resonances. The presented analysis focusses on top quark pair events collected with the CMS detector in the 2011 run period. A cut based selection is used to identify top quark pair candidates decaying in the muon+jets channel, by requiring one isolated muon, missing transverse energy and four jets. The identified final state objects are used to reconstruct the invariant top quark pair mass spectrum. A limit is set on the  $Z'$  production cross section as a function of the  $Z'$  mass.

T 35.3 Do 17:15 ZHG 104

**Suche nach Resonanzen im Top-Quark-Paar-Massenspektrum im Myon+Jets-Kanal bei CMS** — THOMAS MÜLLER, •JOCHEN OTT, THOMAS PEIFFER und JEANNINE WAGNER-KUHR — Institut für

Experimentelle Kernphysik, KIT

Viele Erweiterungen des Standardmodells sagen zusätzliche Beiträge zur Top-Quark-Paarerzeugung vorher, die am LHC erstmals nachgewiesen werden könnten. In Regionen hoher invarianter Massen des Top-Quark-Paarsystems tragen die Top-Quarks einen hohen Impuls, weswegen ihre Zerfallsprodukte nicht immer als separate Objekte rekonstruiert werden.

Es werden Methoden vorgestellt, um derartige Ereignisse im Myon+Jets-Kanal zu selektieren und die invariante Masse des Top-Quark-Systems zu rekonstruieren. Durch die statistische Auswertung des invarianten Massenspektrums und einer gleichzeitigen Abschätzung der Untergrundbeiträge kann ein Nachweis bzw. ein Ausschluss von schweren Resonanzen erfolgen.

T 35.4 Do 17:30 ZHG 104

**Studien mit Jetunterstruktur beim CMS-Experiment** — CHRISTIAN AUTERMANN, •DENIS RATHJENS, PETER SCHLEPER und HARTMUT STADIE — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Neue Physik am Large Hadron Collider (LHC) könnte in Form sehr schwerer Massenresonanzen sichtbar werden, die z.B. in  $t\bar{t}$ -Paare zerfallen. Die Impulse der Top-Quarks wären dann so groß, dass die räumliche Trennung der Top-Zerfallsprodukte durch Standard-Jetalgorithmen nicht mehr gewährleistet ist.

Behandelt werden auf dem Cambridge-Aachen-Algorithmus basierende Methoden zur Auflösung von Unterstrukturen in hochenergetischen Jets. Diese Methoden werden zur Suche nach neuen  $Z'$  Bosonen in den Daten des CMS-Experiments angewendet.

T 35.5 Do 17:45 ZHG 104

**Suche nach  $t\bar{t}$  Resonanzen im Lepton+Jets-Kanal mit dem HEPTopTagger** — FRANK FIEDLER<sup>1</sup>, •TOBIAS HECK<sup>1</sup>, WEINA JI<sup>1</sup>, GREGOR KASIECZKA<sup>2</sup>, LUCIA MASETTI<sup>1</sup> und SEBASTIAN SCHÄTZL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universität Mainz — <sup>2</sup>Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

In vielen Erweiterungen des Standardmodells zerfallen neue schwere Teilchen (wie  $Z'$  oder Kaluza-Klein Gluonen) bevorzugt in Top-Antitop Paare. Das ATLAS Experiment am LHC hat im Jahr 2011 etwa  $5\text{ fb}^{-1}$  an Daten aufgezeichnet, womit man nun sensitiv auf Resonanzen mit einer Masse von mehr als 1 TeV ist. In diesen Massenregionen erhalten die entstehenden Top-Quarks einen signifikanten Lorentz-Boost, wodurch deren Zerfallsprodukte stark kollimiert sind. Die Standardmethoden zur Ereignisrekonstruktion sind in diesen Massenregionen weniger effizient. Eine geeignete Alternative stellt die Rekonstruktion des gesamten hadronischen Top-Zerfalls in einem einzigen (Mono-) Jet mit großem Radius dar. Der HEPTopTagger Algorithmus bietet die Möglichkeit die Substruktur solcher Jets zu analysieren. Indem die einzelnen Quark-Jets isoliert werden, können Untergründe effizient unterdrückt und die invariante Masse des Top-Quarks bestimmt werden. In diesem Vortrag wird die Suche nach Top-Antitop Resonanzen mit dem HEPTopTagger im Lepton+Jets-Kanal präsentiert.

**Gruppenbericht**

T 35.6 Do 18:00 ZHG 104

**Search for  $t\bar{t}$  resonances in boosted topologies with the ATLAS experiment** — •ELIN BERGEAAS KUUTMANN<sup>1</sup>, SEBASTIAN FLEISCHMANN<sup>2</sup>, LUZ STELLA GOMEZ<sup>1</sup>, PETER HANDARIC<sup>2</sup>, THORSTEN KUH<sup>1</sup>, PETER MAETTIG<sup>2</sup>, LUCIA MASETTI<sup>3</sup>, SOPHIO PATARAIA<sup>2</sup>, and CHRISTOPH WASICKI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY, Zeuthen — <sup>2</sup>Bergische Universität, Wuppertal — <sup>3</sup>Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

After two successful years of data-taking, the ATLAS experiment at the LHC is now able to conduct searches for physics beyond the Standard Model at energies never explored before. In several proposed extensions of the Standard Model (such as extra dimensions, the little Higgs scenario or technicolour) new heavy gauge bosons emerge, heavy enough to decay into top quark pairs ( $t\bar{t}$ ). When massive ( $M \gtrsim \text{TeV}$ ) particles decay into  $t\bar{t}$ , the top quarks can be boosted and the decay products

often become merged in the detector. In such a case, the standard top reconstruction algorithms might fail. In this talk, a method for reconstructing boosted top quark pairs in the semi-leptonic channel using jet substructure variables is described. The results from a search for two types of  $t\bar{t}$  resonances, a Kaluza-Klein gluon and a  $Z'$  boson, using  $2\text{ fb}^{-1}$  of data recorded with the ATLAS detector is shown, where the top quarks have been reconstructed assuming a boosted topology.

T 35.7 Do 18:20 ZHG 104

**Searching for  $t\bar{t}$  resonances in the ATLAS experiment at  $\sqrt{s} = 7\text{ TeV}$**  — •LUZ STELLA GOMEZ FAJARDO — DESY, Zeuthen, Germany

New resonances decaying into top quark pairs ( $t\bar{t}$ ) are predicted by many models beyond the standard model and its pursuit is one of the targets of the ATLAS experiment at the CERN Large Hadron Collider (LHC). For this goal, two final topologies are considered:  $e + jets$  and  $\mu + jets$ , resulting from the decay chain in which one of the  $W$  bosons from top quark decay decays into an electron or a muon and a neutrino, and the other decays hadronically. This study searches for a resonance in the  $t\bar{t}$  mass spectrum where the  $t\bar{t}$  pair is reconstructed from identified decay products: jets, leptons and a neutrino.

This presentation describes the search for the  $t\bar{t}$  resonances in the  $l + jets$  final states along with the topology of the highly boosted top candidates where rather than trying to resolve the jets individually, the complete decay products is reconstructed as a single *fat* jet. For this analysis data collected by the ATLAS experiment in 2011 at  $\sqrt{s} = 7\text{ TeV}$   $pp$  collisions are used. A description of the data-driven studies of the background as well as comparisons of the data with the expectations will be shown.

T 35.8 Do 18:35 ZHG 104

**Analyse von geboosteten semileptonischen  $t\bar{t}$  Ereignissen im ATLAS Detektor** — •PETER HANDARIC, PETER MÄTTIG und SEBASTIAN FLEISCHMANN — Universität Wuppertal

Um die Rekonstruktion geboosteter semileptonischer  $t\bar{t}$  Ereignisse im Detektor zu verbessern, wird das hadronisch zerfallende Top-Quark, anders als bisher, nicht mit 3 Jets im Detektor aufgelöst, sondern in einem großen „Fat-Jet“. Dieser beinhaltet alle Zerfallsprodukte des Top-Quarks und lässt sich über Observablen identifizieren, die die Jet-Substruktur ausnutzen.

Probleme entstehen durch den größeren Jet-Radius, weil automatisch mehr Untergrundrauschen, wie pile-up, initial state radiation oder multiple interactions eingesammelt wird. Um dieses zu reduzieren, wird der Einfluss unterschiedlicher „Fat-Jet“-Radien getestet, sowie Methoden wie das Jet-Grooming, bei denen das Untergrundrauschen herausgefiltert werden soll.

Dieser Vortrag stellt die Ergebnisse unterschiedlicher Jet-Algorithmen im Bezug auf ihre Massenauflösung dar.

T 35.9 Do 18:50 ZHG 104

**Search for  $t\bar{t}$  resonance in the lepton plus jets channel in ATLAS** — TOBIAS HECK<sup>1</sup>, •WEINA JI<sup>1</sup>, LUCIA MASETTI<sup>1</sup>, ELIN BERGEAAS KUUTMANN<sup>2</sup>, THORSTEN KUH<sup>2</sup>, LUZ STELLA GOMEZ<sup>2</sup>, MARCELLO BARISONZI<sup>3</sup>, THORSTEN BOEK<sup>3</sup>, ANDREY KHOROSHILOV<sup>3</sup>, PETER MÄTTIG<sup>3</sup>, MARKUS MECHTEL<sup>3</sup>, and DANIEL WICKE<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universität Mainz — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, Zeuthen — <sup>3</sup>Bergische Universität Wuppertal

The Large Hadron Collider is opening up a new energy regime for exploring possible signatures of new physics. Many theoretical models of physics beyond the Standard Model have predicted the existence of new heavy particles which strongly couple to top quarks. In this talk, we summarise the search for such resonances decaying into  $t\bar{t}$  pairs in proton-proton collisions at a centre-of-mass energy of 7 TeV collected by the ATLAS experiment in 2011. The search is performed in the lepton plus jets final state with the  $t\bar{t}$  pair reconstructed from individually resolved decay products. Limits at 95% confidence level are set on the production cross-section times branching ratio to top quark pairs for leptophobic topcolor  $Z'$  bosons and Kaluza-Klein gluons.

T 36: Top-Quark: Zerfälle

Zeit: Freitag 8:45–10:30

Raum: ZHG 104

T 36.1 Fr 8:45 ZHG 104

**Bestimmung des CKM-Matrixelements  $|V_{ts}|$  am LHC** — ●CHRISTOPHER SCHMITT, OTMAR BIEBEL, STEFANIE ADOMEIT und KATHARINA BEHR — LS Schaile, Ludwig-Maximilians-Universität München, Am Coulombwall 1, 85748 Garching

Das Top-Quark zerfällt nach bisherigen Messungen mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 99,8 % in ein  $b$ -Quark und in ein assoziiertes  $W$ -Boson. Die Zerfälle  $t \rightarrow d + W$  und  $t \rightarrow s + W$  sind hingegen stark unterdrückt und bisher nicht direkt vermessen worden. Ein Grund hierfür liegt in der geringen Anzahl erzeugter Top-Quarks bei den Vorgängerexperimenten des LHCs. Eine Bestimmung der CKM-Matrixelemente  $|V_{td}|$  und  $|V_{ts}|$  konnte daher bislang nur indirekt mithilfe der Oszillationen neutraler  $B$ -Mesonen durchgeführt werden.

Am ATLAS-Experiment wird es nun auf Grund der höheren Top-Ereignisraten möglich sein, die Zerfälle  $t \rightarrow s + W^+$  und  $\bar{t} \rightarrow \bar{s} + W^-$  direkt zu untersuchen. Verschiedene Ansätze zur Identifikation dieser Zerfallskanäle werden hierbei aufgezeigt.

T 36.2 Fr 9:00 ZHG 104

**Bestimmung von  $B$ -Tagging Effizienzen mit Hilfe dileptonischer  $t\bar{t}$  Zerfälle in Messungen des ATLAS-Experiments** — ●DOMINIK DUDA, PETER MÄTTIG und SEBASTIAN FLEISCHMANN — Universität Wuppertal

Um mögliche Diskrepanzen zwischen Monte Carlo-Simulation und Messdaten zu reduzieren, werden Skalierungsfaktoren berechnet. Mit diesen wird die Anzahl der durch Simulationen vorhergesagten Ereignisse skaliert, die eine bestimmte Ereignis Selektion passieren, um so beobachtete und berechnete Selektionseffizienzen anzugleichen.

Diese Skalierungsfaktoren werden innerhalb von Kalibrierungsmessungen auch für Effizienzen verschiedener  $b$ -Tagging-Algorithmen bestimmt. Dabei ist die kinematische Selektionsmethode im dileptonischen Zerfallskanal des  $t\bar{t}$ -Paares ein möglicher Ansatz, um solche Skalierungsfaktoren zu ermitteln. Innerhalb dieser Methode wird durch geeignete Schnitte auf mehrere verschiedene kinematische Größen ein Datensatz erhalten, der einen hohen  $b$ -Jet-Anteil aufweist. In diesem Vortrag werden die Resultate der kinematischen Selektionsmethode für eine integrierte Luminosität von  $4,7 \text{ fb}^{-1}$  der im Jahre 2011 gesammelten ATLAS-Messdaten präsentiert.

T 36.3 Fr 9:15 ZHG 104

**Calibration of  $b$ -tagging algorithms using kinematic selections in the single lepton channel  $t\bar{t}$  decays in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  with the ATLAS experiment** — TATEVIK ABAJYAN, MARKUS CRISTINZIANI, SARA GHASEMI, GIA KHORJALI, ●AGNIESZKA LEYKO, RALPH SCHAEFER, KIRIKA UCHIDA, and KAVEN YAU — Physikalisches Institut Universität Bonn

In the signature of the top pair decays with single lepton in final state there are at least four jets present among which at least two are  $b$ -jets. This  $b$ -enriched sample provides a perfect environment for the calibration of  $b$ -tagging algorithms. Calibration with  $t\bar{t}$  processes takes advantage of the large cross-section of the top quark pair production at the LHC and a good understanding of this process after the initial phase of data taking with the ATLAS detector. Results of such performance studies can be applied to analyses with large multiplicity of high  $p_T$  jets, for example Higgs and SUSY searches.

To measure the  $b$ -tagging efficiency in the single lepton channel a slightly modified tag and probe method is applied to four jets with the highest  $p_T$  in  $t\bar{t}$  events selected from the data recorded by the ATLAS detector. The method accounts also for presence of misidentified  $c$ - and light jets, which are coming mostly from the background processes such as  $W$  boson production with associated jets or QCD. Thanks to the large amount of data collected in 2011 those studies are not much affected by statistical uncertainty and an accurate measurement of the efficiencies in many jet  $p_T$  bins for jets with  $p_T$  up to 300 GeV is possible.

T 36.4 Fr 9:30 ZHG 104

**Kalibration von  $b$ -Taggern mittels semileptonischer Top-Quark Zerfälle** — ●LUKAS HEINRICH — Humboldt Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Das Top-Quark zerfällt zu fast 100% in ein Bottom-Quark ( $b$ ), welches in einen  $b$ -Jet hadronisiert. Sogenannte  $b$ -Tagger nutzen die für die hohe mittlere Lebensdauer des  $b$ -Quarks charakteristischen Eigenschaften wie große Impaktparameter und meßbare sekundäre Vertices zur Identifizierung von  $b$ -Jets aus. Unter Verwendung eines  $\chi^2$ -basierten kinematischen Fits werden Top-Quark-Paar Ereignisse im semi-leptonischen Zerfallskanal selektiert. Mittels der Zuordnung der Jets werden Verteilungen der Selektionsgewichte der  $b$ -Tagger betrachtet, wobei der Untergrund statistisch aus den Daten abgeschätzt wird. Dies ermöglicht eine Kalibration der  $b$ -tagging Algorithmen, die nicht auf Modellrechnungen angewiesen ist. Im Vortrag werden Kalibrationen von verschiedenen  $b$ -Tagging Algorithmen anhand der ATLAS Daten von 2011 vorgestellt und mit Monte-Carlo Simulationen verglichen.

T 36.5 Fr 9:45 ZHG 104

**Measurement of HEPTopTagger performance in the semileptonic top decay channel** — ●GREGOR KASIECZKA, SEBASTIAN SCHÄTZEL, ANDRÉ SCHÖNING, and DAVID SOSA — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Boosted top quarks are expected to be a sensitive probe of new physics. The HEPTopTagger algorithm can identify boosted, hadronically decaying top quarks. Before this algorithm can be used for physics studies, such as fully-hadronic resonance searches, a detailed analysis of the performance is necessary.

For this purpose the full 2011 ATLAS dataset is used. A single lepton trigger and additional cuts on Missing Energy variables ensure selecting mostly events coming from processes involving two top quarks or a  $W$  boson accompanied by additional jets.

This talks presents a measurement of the top-tagging efficiency, rejection rate of background events and resolutions for tagged top quarks. The effect of multiple interactions per bunch-crossing (pile-up) on the event selection and HEPTopTagger performance is studied in detail.

T 36.6 Fr 10:00 ZHG 104

**HEPTopTagger Subjet Calibration for ATLAS** — ●SEBASTIAN SCHÄTZEL, GREGOR KASIECZKA, ANDRÉ SCHÖNING, and DAVID SOSA — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

The HEPTopTagger is an algorithm that tries to identify hadronically decaying top quarks on an event-by-event basis [1]. It reconstructs the top quark four-momentum by combining the two decay jets of the  $W$  boson with the jet from the  $tW$ -vertex. As a measure against pile-up and underlying event, a filtering step is applied which involves running the Cambridge/Aachen (C/A) jet algorithm with a dynamically chosen radius that adapts to the distance between the particles. The C/A jets have to be well calibrated to obtain high tagging efficiency and background rejection. The talk describes the energy calibration of the C/A jets for the ATLAS detector.

[1] Plehn et al., Stop Reconstruction with Tagged Tops, JHEP10 (2010) 078

T 36.7 Fr 10:15 ZHG 104

**HEPTopTagger Optimisation Studies** — ●DAVID SOSA, GREGOR KASIECZKA, SEBASTIAN SCHÄTZEL, and ANDRÉ SCHÖNING — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

The HEPTopTagger is an algorithm designed to identify hadronically decaying top quarks on an event-by-event basis. The performance of the HEPTopTagger is optimised by tuning internal parameters of the algorithm for the largest signal-to-background ratio and highest signal efficiency in a sample selected to contain semi-leptonic top-antitop decays.

This talk shows optimisation results obtained on Monte Carlo-simulated events which are validated using the full 2011 ATLAS dataset.

T 37: Top-Quark: Eigenschaften 1

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: ZHG 105

T 37.1 Mo 16:45 ZHG 105

**Messung der Masse des Top-Quarks und der Jetenergieskala im Muon+Jets-Kanal bei CMS** — ●MARKUS SEIDEL, PETER SCHLEPER und HARTMUT STADIE — Universität Hamburg

In Proton-Proton-Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV wird eine simultane Messung der Masse des Top-Quarks und der Jetenergieskala am CMS-Experiment durchgeführt. Dafür werden Ereignisse im Muon+Jets-Zerfall von Top-Quark-Paaren selektiert. Die Top-Quark-Masse und die Jetenergieskala werden unter Beachtung ihrer Korrelation mit einer 2D-Ideogram-Methode aus den Daten bestimmt. Es wird gezeigt, dass die systematische Unsicherheit auf die Top-Quark-Masse im Vergleich zu vorherigen Messungen am LHC reduziert werden kann.

T 37.2 Mo 17:00 ZHG 105

**Measurement of the Top Quark Mass with the ATLAS Experiment Using a 1-D Template Method** — GIORGIO CORTIANA<sup>2</sup>, ●STEFAN GUINDON<sup>1</sup>, KEVIN KROENINGER<sup>1</sup>, RICHARD NISIUS<sup>2</sup>, ARNULF QUADT<sup>1</sup>, and ELIZAVETA SHABALINA<sup>1</sup> — <sup>1</sup>II Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Physik, (Werner-Heisenberg-Institut), München

A top quark mass measurement in the lepton + jets channel using 1 fb<sup>-1</sup> of data collected in the first half of the 2011 ATLAS experiment run will be presented. The measurement uses an explicit reconstruction of the t $\bar{t}$  decay. The reconstructed top and W masses are used to form a stable ratio against fluctuations in the jet energy scale (JES). The ratio is referred to as the R<sub>32</sub> estimator. Using the dependence on the top mass, a template fit is performed to data in both, the e+jets and  $\mu$  + jets channels, separately. Relevant systematics are also studied in order to quantify the uncertainty on the mass measurement.

T 37.3 Mo 17:15 ZHG 105

**Messung der Masse des Top-Quarks mit der Matrix Element Methode bei ATLAS** — CARSTEN BRACHEM, ●OLAF NACKENHORST, KEVIN KRÖNINGER, ARNULF QUADT und ELIZAVETA SHABALINA — II.Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Das Top-Quark spielt auf Grund seiner hohen Masse eine besondere Rolle im Standardmodell der Teilchenphysik. Bei den bisher genauesten Messungen der Top-Quark-Masse am Tevatron wurde die Matrix Element Methode (MEM) verwendet.

Vorgestellt werden erste Studien mit dem Ziel, eine Messung der Top-Quark-Masse in Lepton + Jets Endzuständen mit der MEM am ATLAS Experiment durchzuführen. Die MEM stellt eine direkte Verbindung zwischen Theorie und dem rekonstruierten Ereignis her und erreicht dadurch besonders kleine Unsicherheiten. Sie basiert auf der Wahrscheinlichkeitsdichte, ein bestimmtes Ereignis im Detektor zu beobachten. In die Wahrscheinlichkeitsdichte fließen sowohl der Produktionsmechanismus über die PDFs, der harte Streuprozess über das Übergangsmatrixelement, als auch die Detektorantwort über die Transferfunktionen ein. Der Parameter, der untersucht werden soll, in diesem Fall also die Top-Quark Masse, wird durch Maximierung des Produktes aller Wahrscheinlichkeitsdichten, der Likelihood, extrahiert. Systematische Unsicherheiten können weiter reduziert werden, indem experimentelle Parameter, wie zum Beispiel die Jetenergieskala, gleichzeitig in einer Messung bestimmt werden.

T 37.4 Mo 17:30 ZHG 105

**World's most precise single measurement of the top quark mass: final steps** — ●OLEG BRANDT, ARNULF QUADT, and ELIZAVETA SHABALINA — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

The mass of the top quark is a free parameter of the Standard Model. Its precise measurement is highly relevant, as it may reveal valuable insights into the nature of electroweak symmetry breaking due to a Yukawa coupling of almost unity.

We review the final steps towards the world's most precise single measurement of  $m_{\text{top}}$ , which we aim to perform in lepton+jets final states using 9.7 fb<sup>-1</sup> of data recorded by the DØ detector in  $p\bar{p}$  collisions at  $\sqrt{s} = 1.96$  TeV. To extract  $m_{\text{top}}$ , we apply the so-called matrix element technique, which offers superior statistical sensitivity. We review the cutting-edge methods of numerical integration we employ to meet the computational challenges of this measurement. Furthermore,

we summarise our studies which lead to an improved understanding of systematic uncertainties from higher-order contributions, hadronisation and underlying event, initial and final state radiation, the dependency of the jet energy scale on the jet flavour, and others, resulting in a combined systematic uncertainty of below 1 GeV.

T 37.5 Mo 17:45 ZHG 105

**Evaluation of systematic uncertainties on  $m_{\text{top}}$  from initial and final state radiation using the novel  $\phi^*$  observable in  $Z \rightarrow \ell\ell$  events** — ●OLEG BRANDT, ARNULF QUADT, and ELIZAVETA SHABALINA — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

To achieve the smallest systematic uncertainty possible for the final, most precise single measurement of  $m_{\text{top}}$  with the DØ detector, we capitalise on the advantage of the initial state at the Fermilab's Tevatron collider over that provided by the CERN's LHC, which features notably higher initial state radiation rates. Moreover, due to the dominance of quark-antiquark annihilation in production of  $t\bar{t}$  pairs at the Tevatron, the rate of initial state radiation can be extrapolated to final state radiation.

We use unfolded distributions in  $\phi^*$  at different  $Q^2$ , extracted from 7.3 fb<sup>-1</sup> of  $Z \rightarrow \ell\ell$  events recorded by DØ, to evaluate systematic uncertainties on  $m_{\text{top}}$  from initial and final state radiation.  $\phi^*$  is a novel topological variable, which offers superb sensitivity to the transverse momentum of the Z boson at the lower end of the spectrum compared to conventional observables. Besides the  $m_{\text{top}}$  measurement, our studies are relevant and beneficial for the majority of analyses in the top sector at the Tevatron, and can possibly be extended to the final state radiation at the LHC.

T 37.6 Mo 18:00 ZHG 105

**Measurement of the top quark mass in the dilepton channel using Neutrino Weighting** — KEVIN KRÖNINGER, ARNULF QUADT, ELIZAVETA SHABALINA, and ●TAMARA VÁZQUEZ SCHRÖDER — Georg-August-Universität, Göttingen, Germany

The top quark mass is one of the fundamental parameters in the Standard Model. In the analysis presented here, the Neutrino Weighting approach is used to reconstruct top events in the dilepton channel. Assuming a neutrino rapidity distribution from Standard Model expectations and a top quark mass a priori, event weights can be obtained from comparing calculated and reconstructed missing transverse energy. A framework for the reconstruction of dileptonic top events in context of the ATLAS experiment and its implementation to extract the top quark mass is presented.

T 37.7 Mo 18:15 ZHG 105

**Top Quark Masse in dileptonischen Endzuständen bei ATLAS** — GABRIELE COMPOSTELLA, GIORGIO CORTIANA, PAOLA GIOVANNINI, RICHARD NISIUS und ●ANDREAS ALEXANDER MAIER — Max-Planck-Institut für Physik, Föhringer Ring 6, 80805 München

Die Masse des Top Quarks ist ein fundamentaler Parameter des Standardmodells. Es werden Untersuchungen zur Messung der Top Quark Masse im dileptonischen Zerfallskanal der Top Quark Paarproduktion am ATLAS Detektor präsentiert. Der dileptonische Zerfall des Top Quark Paares beinhaltet zwei geladene Leptonen, zwei Neutrinos und zwei Jets ausgehend von jeweils einem b Quark. Die zwei Neutrinos im Endzustand führen zu einem unterbestimmten System kinematischer Gleichungen. Verschiedene Methoden, trotz dieser Einschränkung einen Top Quark Massenschätzwert zu konstruieren, und die damit verbundene erwartete Genauigkeit werden diskutiert.

T 37.8 Mo 18:30 ZHG 105

**Studies for a top quark mass measurement in the dilepton channel using the  $m_{T2}$  variable at ATLAS** — ●KAVEN YAU, TAT-TEVIK ABAJYAN, MARKUS CRISTINZIANI, SARA GHASEMI, GIA KHORIALI, AGNIESZKA LEYKO, RALPH SCHAEFER, and KIRIKA UCHIDA — Universitaet Bonn

The value of the top quark mass is an unknown parameter of the Standard Model, i.e. it cannot be obtained by theoretical calculations. As the heaviest elementary particle in the standard model, the top quark produces a significant contribution to the electroweak radiative corrections. A precise measurement sets constraints on particles predicted

by physics models beyond the Standard Model.

A measurement of the top quark mass in the dilepton channel is studied. A mass measurement in the dilepton channel is challenging, due to the production of two neutrinos. In order to circumvent this difficulty, the Cambridge  $m_{T2}$  variable is used. The  $m_{T2}$  variable is used in pair production events with two missing particles and represents a lower bound to the parent particles mass.

The mass measurement is based on the calibration curve method, with pp collision data at the LHC, measured with the ATLAS detector.

T 37.9 Mo 18:45 ZHG 105

**Messung der Top-Quark-Masse im allhadronischen  $t\bar{t}$ -Zerfallskanal bei ATLAS** — ●STEFANIE ADOMEIT, KATHARINA BEHR, OTMAR BIEBEL und CHRISTOPHER SCHMITT — LS Schaile, LMU München

Der hohe Produktionswirkungsquerschnitt von Top-Antitop Paaren

bei LHC-Schwerpunktenergien in Verbindung mit einem Verzweigungsverhältnis von 46% bieten hervorragende statistische Voraussetzungen für die Messung der Top-Quark-Masse im vollhadronischen  $t\bar{t}$ -Zerfallskanal. Die Herausforderung liegt hierbei im allhadronischen Endzustand aus 6 Quarks, welcher zusammen mit potentiell abgestrahlten Gluonen zu einer Signatur von mindestens 6 Jets führt. Diese resultiert in einem großen kombinatorischen Untergrund bei der Rekonstruktion der beiden hadronischen Top-Quarks sowie in einer erheblichen Anzahl an Untergrundereignissen auf Grund von QCD-Multijet-Produktion.

Der Vortrag befasst sich mit der Messung der Top-Quark-Masse im allhadronischen  $t\bar{t}$ -Kanal mit Hilfe von Templates. Die Rekonstruktion der vollhadronischen Ereignis-Topologie erfolgt mittels eines kinematischen Likelihood-Fits in Kombination mit b-Tagging Information. Desweiteren werden Möglichkeiten zur Separation von Signal- und QCD-Untergrundereignissen diskutiert.

## T 38: Top-Quark: Eigenschaften 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: ZHG 105

T 38.1 Di 16:45 ZHG 105

**Measurement of the top quark mass with the decay length method at the ATLAS experiment** — ●CHRISTIAN JUNG, HENDRIK ESCH, REINER KLINGENBERG, and INGO BURMEISTER — Experimentelle Physik IV, TU Dortmund

The decay length method exploits the Lorentz boost of emerging B hadrons from top quark decays to determine the top quarks mass. Its main feature is the independence from the jet energy scale due to only requiring tracking information. The application to ATLAS data of  $\sqrt{s} = 7\text{TeV}$  center of mass energy is presented.

T 38.2 Di 17:00 ZHG 105

**Der Lepton-Transversalimpuls als Instrument zur Messung der Top-Quark-Masse** — ●ELENA NICKEL, IAN BROCK und ADRIANA ELIZABETH NUNCIO QUIROZ — Universität Bonn, Bonn, Deutschland

Die Top-Quark-Masse ist einer der grundlegenden Parameter des Standard-Modells. Mit dem ATLAS-Detektor sind präzise Messungen dieses Werts möglich. Die Unsicherheit der meisten Methoden auf diesen Wert ist im Wesentlichen durch die Kenntnis der Jet-Energieskala dominiert.

Im Vortrag wird eine alternative und komplementäre Methode vorgestellt, welche den Transversalimpuls der leptonischen Zerfallsprodukte des Top-Quarks verwendet. Diese Methode benutzt einen Fit der Mittelwert und der Median der Transversalimpulse um den Wert der Top-Quark-Masse, unabhängig von der Jet-Energieskala zu extrahieren. Für die Ergebnisse wurde der gesamte Datensatz des Jahres 2011 verwendet.

T 38.3 Di 17:15 ZHG 105

**Bestimmung der Top-Masse anhand der Winkel zwischen den Zerfallsprodukten** — ●KATHARINA BEHR, STEFANIE ADOMEIT, CHRISTOPHER SCHMITT und OTMAR BIEBEL — LS Schaile, LMU München, Am Coulombwall 1, 85748 Garching

Aus der vom ATLAS-Experiment bisher aufzeichneten Luminosität von  $5 \text{ fb}^{-1}$  und einem Wirkungsquerschnitt von etwa  $170 \text{ pb}$  bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  ergibt sich eine Zahl von  $850.000 \text{ } t\bar{t}$ -Ereignissen, die für die Massenmessung zur Verfügung stehen. Daraus folgt eine im Vergleich zu früheren Messungen starke Verringerung des statistischen Fehlers auf die Masse, deren Unsicherheit nun von systematischen Effekten dominiert wird. Diese gilt es nun für die angestrebten Präzisionsmessungen zu verringern.

Ein dominanter systematischer Fehler bei der Bestimmung der Masse des hadronisch zerfallenden Top-Quarks ist durch die Unsicherheit auf die Jet-Energieskala bedingt. Folglich ist die Wahl einer Methode zur Massenbestimmung, die eine im Vergleich zur invarianten 3-Jet-Masse verringerte Jet-Energieskalenabhängigkeit aufweist, erstrebenswert.

Die hier vorgestellte Methode basiert auf der Idee, dass sich die Winkel zwischen Jets deutlich präziser vermessen lassen als deren Energien. Das Verhältnis  $m_{top}/m_W$  ist allein durch die Winkel zwischen den Jets im Ruhesystem des Top-Quarks festgelegt. Die einzige Energieabhängigkeit der Methode, die durch die Messung des Boost-Vektors des Top-Quarks bezüglich des Laborsystems entsteht, kann durch Extra-

polarisation hin zu Top-Quarks mit kleinem Boost, für die die Winkel im Laborsystem gemessen werden können, weiter verringert werden.

T 38.4 Di 17:30 ZHG 105

**Abschätzung des  $W$ +Jets Untergrundes aus Daten für  $W$ -Helizitätsstudien am ATLAS-Experiment** — ●CORA FISCHER, ANDREA KNUE, KEVIN KRÖNINGER, SHABNAZ PASHAPOUR und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Uni Göttingen

Die Messung der  $W$ -Helizität in Topquark-Zerfällen gibt Aufschluss über die  $Wtb$ -Vertexstruktur. Abweichungen von der angenommenen  $V-A$ -Struktur wären ein Hinweis auf Physik jenseits des Standardmodells. In der  $W$ -Helizitätsanalyse werden gleichzeitig die drei Signalanteile (linkshändige, rechtshändige und longitudinale Polarisation) und die Untergrundbeiträge bestimmt. Der  $W$ +Jets Anteil ist hier der dominante Untergrund.

Der  $W$ +Jets Untergrund soll durch einen Templatefit an Daten bestimmt werden. Hierfür wird ein  $W$ +Jets angereichertes Datensample selektiert. Es wird die Jet-Multiplizitätsverteilung verwendet. Die Templates werden aus Monte Carlo-Samples und aus Daten (Multijetuntergrund) gewonnen. Der Fit an Daten liefert Skalenfaktoren für die einzelnen  $W+n$ Jets Beiträge. Diese Skalenfaktoren werden zur Korrektur der einzelnen Beiträge verwendet. Die Methode wird mit Hilfe von Ensemble-Tests validiert. Es wird ein Fit an Pseudo-Daten gezeigt.

T 38.5 Di 17:45 ZHG 105

**Bestimmung der  $W$ -Helizitätsanteile in semileptonischen Topzerfällen am ATLAS-Experiment** — CHRIS DELITZSCH, ●ANDREA KNUE, KEVIN KRÖNINGER, ARNULF QUADT und ELIZAVETA SHABALINA — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Die Messung der  $W$ -Helizitätsanteile in Topzerfällen stellt einen wichtigen Test für das Standardmodell (SM) der Teilchenphysik dar. Das SM sagt einen Anteil von  $\approx 70 \%$  longitudinalen und  $\approx 30 \%$  linkshändigen  $W$ -Bosonen vorher. Der rechtshändige Anteil ist stark unterdrückt. Die Messungen der Helizitätsanteile wird am ATLAS-Experiment auf einem Datensatz von  $0.7 \text{ fb}^{-1}$  durchgeführt. Die Untergrundprozesse werden auf Basis von Daten abgeschätzt oder mit Monte Carlo - Methoden (MC) simuliert.

Für die Messung der Helizitätsanteile wird die Winkelvariable  $\cos\theta^*$  verwendet. Die Signal-Templates werden mit dem MC - Generator Protos produziert. Mit einem kinematischen Likelihood-Fit wird die beste Parton-Jet Kombination gesucht und die Winkelverteilung rekonstruiert. Durch die Anpassung von Signal- und Untergrund-Templates an die Daten werden die  $W$ -Helizitätsanteile bestimmt. Statistische und systematische Unsicherheiten werden unter Verwendung von Ensemble-Tests abgeschätzt.

T 38.6 Di 18:00 ZHG 105

**Studie der Spin-Korrelation von Top-Antitop-Paaren im semileptonischen Zerfallskanal bei ATLAS** — ●BORIS LEMMER, KEVIN KRÖNINGER und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Mit einer Lebensdauer von ca.  $0,5 \cdot 10^{-25} \text{ s}$  zerfällt das Top-Quark

noch bevor es hadronisieren kann. Über die Messung der Winkelverteilungen der Zerfallsprodukte des Top-Quarks können somit direkte Rückschlüsse auf dessen Spin-Konfiguration geschlossen werden. Bei der Produktion von Top-Antitop-Paaren sind deren Spins korreliert. Die Korrelation ist abhängig von den Produktions- und Zerfallsmechanismen. Diese können durch einen Vergleich der gemessenen Spinkorrelation mit den Vorhersagen des Standardmodells getestet werden und Hinweise auf Physik jenseits des Standardmodells geben. In diesem Vortrag werden Studien der Spinkorrelation von Top-Antitop-Paaren vorgestellt, die bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV am LHC produziert und mittels des ATLAS-Detektors rekonstruiert wurden. Die Studie widmet sich dem semileptonischen Zerfallskanal und der Rekonstruktion mittels eines kinematischen Fits. Methoden zur Separation der beiden Quarks aus den Zerfällen des W-Bosons wie beispielsweise Flavour-Tagging und Jet-Ladungsmessung werden evaluiert.

T 38.7 Di 18:15 ZHG 105

**Untersuchung von Spin-Eigenschaften in Top-Paar-Zerfällen mit dem CMS-Experiment** — MARTINA DAVIDS, HEIKO GEENEN, WAEL HAJ AHMAD, ●FELIX HÖHLE, YVONNE KÜSSEL, OLIVER POOTH, ACHIM STAHL, HEINER THOLEN und MARC ZÖLLER — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen

Mit dem CMS Experiment wurden während des Jahres 2011  $4,6 \text{ fb}^{-1}$  an Proton-Proton Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  aufgezeichnet. Die daraus resultierende große Statistik von Top-Paar Ereignissen ermöglicht die Untersuchung von Spin-Eigenschaften des Top-Quarks. Top-Quarks hadronisieren nicht, da sie zuvor zerfallen. Aus diesem Grund beeinflussen die Spins die kinematischen Größen der Zerfallsprodukte direkt. Aus diesen werden Informationen über die Spin-Eigenschaften extrahiert.

Mit einer schnittbasierten Selektion werden Top-Paar Ereignisse im Muon+Jet Kanal identifiziert und rekonstruiert. Die vorgestellte Ana-

lyse untersucht Winkelverteilungen die durch Spin-Eigenschaften beeinflusst werden.

Es werden vollständig simulierte und rekonstruierte Daten betrachtet und die Sensitivität der Methode vorgestellt.

T 38.8 Di 18:30 ZHG 105

**Kombinatorische Messung der Top-Quark-Ladung mit dem CMS-Experiment** — MARTINA DAVIDS, HEIKO GEENEN, WAEL HAJ AHMAD, FELIX HÖHLE, ●YVONNE KÜSSEL, OLIVER POOTH, ACHIM STAHL, HEINER THOLEN und MARC ZÖLLER — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen

Mit dem CMS-Experiment wurde im Jahre 2011 bereits eine integrierte Luminosität von  $4,6 \text{ fb}^{-1}$  an Proton-Proton-Kollisionen aufgezeichnet. Dies ermöglicht präzise Untersuchungen der Eigenschaften des Top-Quarks.

Die vorgestellte Analyse beschäftigt sich mit dem Nachweis des Top-Quarks als schwachen Isospin-Partner des b-Quarks in der dritten Generation des Standard Modells. Eine daraus folgende elektrische Ladung von  $+2/3 e$  gilt es mit dem CMS Experiment zu bestätigen. Die Ladung des Top-Quarks wird aus den Ladungen der Zerfallsprodukte kombiniert.

Für die Messung werden Top-Paar-Ereignisse im Myon+Jets-Kanal verwendet. Die beiden b-Jets des harten Prozesses werden mit einem b-Tag-Algorithmus identifiziert und können mithilfe der Zerfallskinetik dem leptonisch und hadronisch zerfallendem Top-Quark zugeordnet werden. Jetintrinsic Messgrößen geben Aufschluss über das Ladungsvorzeichen des b-Quarks. Zusammen mit dem hochenergetischen Myon aus dem W-Boson lässt sich somit die Ladung des Top-Quarks rekonstruieren.

Ein alternatives Szenario mit einem  $4/3 e$ -geladenen Top-Quark kann mit einem Vertrauensniveau von  $5 \sigma$  ausgeschlossen werden.

## T 39: Top-Quark: Eigenschaften 3

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 105

T 39.1 Mi 16:45 ZHG 105

**Study of the Inclusive  $t\bar{t}\gamma$  Cross Section at  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  with the CMS Experiment** — MARTINA DAVIDS, HEIKO GEENEN, WAEL HAJ AHMAD, FELIX HÖHLE, YVONNE KÜSSEL, OLIVER POOTH, ACHIM STAHL, ●HEINER THOLEN, and MARC ZÖLLER — III. Physikalisches Institut; RWTH Aachen

The top quark pair production with an associated photon in the final state is investigated to examine the electro-magnetic top quark coupling. With respect to Standard Model predictions, an additional contribution in the absolute scale of  $\sigma_{t\bar{t}\gamma}/\sigma_{t\bar{t}}$  or a deviation in the shape of the photon energy spectrum would indicate modifications in the  $t\bar{t}\gamma$  vertex and therefore reveal new physics. A Monte-Carlo benchmark study has been performed using the generator tools WHIZARD and GoSam, providing LO and NLO calculations. We implement a cut based event selection to focus on top pair events in the muon+jets channel. On top of this preselection,  $t\bar{t}\gamma$  candidates are identified by requiring a well isolated, high energy photon and additional mass constraints. In first approach, the ratio  $\sigma_{t\bar{t}\gamma, \text{incl.}}/\sigma_{t\bar{t}}$  is estimated and compared to data collected with the CMS detector at LHC.

T 39.2 Mi 17:00 ZHG 105

**Messung des inklusiven  $t\bar{t}\gamma$ -Wirkungsquerschnitts bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  mit dem ATLAS-Detektor** — BORA ATLAY<sup>2</sup>, ●JOHANNES ERDMANN<sup>1</sup>, IVOR FLECK<sup>2</sup>, CHRISTIAN HACHENBERG<sup>2</sup>, KEVIN KRÖNINGER<sup>1</sup>, ARNULF QUADT<sup>1</sup>, MARCUS RAMMES<sup>2</sup> und OLIVER ROSENTHAL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen — <sup>2</sup>Department für Physik, Universität Siegen  
Topquark-Paarereignisse mit zusätzlich abgestrahlten Photonen ( $t\bar{t}\gamma$ ) erlauben die direkte Untersuchung der elektromagnetischen Kopplung des Topquarks. In diesem Vortrag wird die erste Messung des  $t\bar{t}\gamma$ -Wirkungsquerschnitts in  $pp$ -Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  vorgestellt.  $1,04 \text{ fb}^{-1}$  mit dem ATLAS-Detektor gemessener Daten wurden analysiert und 122 Ereignisse mit einem hochenergetischen Elektron oder Myon und einem hochenergetischen Photon selektiert. Der Wirkungsquerschnitt für semileptonische und dileptonische  $t\bar{t}\gamma$ -Ereignisse mit einem minimalen Transversalimpuls des Photons von 8 GeV beträgt  $2,0 \pm 0,5 \text{ (Stat.)} \pm 0,7 \text{ (Syst.)} \pm 0,08 \text{ (Lumi.) pb}$  und ist damit kon-

sistent mit theoretischen Rechnungen im Rahmen des Standardmodells.

T 39.3 Mi 17:15 ZHG 105

**Non-top-quark related background estimation for the signal process  $t\bar{t}\gamma$  with the ATLAS detector** — ●OLIVER ROSENTHAL, IVOR FLECK, and MARCUS RAMMES — Universität Siegen

Top quark pair events with the radiation of an additional photon ( $t\bar{t}\gamma$ ) are investigated at the ATLAS detector. A first measurement of the  $t\bar{t}\gamma$  cross section in the single lepton and dilepton decay channel has been performed at  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  and an integrated luminosity of  $1.04 \text{ fb}^{-1}$ . The result is  $2.0 \pm 0.5 \text{ (stat.)} \pm 0.7 \text{ (syst.)} \pm 0.08 \text{ (lumi.) pb}$ , which is in agreement with the Standard Model prediction.

The distinction between background and signal photons is a challenging task since photons with similar properties are radiated from the signal process as well as from a large variety of different background processes.

$W$ +jets+ $\gamma$ ,  $Z$ +jets+ $\gamma$  and QCD+ $\gamma$  are the most significant classes of background consisting of processes with a real photon in the final state. Different methods have been developed and applied to estimate their contributions. These methods will be illustrated in this talk.

T 39.4 Mi 17:30 ZHG 105

**Determination of the Systematic Uncertainty due to the Monte Carlo Modelling for the Measurement of the Inclusive  $t\bar{t}\gamma$  Cross Section with ATLAS** — ●NAIM BORA ATLAY, IVOR FLECK, MARCUS RAMMES, and OLIVER ROSENTHAL — Siegen University

Since the observation of the top quark, many of its properties have been measured but often with large uncertainties. The electroweak couplings of the top quark are one example of these properties. These couplings can be investigated by probing top quark pair events in association with a gauge boson, such as  $t\bar{t}\gamma$  or  $t\bar{t}Z$ .

In the  $t\bar{t}\gamma$  analyses, the calculations used to produce the signal sample are performed at leading order. More precise analyses would profit from using a next-to-leading order sample. Although the calculations for top quark production with an additional photon at next-to-leading order exist, an event generator is not available yet. In absence of a NLO

$t\bar{t}\gamma$  sample, it is reasonable and needed to consider a systematic uncertainty, which should cover the uncertainty of LO event generation. In this presentation, the determination of the systematic uncertainty due to the Monte Carlo modelling for the measurement of the inclusive  $t\bar{t}\gamma$  cross section with ATLAS is presented.

T 39.5 Mi 17:45 ZHG 105

**Untersuchung des Farbladungsflusses zwischen Jets aus W-Bosonen in Top-Quark-Ereignissen** — ●CLEMENS LANGE — Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Standort Zeuthen

Die Quantenzahl Farbladung ist eine Erhaltungsgröße der Quantenchromodynamik (QCD). Partonen, die auf derselben Farbladungsflusslinie liegen, sind „farbverbunden“ und ziehen sich durch die starke Kraft an. Bei der Hadronisierung führt dies zu vermehrter hadronischer Aktivität zwischen den Jets. Dies erlaubt es beispielsweise den Zerfall eines farbneutralen W-Bosons in ein farbverbundenes Quark-Paar von Zerfällen wie dem eines farbgeladenen Gluons in ein Quark-Paar, zwischen denen keine Farbverbindung existiert, zu unterscheiden.

Ereignisse, in denen ein Top-Quark-Paar erzeugt wird, wobei jedes Top-Quark in ein Bottom-Quark und ein W-Boson zerfällt, eignen sich hervorragend, um mögliche Observablen, die auf die hadronische Aktivität zwischen Jets sensitiv sind, zu untersuchen und diese experimentell zu etablieren. Durch Selektion von Top-Ereignissen, in denen ein W-Boson leptonisch und das andere hadronisch zerfällt, erhält man einen sehr reinen Datensatz, mit dem man den Farbfluss zwischen Jets studieren kann, da die Ereignisse sowohl farbverbundene als auch farbgetrennte Jets enthalten. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Untersuchungen von Messungen des Farbflusses zwischen Jets, die mit dem ATLAS-Detektor am LHC ermittelt wurden, vorgestellt.

T 39.6 Mi 18:00 ZHG 105

**Search for top flavor violating resonances in  $t\bar{t}b\bar{a}r$  + jet events with ATLAS** — ●CHRIS MALENA DELITZSCH, KEVIN KRÖNINGER, and ARNULF QUADT — Georg-August-Universität Göttingen, Germany

The top quark has a mass close to the scale of electroweak symmetry breaking and plays therefore an important role in searches for physics beyond the Standard Model. Top flavor violating particles could explain the forward-backward asymmetry recently measured at the Tevatron. In this analysis, a search for a new top flavor violating heavy particle  $W'$  in association with a top quark is performed. Depending on the color charge of the new particle, the particle decays in a top or antitop quark and a light flavor jet. A framework for the search for resonances in  $t\bar{t}b\bar{a}r$  + jet events in context of the ATLAS experiment is presented.

T 39.7 Mi 18:15 ZHG 105

**Messung der differentiellen Ladungsasymmetrie in  $t\bar{t}$ -Ereignissen am CMS-Experiment** — CHRISTIAN BÖSER, THORSTEN CHWALEK, THOMAS MÜLLER, THOMAS PEIFFER, ●FRANK ROSCHER und JEANNINE WAGNER-KUHR — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Die Messung der Ladungsasymmetrie in  $t\bar{t}$ -Ereignissen bei CDF zeigt eine  $3\sigma$ -Abweichung zur Standardmodell-Vorhersage für Ereignisse mit hohen invarianten  $t\bar{t}$ -Massen ( $M_{t\bar{t}} > 450\text{GeV}/c^2$ ) und könnte somit ein erster Hinweis auf die Existenz unbekannter Austauschteilchen sein. Bestätigt sich diese Diskrepanz, so erwartet man trotz des symmetrischen Ausgangszustands (Proton-Proton-Kollisionen) auch am LHC

einen messbaren Effekt. Dieser äußert sich, anders als am Tevatron, in unterschiedlich breiten Rapiditätsverteilungen von Top- und Antitop-Quarks.

Im Vortrag werden Studien zur Messung der Asymmetrie als Funktion von charakteristischen Variablen des Top-Quark-Paarsystems (z.B.  $M_{t\bar{t}}$ ) am CMS-Experiment vorgestellt, wobei ein möglichst reiner  $t\bar{t}$ -Datensatz im Lepton+Jets-Zerfallskanal verwendet wird.

T 39.8 Mi 18:30 ZHG 105

**Messung der Ladungsasymmetrie in Top-Quark-Paarproduktion bei ATLAS** — ●FABIAN KOHN, KEVIN KRÖNINGER, ARNULF QUADT und ELIZAVETA SHABALINA — II. Physikalisches Institut, Georg-August Universität Göttingen

Im Standardmodell wird eine Ladungsasymmetrie in der starken Produktion von Top-Quark-Paaren vorhergesagt. Diese entsteht aufgrund von Interferenzen in Amplituden nächstführender Ordnung, welche mit unterschiedlichem Vorzeichen unter Vertauschung der Quarks im Endzustand beitragen. Diverse Theorien, welche über das Standardmodell hinaus gehen, sagen hingegen erhöhte Asymmetrien, insbesondere im hohen invarianten  $t\bar{t}$  Massenbereich, vorher. Präsentiert wird eine Messung der Ladungsasymmetrie in  $t\bar{t}$  Ereignissen im semileptonischen Kanal auf einem Datensatz von  $1,04\text{fb}^{-1}$ . Nach der Selektion von Ereignissen mit einem Lepton, mindestens vier rekonstruierten Jets und fehlender transversaler Energie wird eine Ereignisrekonstruktion anhand der semileptonischen Zerfallstopologie mittels eines kinematischen Fits durchgeführt. Die Ladungsasymmetrie

$$A_C = \frac{N(\Delta|Y| > 0) - N(\Delta|Y| < 0)}{N(\Delta|Y| > 0) + N(\Delta|Y| < 0)}$$

wird anhand der rekonstruierten Verteilung der Observablen  $\Delta|Y| = |Y_i| - |Y_{\bar{i}}|$  bestimmt und schließlich eine Entfaltungsmethode angewandt, um die entsprechende Asymmetrieverteilung auf Parton-Ebene zu bestimmen. Des Weiteren wird die Asymmetrieverteilung als Funktion der invarianten  $t\bar{t}$  Masse bestimmt.

T 39.9 Mi 18:45 ZHG 105

**Messung der Top-Quark Ladungsasymmetrie im Dileptonischen Kanal mit dem ATLAS Experiment** — ●HENDRIK CZIRR und IVOR FLECK — Universität Siegen

Das Top-Quark ist das schwerste, bis jetzt beobachtete, Elementarteilchen. Die Masse des Top-Quarks liegt im Bereich der elektroschwachen Skala, daher stellt die Vermessung der Eigenschaften des Top-Quarks eine Methode zur Suche von Physik über das Standard Modell hinaus dar.

In führender Ordnung störungstheoretischer Quantenchromodynamik (QCD) ist die Top-Quark Paar-Produktion symmetrisch unter Ladungsvertauschung. In nächst führender Ordnung QCD beobachtet man eine kleine Asymmetrie in den Prozessen  $q\bar{q} \rightarrow t\bar{t}$  durch die Interferenz von Born- und Box-Diagrammen. Es steht zu erwarten, dass das Top Quark vornehmlich in die Richtung des einlaufenden Quarks und das Antitop in die Richtung des einlaufenden Antiquarks erzeugt wird. Verschiedene Prozesse neuer Physik, wie z.B. die Existenz von Axiglukonen, Kaluza Klein Anregungen des Gluons, oder  $Z'$  Bosonen können Veränderungen dieser Asymmetrie verursachen. Somit kann die Messung der Ladungsasymmetrie des Top Quarks Hinweise auf diese Prozesse liefern.

Es wird der Status der Siegener Analyse zur Top-Quark Ladungsasymmetrie im Dileptonischen Kanal präsentiert.

## T 40: CP-Verletzung 1

Zeit: Dienstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 004

T 40.1 Di 16:45 ZHG 004

**Suche nach dem seltenen Kaonzerfall  $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 e^+ e^-$**  — ●YVONNE KOHL — Institut für Physik, Universität Mainz

Mit dem NA48-Experiment am CERN-SPS werden seit 1997 mit Erfolg seltene Kaonzerfälle untersucht. Mit dem NA48/2-Experiment wurden in den Jahren 2003/2004 Daten genommen, die für die Suche nach dem Zerfallskanal  $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 e^+ e^-$  ausgewertet werden. Dieser Kanal wurde bisher noch nicht beobachtet. Es wird erwartet, in diesem Kanal Hinweise auf CP-Verletzung im System der geladenen Kaonen zu finden. Das Verzweungsverhältnis sollte in der Größenordnung  $10^{-7}$  liegen und wird in dieser Analyse durch die Normierung auf den

Zerfallskanal  $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0$  gemessen.

**Gruppenbericht**

T 40.2 Di 17:00 ZHG 004

**Das NA62-Experiment** — ●ANDREAS WINHART — Institut für Physik, Universität Mainz

Das NA62-Experiment am CERN soll ab 2014 etwa 100 Ereignisse des extrem seltenen Zerfalls  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  messen. Dieser Zerfall ist einer der goldenen Kanäle im Kaonsektor: Er ist im Standardmodell sehr stark unterdrückt, gleichzeitig aber von der Theorie genau vorhergesagt (Verzweungsverhältnis  $(8,0 \pm 1,1) \times 10^{-11}$ ) und somit herausragend zur Suche nach Neuer Physik geeignet. Daneben erlaubt er eine

Messung des CKM-Matrixelements  $|V_{td}|$ .

Der Vortrag gibt einen Überblick über die Anforderungen und den Aufbau des NA62-Experiments. Ein wesentlicher Aspekt ist die Unterdrückung der Zerfälle  $K^+ \rightarrow \mu^+\nu$  und  $K^+ \rightarrow \pi^+\pi^0$  durch Kinematik, Teilchenidentifikation und Vetoähler. Neben der präzisen Messung der Kaon- und Pionimpulse bei GHz-Raten muss das NA62-Experiment daher ein nahezu hermetisches Photonveto sowie eine Myonunterdrückung von  $10^{11}$  realisieren.

T 40.3 Di 17:20 ZHG 004

**Messung der Polarisationsamplituden des Zerfalls  $B_d \rightarrow J/\psi K^*$  bei LHCb** — ●ALEXANDER BIEN für die LHCb Gruppe Physikalischen Institut Heidelberg-Kollaboration — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Im Zerfall  $B_d \rightarrow J/\psi K^*$  liegen die beiden Vektormesonen  $J/\psi$  und  $K^*$  in verschiedenen Polarisationszuständen vor, die zu unterschiedlichen relativen Bahndrehimpulsen der beiden Teilchen korrespondieren. Die Polarisationsamplituden können über eine Analyse der Zerfallswinkel bestimmt werden. Die Messung verlangt allerdings eine gute Kenntnis der zugehörigen Winkelakzeptanzen.

Eine zeitabhängige Analyse des  $J/\psi K\pi$  Endzustandes erlaubt zudem die Bestimmung des Kosinus der CKM-Phase  $\beta$ .

In diesem Vortrag werden Ergebnisse vorgestellt, die auf den im Jahr 2011 mit dem LHCb-Detektor aufgezeichneten Daten basieren, die einer Luminosität von etwa  $1 \text{ fb}^{-1}$  entsprechen.

T 40.4 Di 17:35 ZHG 004

**Messung der Oszillationsfrequenz  $\Delta m_d$  und Kalibrierung des Flavourtagging mit den Zerfällen  $B_d^0 \rightarrow D^- \pi^+$  und  $B_d^0 \rightarrow J/\psi K^*$  bei LHCb** — ●ULRICH EITSCHBERGER, TOBIAS BRAMBACH, TILL MORITZ KARBACH, FLORIAN KRUSE, JULIAN WISHAHI, CHRISTOPHE CAUET, FRANK MEIER und BERNHARD SPAAN — TU Dortmund, Fakultät Physik, Experimentelle Physik 5

Für die zeitabhängige Messung von  $CP$ -Verletzung im  $B_d^0$ -Sektor bei LHCb ist genaue Kenntnis über den Anfangszustand eines Zerfalls ( $B_d^0$  oder  $\bar{B}_d^0$ ) notwendig, welche durch das sogenannte Flavourtagging erworben wird. Für Analysen entscheidend ist dabei die genaue Bestimmung der auftretenden Mistagraten  $\omega$ .

Zur Bestimmung der Mistagraten müssen Kontrollkanäle mit einem flavourspezifischen Endzustand untersucht werden. Geeignet zur Kalibrierung von  $w$  sind unter anderem die beiden Zerfälle  $B_d^0 \rightarrow J/\psi K^*$  und  $B_d^0 \rightarrow D^- \pi^+$ . Die Ladung des Kaons aus dem  $D^-$  bzw. dem  $K^*$ -Meson gibt dabei Aufschluss über den Zustand des  $B$ -Mesons zum Zeitpunkt des Zerfalls.

Aus derselben Analyse dieser Zerfälle wird die Oszillationsfrequenz  $\Delta m_d$  bestimmt. Die Analyse basiert dabei auf dem kompletten Datensatz von 2011 mit mehr als  $1 \text{ fb}^{-1}$  integrierter Luminosität.

T 40.5 Di 17:50 ZHG 004

**Messung der  $B^0$ -Mischungsphase  $\sin 2\beta$  in  $B_d \rightarrow J/\psi K_S$  bei LHCb** — ●FRANK MEIER, TOBIAS BRAMBACH, CHRISTOPHE CAUET, ULRICH EITSCHBERGER, MICHAEL KABALLO, TILL MORITZ KARBACH, FLORIAN KRUSE, BERNHARD SPAAN und JULIAN WISHAHI — TU Dortmund, Fakultät Physik, Dortmund, Deutschland

Auf Grundlage der 2011 vom LHCb-Experiment aufgenommenen Datenmenge von  $\approx 1 \text{ fb}^{-1}$  sind präzise Vermessungen von  $CP$ -verletzenden Prozessen möglich. Im Zerfall  $B_d \rightarrow J/\psi K_S$  tritt in der Interferenz von Oszillation und Zerfall der CKM-Winkel  $\beta$  auf, welcher bereits von den B-Fabriken mit hoher Genauigkeit vermessen wurde. Insofern eignet sich dieser Kanal, um die Stärken des LHCb-Experiments auf dem Gebiet der zeitabhängigen  $CP$ -Messungen herauszustellen. Die hadronische Umgebung bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  stellt besondere Anforderungen an die Trigger, die Selektion und das Flavourtagging, welche in dieser Analyse berücksichtigt werden müssen.

In diesem Vortrag wird der Status der Messung des CKM-Winkels  $\beta$  bei LHCb vorgestellt.

T 40.6 Di 18:05 ZHG 004

**Messung des Verzweungsverhältnisses von  $B_s \rightarrow D_s K$  im LHCb-Experiment** — ●MAXIMILIAN SCHLUPP und TILL MORITZ KARBACH — TU Dortmund, Experimentelle Physik V

Eine der zentralen Messungen am LHCb-Experiment ist die Bestimmung des Winkels  $\gamma$  des zugehörigen Unitaritätsdreiecks der CKM-Matrix. Dabei ist  $\gamma$  der am wenigsten präzise vermessene der drei  $CP$ -Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ . Eine Möglichkeit  $\gamma$  zu erhalten, ist das Studium von zeitaufgelösten  $B_s \rightarrow D_s K$  Zerfällen, welche exklusiv am LHCb-Experiment vermessen werden können.

Der Vortrag stellt die ersten wichtigen Ergebnisse in Hinblick auf eine Messung des Winkels  $\gamma$  vor: die Etablierung des  $B_s \rightarrow D_s K$  Signals am LHCb-Experiment und die Messung der Verzweungsverhältnisse  $\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow D_s^\pm \pi^\mp)$  und  $\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow D_s^\pm K^\mp)$ .

T 40.7 Di 18:20 ZHG 004

**Messung des CKM-Winkels  $\gamma$  mit  $B_s \rightarrow D_s K$ -Zerfällen bei LHCb** — ●RAMON NIET, MORITZ KARBACH und MAXIMILIAN SCHLUPP — TU Dortmund, Experimentelle Physik V

Von den Winkeln  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  des zugehörigen Unitaritätsdreiecks der CKM-Matrix ist der Winkel  $\gamma$  am ungenausten bestimmt. Er lässt sich aus einer zeitabhängigen Messung der Zerfälle  $B_s \rightarrow D_s K$  und  $\bar{B}_s \rightarrow D_s K$  extrahieren. Es handelt sich hierbei um reine Zerfälle auf Tree-Niveau, bei welchen, durch Interferenz von Mischung und Zerfall, der CKM-Winkel  $\gamma$  Eingang in die Amplitude der Zeitverteilung erhält. Angestrebt wird die weltweit erste Messung von  $\gamma$  im  $B_s$ -Sektor. Ziel der Analyse ist es, durch einen Fit an die Massen- und Zeitverteilung des Zerfalls,  $\gamma$  zu extrahieren. Diese zeitaufgelöste Messung erfordert eine genaue Beschreibung der im Experiment vorliegenden Zeitauflösung, da jene eine Dämpfung der zu messenden Oszillationsamplitude bewirkt. Der Vortrag stellt die Analyse vor und diskutiert den Effekt der Zeitauflösung auf die Bestimmung des CKM-Winkels  $\gamma$ .

T 40.8 Di 18:35 ZHG 004

**Analyse des seltenen B-Meson-Zerfalls  $Bd \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$  mit dem ATLAS Detektor** — ●VLADYSLAV SHABOVENKO, PAVEL REZNICEK, CLAUDIO HELLER, LOUISE OAKES und JOCHEN SCHIECK — Excellence Cluster Universe, Boltzmannstraße 2, D-85748 Garching

Im Standardmodell erfolgt der seltene B-Meson-Zerfall  $Bd \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$  durch einen stark unterdrückten flavourändernden neutralen Strom (FCNC), der nur durch Schleifendiagramme (Feynman-Graphen höherer Ordnung) beschrieben werden kann. Verschiedene Erweiterungen des Standardmodells sagen neue Beiträge in den Schleifendiagrammen voraus und Observablen des Zerfalls, wie z.B. das Verzweungsverhältnis und die Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie, können signifikant von den Vorhersagen des Standardmodells abweichen. Es werden erste Messungen des Zerfalls  $Bd \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$  mit Daten, die mit dem ATLAS-Detektor am LHC im Jahr 2011 aufgezeichnet wurden, präsentiert. Die Herausforderung ist dabei der hohe hadronische Untergrund sowie weitere B-Zerfälle mit ähnlichen Endzuständen.

T 40.9 Di 18:50 ZHG 004

**Messung von  $\beta_s$  mit dem ATLAS Experiment** — ●CLAUDIO HELLER, LOUISE OAKES, PAVEL ŘEZNÍČEK und JOCHEN SCHIECK — Exzellenzcluster Universe, Ludwig-Maximilians-Universität München, Boltzmannstraße 2, 85748 Garching

Mit dem ATLAS Detektor wird der Zerfall von neutralen  $B_s$  Mesonen, die am LHC in Proton-Proton Kollisionen erzeugt werden, untersucht. Das Standardmodell sagt eine sehr geringe  $CP$ -Verletzung im  $B_s$ -System voraus und eine Abweichung würde auf Physik jenseits des Standardmodells hinweisen. Die Messung der  $CP$ -verletzenden Phase  $\beta_s$  im Zerfallskanal  $B_s \rightarrow J/\psi \Phi$  basiert auf einer zeitabhängigen Winkelanalyse. Hierfür ist eine gleichzeitige Bestimmung der Zerfallsbreitendifferenz zwischen schweren und leichten  $B_s$  Zuständen, sowie Polarisationsamplituden und somit Winkelverteilungen der Zerfallsprodukte notwendig. Grundlage für die Messung sind die mit dem ATLAS Detektor im Jahr 2011 aufgenommenen Daten.

T 41: CP-Verletzung 2

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 004

T 41.1 Mi 16:45 ZHG 004

**Analysis of the decay channel  $B^0 \rightarrow \psi(2S)\pi^0$  with Belle** — ●ELENA NEDELKOVSKA, JEREMY DALSENSO, and CHRISTIAN KIESLING — Max-Planck Institut fuer Physik, Muenchen

The Belle experiment is an asymmetric  $e^+e^-$  collider, which was taking data at the KEKB accelerator until June 2010. It is still the world's highest luminosity machine with a record instantaneous luminosity of  $2.11 \times 10^{34} \text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Most data at Belle is collected at the  $\Upsilon(4S)$  resonance, which exclusively decays into B meson pairs. Measurement of the channel  $B^0 \rightarrow \psi(2S)\pi^0$  will give access to penguin contributions of the decay amplitude. The status of the analysis is presented.

T 41.2 Mi 17:00 ZHG 004

**Study of the decay  $B \rightarrow \omega K_S^0$  at Belle** — ●VERONIKA CHOBANOVA — MPI Munich Germany

The study of CP Violation in the decays of the B meson is important for constraining the CKM unitarity triangle in the Standard Model (SM). Second order  $b \rightarrow s$  loop ("penguin") decays such as  $B^0 \rightarrow \omega K_S^0$  are sensitive to CKM angle  $\phi_1$  and provide a consistency check for the CP violation found in first order weak  $b \rightarrow c\bar{c}s$  transitions (e.g.  $B^0 \rightarrow J/\psi/K_S^0$ ). Considering corrections from other SM contributions, CP violation in  $b \rightarrow s$  modes are predicted to be larger than that found in  $b \rightarrow c$ , however the experimental tendency is for the measurements to be smaller. We present an updated measurement of the branching fraction of the decay  $B^0 \rightarrow \omega K_S^0$  using a new approach. We plan to update the measurement of CP asymmetries in  $B^0 \rightarrow \omega K_S^0$  with the final Belle data set which will enhance our understanding of CP violation in penguin dominated decays. We demonstrate that the method used by us provides a smaller statistical uncertainty than the previous Belle analysis.

T 41.3 Mi 17:15 ZHG 004

**Suche nach  $B \rightarrow \pi\tau\nu$  bei Belle** — ●PHILIPP HAMER<sup>1</sup>, ARIANE FREY<sup>1</sup> und CHRISTOPH SCHWANDA<sup>2</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut Universität Göttingen — <sup>2</sup>HEPHY Wien

Das BELLE Experiment am asymmetrischen  $e^+e^-$  Beschleuniger KEKB in Tsukuba, Japan, hat in den letzten 10 Jahren eine Datenmenge von  $711 \text{fb}^{-1}$  auf der  $\Upsilon(4s)$  Resonanz aufgenommen. Diese große Datenmenge erlaubt neben der genauen Vermessung physikalischer Parameter auch die Beobachtung seltener B-Meson Zerfälle, wie den bisher noch nicht beobachteten Zerfall  $B^0 \rightarrow \pi^-\tau^+\nu$ . Dieser Prozess beinhaltet das CKM Matrixelement  $V_{ub}$ , wobei  $|V_{ub}| = (3.89 \pm 0.44) \cdot 10^{-3}$ . Das erwartete Verzweigungsverhältnis liegt im Bereich um  $1.0 \cdot 10^{-4}$ . Desweiteren kann ein geladenes Higgs-Boson die Eigenschaften dieses Zerfalls verändern.  $B \rightarrow \pi\tau\nu$  ermöglicht somit Aussagen über die Physik jenseits des Standard-Modells.

Die Optimierung der Signalrekonstruktion und Trennung von Signal und Untergrund wird anhand von MonteCarlo Daten durchgeführt. Vorgestellt werden die Rekonstruktionsstrategie sowie erste Ergebnisse auf MonteCarlo Daten.

T 41.4 Mi 17:30 ZHG 004

**Messung von CP Verletzung im  $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$  Zerfall am Belle Experiment** — ●KOLJA PROTHMANN — Max-Planck-Institut für Physik

Das B Mesonen System ist ein ideales Laboratorium um die CP Verletzung zu messen. Man versucht hierbei das B-Unitaritätsdreieck mit 3 Winkeln und 2 Seiten überzubestimmen und somit die Unitaritätseigenschaft, die essentiell für das Standard Modell sind, zu testen. Beim Belle Experiment messen wir unter anderem mit dem Kanal  $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$  den Winkel  $\phi_2$ . Die Analyse unterscheidet sich deutlich von den vorhergegangenen Analysen bei Belle, da wir auf Schnitte bei den Daten weitgehend verzichten und dafür versuchen, den Untergrund genau zu bestimmen. Durch eine solche Analysen kann die statistische und systematische Unsicherheit verringert werden. Da die Zerfallskanäle  $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$  und  $B^0 \rightarrow K^+K^-$  die gleiche Topologie haben und einen der Hauptuntergründe darstellen, werden sie zur Analyse hinzugefügt. In diesem Vortrag werden die ersten Ergebnisse der Analyse anhand von MC Simulationen und Daten außerhalb der Signalregion ("blind analysis") vorgestellt. Wir haben hierbei festgestellt, dass die Messung der Verzweigungsverhältnisse von ereignisabhängigen Auflösungen beeinflusst wird (Punzi-Effekt). Dieser Effekt

wird nun berücksichtigt.

T 41.5 Mi 17:45 ZHG 004

**Messung des Zerfalls  $B^0 \rightarrow \rho^0\rho^0$**  — ●PIT VANHOEFER — Max Planck Institut

Wir präsentieren eine Messung des Zerfalls  $B^0 \rightarrow \rho^0\rho^0$  mit einem Datensatz von 720 Millionen B Mesonen Paaren, welche am energetisch asymmetrischen  $e^+e^-$  Kollider KEKB in Japan gesammelt wurden. Zusätzlich zur Zerfallsrate wird auch der Anteil der rho Mesonen mit longitudinaler Polarisation gemessen. Durch eine Isospin Analyse trägt diese Messung maßgeblich dazu bei den CKM Winkel  $\phi_2$  von Pinguinbeiträgen zu bereinigen

T 41.6 Mi 18:00 ZHG 004

**Measurement of Branching Fraction and CP Violation Parameters in  $B^0 \rightarrow a_1^+(1260)\pi^\mp$  Decays** — ●JEREMY DALSENSO — Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland

We present a measurement of the branching fraction and time-dependent CP violation parameters in  $B^0 \rightarrow a_1^+(1260)\pi^\mp$  decays. These decays are sensitive to the CKM phase  $\phi_2$ , of the unitarity triangle for  $B_d$  decays. The results are obtained from the final data sample containing  $772 \times 10^6 B\bar{B}$  pairs collected at the  $\Upsilon(4S)$  resonance with the Belle detector at the KEKB asymmetric-energy  $e^+e^-$  collider.

T 41.7 Mi 18:15 ZHG 004

**CP asymmetry in fully inclusive  $b \rightarrow s\gamma$  decays** — ●LUIS PESÁNTEZ, JOCHEN DINGFELDER, and PHILLIP URQUIJO — Physikalisches Institut, Universität Bonn

We study the CP asymmetry in the fully-inclusive  $b \rightarrow s\gamma$  decay ( $A_{s\gamma}^{\text{CP}}$ ). This analysis uses the complete data set taken from  $e^+e^-$  collisions on the  $\Upsilon(4S)$  resonance by the Belle detector at the KEKB B-factory in Tsukuba, Japan, consisting of  $772 \times 10^6 B\bar{B}$  pairs. The flavour of the signal B meson is determined by reconstructing a lepton in the decay of the partner meson in the  $B\bar{B}$  event. The continuum background (from  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ , where  $q = u, d, s, c$ ) and  $B\bar{B}$  backgrounds are several orders of magnitude larger than our signal, therefore it is necessary to develop powerful background suppression methods. We present the preliminary status of the event selection and background suppression methods utilising multivariate discriminants.

This is the first fully-inclusive study of  $A_{s\gamma}^{\text{CP}}$  at Belle. Finding a significant deviation from zero would give an important hint for new physics contributions beyond the Standard Model, or otherwise help to constrain new physics models with CP violation.

T 41.8 Mi 18:30 ZHG 004

**Analyse des Zerfalls  $B^0 \rightarrow D^{*+}D^{*-}$  bei Belle** — ●BASTIAN KRONENBITTER, MICHAEL FEINDT, THOMAS KUHR und ANŽE ZUPANC — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Mit einer Datenmenge von 771 Millionen  $B\bar{B}$ -Paaren, die mit dem Belle-Detektor am KEKB-Beschleuniger aufgezeichnet wurden, wurde das Verzweigungsverhältnis, die Polarisation und die zeitabhängige CP - Verletzung in  $D^{*+}D^{*-}$ -Zerfällen gemessen. Da dies ein  $b \rightarrow c\bar{c}d$ -Zerfall ist, konnte damit der Winkel  $\phi_1$  gemessen werden. Bei der Analyse wurden zwei der drei Winkel der Helizitätsbasis zur Bestimmung des CP-geraden Anteils verwendet und eine fünfdimensionale Parameteranpassung in den gemessenen Winkeln, der Masse, Energie und der Zerfallszeitdifferenz des vollständig rekonstruierten B Mesons durchgeführt.

T 41.9 Mi 18:45 ZHG 004

**Messung des partiellen Verzweigungsverhältnisses für inklusive semileptonische B-Zerfälle in leichte Hadronen  $B \rightarrow X_u e \bar{\nu}_e$  und Bestimmung des CKM-Matrixelements  $|V_{ub}|$  bei BABAR** — ●STEFANIE REICHERT<sup>1</sup>, ALEXEI VOLK<sup>2</sup>, FLORIAN BERNLOCHNER<sup>3</sup>, HEIKO LACKER<sup>1</sup> und THOMAS LÜCK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Humboldt-Universität zu Berlin — <sup>2</sup>vormalig Humboldt-Universität zu Berlin — <sup>3</sup>University of Victoria, Kanada

Semileptonische Zerfälle von B-Mesonen bieten Zugang zu einer Messung des CKM-Matrixelements  $|V_{ub}|$ . In der Analyse wird das partielle Verzweigungsverhältnis für inklusi-

sive semileptonische  $B$ -Zerfälle  $B \rightarrow X_u e \bar{\nu}_e$  gemessen und aus diesem Verzweigungsverhältnis  $|V_{ub}|$  extrahiert. Dazu wird die Energie des Elektrons gemessen und  $q^2 = (p_e + p_\nu)^2$  rekonstruiert. Die Kinematik des Neutrinos wird aus dem fehlenden Impuls abgeschätzt. Ein  $q^2$ -abhängiger Schnitt auf die Energie des Elektrons erlaubt, den

Hauptuntergrund aus  $B \rightarrow X_c e \bar{\nu}_e$  so zu unterdrücken, dass man ein Signal-zu-Untergrund-Verhältnis von 0.8 erreicht.

Im Vortrag wird das Verfahren der Analyse zur Bestimmung von  $\mathcal{B}(B \rightarrow X_u e \bar{\nu}_e)$  und  $|V_{ub}|$  vorgestellt sowie ausgewählte systematische Unsicherheiten diskutiert.

## T 42: Bottom-Quark: Produktion 1

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 004

T 42.1 Do 16:45 ZHG 004

**Semi-inclusive measurements of semileptonic B decays at Belle** — ●PHILLIP URQUIJO — Universität Bonn, Bonn, Deutschland

Semileptonic  $B$  decays provide a precise environment for measuring the CKM parameters  $|V_{ub}|$  and  $|V_{cb}|$ , and for understanding the non-perturbative interactions of the  $b$  quark in the  $B$  meson. They are also a large background to measurements of rare leptonic  $B$  and semileptonic  $B_s$  decays. Much of the inclusive semileptonic  $B$  width is described by precise measurements of  $B \rightarrow D^{(*)} \ell \nu$  decays. The remaining components are from higher multiplicity decays of  $B \rightarrow D^{(*)} n \pi \ell \nu$ , where  $n > 0$  (referred to as  $D^{**}$  modes) and to a lesser extent  $B \rightarrow D_s / \Lambda \ell \nu X$ , and Cabibbo suppressed modes. The sum of the exclusive modes does not saturate the full inclusive width, with 10-15% unaccounted for. This discrepancy is often assumed to be due to unmeasured resonant and non-resonant  $B \rightarrow D^{(*)} n \pi \ell \nu$  modes. The branching fractions of all  $D^{**}$  resonances have large uncertainties, with many modes still unmeasured due to limited kinematic phase space. Almost all semileptonic  $B$  decays involve a transition to  $D^{(*)0}$ ,  $D^{(*)+}$ , and possibly  $D_s^{(*)0}$  mesons, hence the relative abundance of these mesons in semileptonic  $B$  decays instructs us about the hadronic structure of semileptonic  $B$  decays. This study uses a new technique of characterising the semileptonic width by reconstructing semi-inclusive modes  $B \rightarrow D^{(*)} X \ell \nu$ . This measurement is based on a data sample that contains 772 million  $B\bar{B}$  pairs, collected by the Belle detector at KEKB.

T 42.2 Do 17:00 ZHG 004

**Measurement of the exclusive  $B \rightarrow \eta \ell \nu$  and  $B \rightarrow \eta' \ell \nu$  decays with a fully reconstructed  $B_{\text{tag}}$  with the Belle experiment.** — ●CESAR BELENO, JOCHEN DINGFELDER, and PHILLIP URQUIJO — Physikalisches Institut, Universität Bonn

The large samples of  $B$  mesons recorded with the Belle experiment at the  $\Upsilon(4S)$  resonance allow for studies of the CKM-suppressed  $b \rightarrow u$  quark transition in various exclusive decay modes. In this talk the first analysis of  $B^+ \rightarrow \eta \ell^+ \nu$  and  $B^+ \rightarrow \eta' \ell^+ \nu$  decays with the Belle experiment is presented. A data sample of approximately  $710 \text{ fb}^{-1}$  of integrated luminosity is utilized. The  $\eta$  meson is reconstructed in two decay channels:  $\eta \rightarrow \gamma \gamma$  and  $\eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ . The  $\eta'$  meson is reconstructed in the  $\eta' \rightarrow (\eta \rightarrow \gamma \gamma) \pi^+ \pi^-$  channel. One of the two  $B$  mesons from the  $\Upsilon(4S)$  resonance is fully reconstructed in a hadronic decay mode, consequently the properties of the other  $B$  meson can be inferred from conservation laws. The branching fractions are extracted by using an extended maximum likelihood method to the distribution of the missing mass squared in the event. The preliminary results are more precise than previous tagged measurements of these decays.

T 42.3 Do 17:15 ZHG 004

**Untersuchung des Zerfalls  $B \rightarrow \tau \nu_\tau$  am Belle-Experiment** — ●JAN HASENBUSCH, JOCHEN DINGFELDER und PHILLIP URQUIJO — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Der große Datensatz an  $B$ -Mesonen mit einer integrierten Luminosität von  $711 \text{ fb}^{-1}$  aus  $e^+ e^-$  Kollisionen, der mit dem Belle-Experiment am KEK in Tsukuba, Japan auf der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz aufgenommen wurde, erlaubt die Untersuchung seltener  $B$ -Mesonzerfälle, wie z. B. dem leptonicen Zerfall  $B \rightarrow \tau \nu_\tau$ . Dieser Zerfall ist besonders interessant, da er sensitiv auf den möglichen Austausch eines geladenen Higgs-Bosons ist, das z. B. in supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells auftritt.

Die  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz zerfällt mit nahezu 100% in geladene oder neutrale  $B\bar{B}$ -Paare. In jedem Ereignis wird eines der  $B$ -Mesonen des  $B\bar{B}$ -Paares in einem hadronischen Zerfallskanal vollständig rekonstruiert (hadronisches  $B$ -Tagging), das andere auf den Signalzerfall  $B \rightarrow \tau \nu_\tau$  hin untersucht. Dies ist nötig, da der Signalzerfall aufgrund mehrerer Neutrinos im Endzustand nur teilweise rekonstruiert werden kann.

Der Vortrag widmet sich der Selektion von  $B \rightarrow \tau \nu_\tau$  Zerfällen und

detaillierten Untersuchung von Variablen zur effizienten Extraktion des Signals, wie der fehlenden Masse oder zusätzlicher Energie neutraler Teilchen im Ereignis.

T 42.4 Do 17:30 ZHG 004

**Messung von  $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$  mithilfe der vollständigen Rekonstruktion am Belle Detektor** — MICHAEL FEINDT, MARTIN HECK, THOMAS KUHR, SEBASTIAN NEUBAUER, ●DANIEL ZANDER und ANZE ZUPANC — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Das Verzweigungsverhältnis des semileptonischen Zerfalls  $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$  erlaubt die Suche nach Beiträgen von supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells. Unter anderem im 2-Higgs-Duplett-Modell (2HDM) kann zusätzlich zum  $W^\pm$ -Boson, über das im Standardmodell der Zerfall erfolgt, ein geladenes Higgs-Boson  $H^\pm$  einen Beitrag zum Verzweigungsverhältnis liefern. Durch die hohe Masse des  $\tau$  Leptons wird ein höherer Higgs-Beitrag als im Zerfall  $B \rightarrow D^{(*)} e \nu$  oder  $B \rightarrow D^{(*)} \mu \nu$  erwartet.

Die Analyse dieses Zerfalls verwendet die vollständige Rekonstruktion von  $B$ -Mesonen. Aufgrund der genauen Kenntnis des Ausgangszustandes bei Kollisionen an der  $B$ -Fabrik KEK-B, erlaubt die vollständige Rekonstruktion unter anderem die Messung von fehlendem Impuls in einem Ereignis. Damit wird es möglich, den Impuls der beteiligten Neutrinos indirekt zu messen.

T 42.5 Do 17:45 ZHG 004

**Messung der Verzweigungsverhältnisse von  $B \rightarrow D^{(*)} \pi \pi \pi$  und  $B \rightarrow D^{(*)} \pi \pi^0$  relativ zu  $B \rightarrow D^{(*)} \pi$  mit dem Belle-Detektor** — MICHAEL FEINDT, THOMAS KUHR, ANZE ZUPANC und ●MANUEL HEIDER — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Die relativen Verzweigungsverhältnisse von  $B \rightarrow D^{(*)} \pi \pi \pi$  und  $B \rightarrow D^{(*)} \pi \pi^0$  wurden in den am Belle-Detektor aufgezeichneten Daten gemessen, wobei  $B \rightarrow D^{(*)} \pi$  als Referenz verwendet wurde. Im Vergleich zu bisherigen Messungen konnten die Fehler wesentlich verkleinert werden. Zur genaueren Bestimmung der Effizienzen wurde das  $\pi \pi^0$ - bzw. das  $\pi \pi \pi$ -System hinsichtlich der Anteile auftretender Zwischenresonanzen untersucht. Dies erlaubt ebenfalls die Messung der Verzweigungsverhältnisse von  $B \rightarrow D^{(*)} \pi \pi^0$  (nicht resonant),  $B \rightarrow D^{(*)} \rho$  und  $B \rightarrow D^{(*)} a_1$  relativ zu den entsprechenden Referenzkanälen  $B \rightarrow D^{(*)} \pi$ . Auch in diesen Messungen konnten die Fehler der vorherigen Messungen signifikant verkleinert werden.

T 42.6 Do 18:00 ZHG 004

**Vollständige Rekonstruktion von B-Mesonen bei Belle** — MICHAEL FEINDT, MARTIN HECK, THOMAS KUHR, ●SIMON WEHLE und ANZE ZUPANC — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruhe Institut für Technologie

Ein besonderer Vorteil von Elektron-Positron-Beschleunigern ist, dass die Ausgangsparameter der Kollision bekannt sind. Bei dem Zerfall des  $\Upsilon(4S)$  nach  $B\bar{B}$  versucht man eines der  $B$ -Mesonen vollständig mit Hilfe moderner statistischer Methoden zu rekonstruieren um somit die Ausgangsparameter des anderen  $B$ -Mesons zu kennen. Damit ist einerseits der Impuls des anderen  $B$ -Mesons bekannt und andererseits können alle verbleibenden Spuren und Cluster im Kalorimeter diesem  $B$ -Meson zugeordnet werden. Dies ermöglicht nun die genaue Analyse von Zerfällen die zuvor nicht oder nur sehr schwer zu finden sind, insbesondere semileptonische Zerfälle mit einem oder mehreren Neutrinos.

Die Erweiterung der erfolgreich funktionierenden Vollständigen Rekonstruktion auf den Zerfall des  $\Upsilon(5S)$  steht nun im Vordergrund.

T 42.7 Do 18:15 ZHG 004

**Messung des Verzweigungsverhältnisses  $BR(B^0 \rightarrow \tau^+ \tau^-)$  mit dem Belle-Detektor** — MICHAEL FEINDT, MARTIN HECK, THOMAS

KUHR, ●MICHAEL ZIEGLER und ANZE ZUPANC — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Der Zerfall  $B^0$  nach  $\tau\tau$  ist interessant, da er im Standardmodell stark unterdrückt ist und die Messung des Verzweigungsverhältnisses Hinweise auf Physik jenseits des Standardmodells geben kann. Zur Messung werden Daten aus  $Y(4S) \rightarrow \bar{B}B$ -Zerfällen, die mit dem Belle-Detektor aufgezeichnet wurden, verwendet. Um Signal- von Untergrundereignissen zu trennen, wird ein B-Meson vollständig rekonstruiert und geprüft, ob die verbleibenden Spuren und Cluster im Kalorimeter mit einem  $B^0 \rightarrow \tau^+\tau^-$ -Zerfall verträglich sind.

T 42.8 Do 18:30 ZHG 004

**Messung von  $\mathcal{B}(B_s \rightarrow X\ell^+\nu)$  mit dem Belle-Experiment** — ●CHRISTIAN OSWALD, PHILLIP URQUIJO und JOCHEN DINGFELDER — Universität Bonn

Das inklusive Verzweigungsverhältnis  $\mathcal{B}(B_s \rightarrow X\ell^+\nu)$ ,  $\ell = e/\mu$ , gibt Aufschluss über die Brechung der SU(3)-Symmetrie in semileptonischen  $B_d^0$ - und  $B_s^0$ -Zerfällen, d.h. ob  $\Gamma_{\text{sl}}(B_s) = \Gamma_{\text{sl}}(B_d)$ . Weiterhin spielt es eine wichtige Rolle als Referenzkanal zur Normierung in Messungen von  $B_s$ -Verzweigungsverhältnissen.

Die sehr saubere Umgebung an einem  $e^+e^-$ -Beschleuniger ist für die Messung von  $\mathcal{B}(B_s \rightarrow X\ell^+\nu)$  ideal. Das Belle-Experiment hat 121 fb<sup>-1</sup> an Daten auf der  $\Upsilon(5S)$ -Resonanz genommen, oberhalb der Produktionsschwelle für  $B_s$ -Paare. Lediglich ein Anteil von  $f_s \approx 20\%$  der  $\Upsilon(5S)$ -Zerfälle produziert  $B_s$ -Paare, der Rest hauptsächlich  $B$ -Mesonen. Daher ist die Reduzierung des Untergrunds von  $B$ -Mesonen

eine der größten Herausforderungen der  $B_s$ -Analyse. Durch Rekonstruktion eines  $D_s^+$ -Mesons wird der Anteil an  $B_s$ -Paaren in den ausgewählten Ereignissen auf ca. 70% erhöht. Leptonen, die unmittelbar aus einem  $B_s/B$ -Zerfall stammen, sind gegenüber Sekundärleptonen durch ihren höheren Impuls gekennzeichnet und ihre Anzahl kann durch einen Fit an das Leptonimpulsspektrum erhalten werden. Wir bestimmen das Verhältnis  $\mathcal{R}$  der Anzahl an Ereignissen mit  $D_s^+\ell^+$  zur Anzahl an Ereignissen mit  $D_s^+$ . Die Bestimmung von  $\mathcal{B}(B_s \rightarrow X\ell^+\nu)$  erfolgt schließlich mittels eines  $\chi^2$ -Fits des erwarteten Wertes  $\mathcal{R}'$  in Abhängigkeit von  $\mathcal{B}(B_s \rightarrow X\ell^+\nu)$  an den gemessenen Wert  $\mathcal{R}$ . Der verbleibende Untergrund aus  $B$ -Mesonen wird dabei mit berücksichtigt.

T 42.9 Do 18:45 ZHG 004

**Messung der Rate des Zerfalls  $\Lambda_c^+ \rightarrow pK^-\pi^+$  am Belle-Experiment** — ●COLIN BARTEL, ANZE ZUPANC, MICHAEL FEINDT und THOMAS KUHR — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Die meisten  $\Lambda_c^+$  Zerfallsverzweigungsverhältnisse werden relativ zum Zerfall  $\Lambda_c^+ \rightarrow pK^-\pi^+$  bestimmt, jedoch gibt es für diesen noch keine völlig modellunabhängige Messung und bisherige Resultate sind mit signifikanten Unsicherheiten behaftet. Im Vortrag wird eine Methode präsentiert, die auf der Analyse des  $e^+e^- \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{p} \pi^+ D^{(*)-}$  Prozesses basiert. Die absolute Zerfallsrate ergibt sich dabei über das Verhältnis von Ereignissen mit inklusiv rekonstruiertem  $\Lambda_c^+$  und der Zahl vollständig rekonstruierter  $\Lambda_c^+ \rightarrow pK^-\pi^+$  Ereignisse. Es werden erste Ergebnisse basierend auf Monte Carlo Simulation und realen Daten vom KEKB-Beschleuniger präsentiert.

## T 43: Bottom-Quark: Produktion 2

Zeit: Freitag 8:20–10:30

Raum: ZHG 004

### Gruppenbericht

T 43.1 Fr 8:20 ZHG 004

**Frische Leckerbissen aus der Flavourwelt des Belle-Experiments** — ●MARTIN HECK, ANZE ZUPANC, MICHAEL FEINDT und THOMAS MÜLLER — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Zwischen Abschaltung des Belle-Experiments und Start des Belle II-Experiments ergibt sich die Gelegenheit den vollen Datensatz von Belle zu analysieren. In diesem Vortrag soll von den interessantesten und neuesten Resultaten von Belle berichtet werden, wobei ein spezieller Fokus auf solchen Resultaten liegt, die an deutschen Instituten erarbeitet wurden.

### Gruppenbericht

T 43.2 Fr 8:40 ZHG 004

**Physics Prospects at the Next Generation BelleII Experiment** — ●JEREMY DALSENO — Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland

The end of the first generation  $B$  factory experiments, Belle at KEK and BaBar at SLAC, saw the tremendous success of the Standard Model in the quark flavour sector with the Kobayashi-Maskawa mechanism confirmed as the dominant source of the observed  $CP$  violation in Nature. In spite of this, several fundamental questions remain in the flavour sector of quarks and leptons. Some exciting hints of the New Physics that could answer these questions have been found at the  $B$  factories, however only a substantial increase in luminosity will greatly enhance the possibility to discover possible new physics effects and identify its nature. We present the prospects on the physics potential of the BelleII experiment which is expected to collect around 50 times the amount of  $B\bar{B}$  pairs as the Belle experiment. This will take place at the SuperKEKB asymmetric-energy  $e^+e^-$  collider with a design luminosity of  $8 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , which is around 40 times as large as the peak luminosity achieved by the KEKB collider.

T 43.3 Fr 9:00 ZHG 004

**Messung der Flavour-Zusammensetzung von Dijet-Ereignissen mittels der Rekonstruktion von Zerfallsvertizes mit dem ATLAS-Detektor** — VADIM KOSTYUKHIN, CECILE LAPOIRE, ●MARC LEHMACHER und NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Einfache Ansätze zur Identifizierung von Bottom- oder Charm-Jets, welche am ATLAS-Detektor untersucht werden, basieren auf der Rekonstruktion der Zerfallsvertizes von Hadronen innerhalb der Jets. Die gemessenen Spuren der geladenen Zerfallsprodukte werden zu einem Vertex angepasst, dessen kinematische Eigenschaften charakteristisch sind für den Flavour des zerfallenen Hadrons. Mehrere Variablen

können aufgestellt werden, die diese besonderen kinematischen Eigenschaften nutzbar machen. In der vorgestellten Studie wird in einem *Likelihood-Fit* die vollständige Flavour-Zusammensetzung von Dijet-Ereignissen bestimmt, einschliesslich einer Trennung von Charm und Bottom, sowie die zugehörigen Produktionswirkungsquerschnitte gemessen. Zur Verwendung kommen hierbei *Templates* der Variablenverteilungen, die aus Monte Carlo Simulationen gewonnen werden. Die gemachten Ergebnisse werden mit Monte Carlo Vorhersagen verglichen.

T 43.4 Fr 9:15 ZHG 004

**Identifikation von B-Jets bei großen Impulsen** — ●REBEKKA HÖING, PETER SCHLEPER und ALEXANDER SCHMIDT — Universität Hamburg

Die korrekte Identifikation von Jets, die aus Bottom-Quarks stammen, ist wichtig für eine Vielzahl von Analysen in der LHC-Physik. Beim CMS-Experiment stehen hierzu unterschiedliche sogenannte B-Tagging-Algorithmen zur Verfügung. Die derzeit verwendeten Algorithmen sind auf den Energiebereich um 100 GeV optimiert. Mit zunehmender Datenmenge sind nun auch Ereignisse zugänglich, deren Jets Energien größer als 500 GeV erreichen. Um die Genauigkeit von Analysen in diesem hohen Energiebereich zu verbessern, wird nach Ansätzen gesucht, das B-Tagging auch in diesen Ereignissen leistungsfähiger zu gestalten. In diesem Vortrag werden daher verschiedene B-Tagging-Algorithmen verglichen und Verbesserungen ihrer Effizienz in hochenergetischen Ereignissen vorgestellt.

T 43.5 Fr 9:30 ZHG 004

**Kalibrierung der B-Jet Tagging Effizienz mit  $p_T^{\text{rel}}$  am ATLAS Experiment** — ●HENDRIK ESCH und CHRISTIAN JUNG — TU Dortmund

Ein wichtiger Teil vieler Analysen am LHC ist die Identifikation von Jets, deren Ursprung ein b-Quark ist. Aus diesem Grunde wurden eine Vielzahl von B-Tagging-Algorithmen entwickelt, die zwischen B-Jets und Jets aus leichten Quarks unterscheiden können. Eine wichtige Eigenschaft jedes B-Tagging-Algorithmus ist die Effizienz  $\varepsilon_b$ , mit der der Algorithmus einen B-Jet auch als solchen identifiziert. Um den Algorithmus verlässlich nutzen zu können, muss diese vor der Anwendung von B-Tagging in Analysen bestimmt werden. Eine Möglichkeit, die Effizienz sowohl in Daten als auch in simulierten MonteCarlo Daten zu messen, bietet die  $p_T^{\text{rel}}$ -Methode. Diese Methode benutzt Jets, die Myonen enthalten. Dabei bezeichnet  $p_T^{\text{rel}}$  den Transversalimpuls  $p_T$  eines Myons innerhalb eines Jets relativ zur Jet+Myon-Achse in semileptonischen Jets. Über einen Binned-

Likelihood-Fit wird dabei die Anzahl der B-Jets für den getaggtten Fall und für alle betrachteten Jets bestimmt und der Quotient aus Anzahl dieser getaggtten und aller B-Jets ist dann die gesuchte Effizienz des Algorithmus.

Bei der Kalibration der B-Tagging-Algorithmen wird nun ein vom  $pT$  des Jets abhängiger Skalierungsfaktor berechnet, der die Effizienz für simulierte MonteCarlo Daten so korrigiert, dass diese mit der in Daten bestimmten Effizienz übereinstimmt. Damit werden mögliche Ungenauigkeiten bei der MonteCarlo-Modellierung korrigiert.

T 43.6 Fr 9:45 ZHG 004

**$B^\pm \rightarrow J/\psi K^\pm$  as Reference Channel in the Search for  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  in ATLAS\*** — PETER BUCHHOLZ, ●BAKUL GAUR, KAI GRYBEL, ISKANDER IBRAGIMOV, VALENTIN SIPICA, and WOLFGANG WALKOWIAK — University of Siegen

The decay of  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  is strongly suppressed in the Standard Model (SM). SM extensions, however, predict enhanced branching fractions compared to the SM ( $\sim 3.6 \cdot 10^{-9}$ ). Thus,  $B_s \rightarrow \mu\mu$  is an interesting channel for discovering New Physics at the LHC.

The  $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$  branching fraction is measured relative to a reference channel,  $B^\pm \rightarrow J/\psi K^\pm$ . The estimation of the  $B^\pm$  yield, and the computation of its uncertainties is presented.

\* Supported by BMBF

T 43.7 Fr 10:00 ZHG 004

**Suche nach dem Zerfall  $\bar{B}^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{p} p \bar{p}$  mit dem BABAR-Detektor** — ●OLIVER GRÜNBERG — Uni Rostock, Institut für Physik

Aufgrund ihrer schweren Masse können  $B$ -Mesonen in eine Vielzahl von Kanälen mit Baryonen im Endzustand zerfallen. Der Anteil solcher Zerfälle beträgt etwa 7%. Ungeklärt ist jedoch bislang welche Mechanismen die Entstehung von Baryonen in  $B$ -Zerfällen begünstigen. Eine mögliche Erklärung bieten Phasenraumbetrachtungen wonach Baryo-

nen bevorzugt entstehen, wenn sich deren Quarks eng beieinander im Phasenraum befinden. Experimentelle Hinweise darauf gibt es durch die Beobachtung einer erhöhten Zerfallsrate an der Baryon-Antibaryon Massenschwelle in einigen baryonischen  $B$ -Zerfällen. In diesem Vortrag wird die erstmalige Suche nach dem Zerfall  $\bar{B}^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{p} p \bar{p}$  vorgestellt. Dieser ist dem Zerfall  $\bar{B}^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{p} \pi^+ \pi^-$  ähnlich, welcher ein hohes Verzweungsverhältnis in der Größenordnung von  $10^{-3}$  hat. Aufgrund des viel geringeren zur Verfügung stehenden Phasenraums könnte ein vergleichbares Verzweungsverhältnis von  $\bar{B}^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \bar{p} p \bar{p}$  Rückschlüsse auf die Richtigkeit der Phasenraumbetrachtungen erlauben. Grundlage der Messung sind etwa 470 Millionen Ereignisse mit  $B\bar{B}$ -Paaren, die im Rahmen des BABAR-Experiments von 1999 bis 2008 aufgezeichnet wurden und so eine hohe Statistik bieten um nach baryonischen  $B$ -Zerfällen zu suchen und deren Zerfalleigenschaften zu analysieren.

T 43.8 Fr 10:15 ZHG 004

**Spektroskopie orbital angeregter B-Mesonen bei CDF** — MICHAEL FEINDT, MARTIN HECK, ●MANUEL KAMBEITZ und THOMAS KUHR — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT, Karlsruhe, Deutschland

Der Teilchendetektor CDF II am inzwischen abgeschalteten Tevatron Proton-Antiproton-Beschleuniger ermöglicht dank der großen Menge verfügbarer Daten die spektroskopische Untersuchung orbital angeregter B-Mesonen. Untersucht werden Anregungen von  $B^\pm$ ,  $B^0$  und  $B_s^0$ -Mesonen mit  $l = 1$ , die durch unterschiedliche Einstellungen der beteiligten Spins und des Bahndrehimpulses zu jeweils vier Zuständen aufspalten.

Die Analyse beruht auf mehreren unterschiedlichen Zerfallskanälen der B-Mesonen. Im mehrstufigen Selektionsprozess kommen die multivariate Analysesoftware NeuroBayes, sowie das  $sPlot$ -Verfahren zum Einsatz.

## T 44: Higgs-Physik 1

Zeit: Montag 16:45–18:30

Raum: ZHG 011

T 44.1 Mo 16:45 ZHG 011

**Suche nach dem durch Vektor-Boson-Fusion produzierten SM Higgs Boson im Zerfallskanal  $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$**  — ●CHRISTOPH HOMBACH, OLIVIER ARNAEZ, VOLKER BÜSCHER, FRANK FIEDLER, P. JENNIFER HSU, ADAM KALUZA, SEBASTIAN MORITZ und CHRISTIAN SCHMITT — Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz

Mit einer in 2011 am ATLAS-Detektor am LHC (Large Hadron Collider) aufgezeichneten Datenmenge von  $4.7\text{fb}^{-1}$  besteht die Möglichkeit, das letzte noch nachzuweisende Teilchen des Standardmodells, das Higgs-Boson, nachzuweisen.

Im Massenbereich von  $120\text{ GeV} < M_H < 200\text{ GeV}$  eignet sich der Kanal  $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$  zur Suche, da das Verzweungsverhältnis des Zerfalls des Higgs in  $WW$  groß ist und  $l\nu l\nu$  eine klare Signatur liefert. Obwohl im Vergleich zur Gluonfusion als Entstehungsprozess unterdrückt, liefert der Vektor-Boson-Fusions Kanal (VBF) eine klare Signatur (2 entgegengesetzte Jets, die in Vorwärts-Rückwärts-Richtung orientiert sind), mit der das Signal vom Untergrund zu trennen ist.

Die vorliegende Studie stellt Methoden vor, die die Separation vom  $t\bar{t}$ -Untergrund optimiert und die Sensitivität signifikant erhöht. Dazu wird das sogenannte Central Jet Veto, ein Unterscheidungskriterium zwischen  $t\bar{t}$ - und VBF-Events, optimiert, insbesondere im Hinblick auf die hohe Anzahl von Jets aus zusätzlichen Proton-Proton-Kollisionen, den sogenannten Pile-Up Ereignissen.

T 44.2 Mo 17:00 ZHG 011

**Search for a Standard Model Higgs Boson in the  $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$  VBF channel** — ●ANDREAS WALZ, KARL JAKOBS, EVELYN SCHMIDT, and RALF BERNHARD — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Although the Vector Boson Fusion (VBF) production mode for a Standard Model Higgs boson at the LHC has a much lower cross-section than the dominating gluon-gluon fusion process, it is both experimentally and theoretically very interesting. Due to its very clean signal topology of two hard jets in the forward regions of the detector, it allows on the one hand to identify final states of the Higgs decay which would be overwhelmed by large backgrounds if one could not exploit the VBF topology to extract the signal process. On the other hand, the

VBF production mode is important to study the role of the Higgs boson in the mechanism of Electroweak Symmetry Breaking. One of the most sensitive channels is the Higgs decay into two W bosons followed by the leptonic decays for both W bosons ( $[VBF] \rightarrow H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$ ). In this talk recent results of the  $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$  VBF analysis using data recorded in 2011 with the ATLAS detector at the LHC (CERN) will be shown.

T 44.3 Mo 17:15 ZHG 011

**Studien zum zentralen Jetveto für die Higgs-Boson-Produktion über Vektorboson-Fusion bei ATLAS** — ●KATHARINA BIERWAGEN, ULLA BLUMENSCHNEIN und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut Georg-August Universität Göttingen

Die Vektorboson-Fusion (VBF), einer der vielversprechendsten Kanäle für die Produktion des Higgs-Bosons im niedrigen Massenbereich am LHC, zeichnet sich durch zwei Jets im Vorwärtsbereich und vernachlässigbarer Jet-Aktivität im Zentralbereich aus. Die Wahrscheinlichkeit für Untergrundprozesse, diese Topologie vorzutauschen, sollte in der Simulation korrekt wiedergegeben werden. Die Produktion von Eichbosonen und Jets stellt einen der wichtigsten Untergründe für die VBF dar. Die Studie wird im dileptonischen  $\tau\tau$ -Zerfallskanal durchgeführt und beschreibt verschiedene Methoden um Untergründe, die eine zentrale Jet-Aktivität aufweisen, in den Daten vom ATLAS-Detektor bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV zu unterdrücken.

T 44.4 Mo 17:30 ZHG 011

**Suche nach  $H^+ \rightarrow W^+Z$  im  $e^+e^-jj$ -Endzustand mit ATLAS** — KATHARINA BIERWAGEN, ULLA BLUMENSCHNEIN, ●HENRIKE FLEISCHACK und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Die Messung der Diboson-Produktionsrate stellt bereits im Standard-Modell einen interessanten Test der Vorhersagen der elektroschwachen Theorie da. Gleichzeitig dient sie auch als Sonde für neue Physik: Abweichungen von den Erwartungen können Hinweise auf anomale Kopplungen oder neue Teilchen sein. In bestimmten Erweiterungen des Standard-Modells, vor allem solchen mit Higgs-Triplett, wird zum Beispiel ein geladenes Higgs-Boson vorausgesagt, welches bei genügend

großer Masse in ein  $W$ - und ein  $Z$ -Boson zerfällt.

In der vorliegenden Studie wird die Suche nach einem solchen exotischen geladenen Higgs-Boson im  $Z \rightarrow e^+e^-$ ,  $W \rightarrow q\bar{q}'$ -Endzustand vorgestellt. Zunächst wird auf die Messung des Wirkungsquerschnittes der  $WZ$ - und  $ZZ$ -Produktion als irreduziblen Untergrund eingegangen. Daraus können dann Rückschlüsse auf die Existenz und gegebenenfalls auf die Kopplung eines derartigen Higgs-Bosons gezogen werden.

T 44.5 Mo 17:45 ZHG 011

**Suche nach geladenen Higgs-Bosonen mit dem ATLAS-Experiment** — ●ANNA KOPP, MARTIN FLECHL und MARKUS SCHUMACHER — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

In vielen nicht-minimalen Higgs-Szenarien, wie etwa dem MSSM, werden geladene Higgs-Bosonen vorhergesagt. Ihre Existenz ließe eindeutig auf neue Physik jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik schließen. Falls die Masse des geladenen Higgs-Bosons kleiner ist als die des Top-Quarks, ist im MSSM der dominante Produktionsmechanismus am LHC  $t \rightarrow H^+b$ . Der Zerfall  $H^+ \rightarrow \tau\nu$  dominiert beinahe den ganzen Parameterraum.

In diesem Vortrag wird die Suche nach geladenen Higgs-Bosonen mit hadronisch zerfallendem  $\tau$  und weiteren Jets vorgestellt; dabei wird ins Besondere die Abschätzung des dominanten und irreduziblen Untergrundes mit wahren  $\tau$ -Leptonen diskutiert. Bereits mit den bis Sommer 2011 von ATLAS aufgenommenen Daten konnten neue Limits auf das Verzweigungsverhältnis  $t \rightarrow H^+b$  mit  $H^+ \rightarrow \tau\nu$  gesetzt werden; nun werden die Ergebnisse der aktuellen Analyse aller Daten aus dem Jahr 2011 vorgestellt.

T 44.6 Mo 18:00 ZHG 011

**Suche nach dem Higgs-Boson im Kanal  $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4\ell$  mit dem ATLAS-Detektor** — ●MAXIMILIAN GOBLIRSCH-KOLB,

HUBERT KROHA und OLIVER KORTNER — Max-Planck-Institut für Physik, München

Die experimentelle Suche nach dem Higgs-Boson gehört zu den Hauptzielen des Physikprogramms am Large Hadron Collider (LHC). Im Massenbereich  $M_H = 114 \dots 600$  GeV stellt der Zerfall über ein  $Z$ -Bosonenpaar in 4 geladene Leptonen einen attraktiven Suchkanal dar. Aufgrund der einfach zu rekonstruierenden, untergrundarmen Signatur wird dieser auch als goldener Kanal der Higgs-Suche bezeichnet.

Im Vortrag werden die Ergebnisse auf Basis des 2011 aufgenommenen Datensatzes präsentiert. Weiterhin wird auch auf bedeutende Optimierungen des Leptonennachweises eingegangen.

T 44.7 Mo 18:15 ZHG 011

**Schnittpunktenergie der Suche nach neutralen MSSM Higgs-Bosonen im Zweimyonenkanal am ATLAS-Detektor bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV** — ●JOHANNES PHILIPP GROHS, MICHAEL KOBEL und ANJA VEST — IKTP, TU Dresden

Eine der Hauptaufgaben des ATLAS-Detektors am Protonen-Beschleuniger LHC ist die Suche nach der Ursache der Eichsymmetriebrechung der elektroschwachen Kraft. Die minimal-supersymmetrische Erweiterung des Standardmodells der Teilchen (MSSM) erklärt diese Brechung durch die Existenz von drei elektrisch neutralen Higgs-Bosonen. Der Vortrag behandelt die Suche nach ihnen im Zweimyonen-Kanal. Dieser hat im Vergleich zum Zerfall in  $b$ -Quarks oder in  $\tau$ -Leptonen ein sehr kleines Verzweigungsverhältnis, hinterlässt jedoch im Detektor ein sehr klares Signal und erlaubt, falls sie existieren, eine präzise Vermessung der Eigenschaften der neutralen MSSM Higgs-Bosonen. Ziel der Arbeit ist die Optimierung der Schnittselektion, mit welcher das Signal vom Untergrund getrennt werden soll. Dafür werden zunächst die Vorhersagen dreier Monte Carlo Generatoren mit den ATLAS Daten auf Übereinstimmung verglichen. Anhand der besten Simulationen wird die Schnittselektion hinsichtlich der Bestimmung von Limits auf die Higgs-Bosonen-Wirkungsquerschnitte optimiert.

## T 45: Higgs-Physik 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:05

Raum: ZHG 101

**Gruppenbericht** T 45.1 Di 16:45 ZHG 101  
**Combined analysis of LHC Higgs searches** — ●GRÉGORIE SCHOTT — KIT, Karlsruhe, Germany

An overview of the statistical combination of ATLAS and CMS Higgs searches will be shown. The statistical methods used for exclusion and discovery of the Higgs boson at LHC will be described and the latest public results of this combination shown. Finally, the accounting and correlation of uncertainties across channels and experiments will be discussed.

T 45.2 Di 17:05 ZHG 101

**Bestimmung von Eigenschaften des Higgs-Bosons im Standardmodell mithilfe der Matrix-Element-Methode am ATLAS-Detektor** — ●ADAM KALUZA, OLIVIER ARNAEZ, VOLKER BÜSCHER, FRANK FIEDLER, CHRISTOPH HOMBACH, P. JENNIFER HSU, SEBASTIAN MORITZ und CHRISTIAN SCHMITT — Institut für Physik, Universität Mainz

Die Matrix-Element-Methode verspricht die beste statistische Sensitivität für Messungen der Eigenschaften des Higgs-Bosons zu bieten. Mit den bisher von den LHC-Experimenten aufgezeichneten Daten ist die Untersuchung des Zerfallskanals  $H \rightarrow WW \rightarrow \ell\nu\ell\nu$  wegen seiner hohen Statistik besonders vielversprechend. Aufgrund der Neutrinos im Endzustand lassen sich die Ereignisse nicht vollständig kinematisch rekonstruieren. Die Matrix-Element-Methode verspricht in solchen Fällen besonders große Steigerungen der statistischen Sensitivität gegenüber Standard-Analyseverfahren, da die volle kinematische Information jedes Ereignisses genutzt wird.

In diesem Vortrag wird zunächst eine Einführung in die Matrix-Element-Methode gegeben. Es wird dann speziell auf Higgsproduktion im Zwei-Lepton-Kanal eingegangen und gezeigt, wie Untergrundprozesse in der Analyse berücksichtigt werden können und bestimmte Eigenschaften des Higgs-Bosons, wie die Masse oder andere wichtige Quantenzahlen, gemessen werden können.

T 45.3 Di 17:20 ZHG 101

**Selection of a pure sample of electrons using Multi-Variate**

**Analysis techniques** — ●LUIGI CALLIGARIS — DESY, Hamburg, Germany

The CMS detector at the Large Hadron Collider operates in an environment with large backgrounds due to the high rate of proton-proton collisions and the variety of particles they produce. For the search for the Standard Model Higgs boson in the  $H^0 \rightarrow \tau\tau \rightarrow e\mu$  channel we require a clean sample of events containing electrons. In my talk I am going to present the status of the Higgs analysis in this channel and discuss the use of Multi-Variate Analysis techniques for an improved identification of the final state electron.

T 45.4 Di 17:35 ZHG 101

**Multivariate analysis for the search  $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\nu\ell'\nu'$  with the ATLAS Detector** — ●MANUELA VENTURI, CHRISTIAN WEISER, and KARL JAKOBS — Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland

After two years of LHC operation, ATLAS has achieved excellent sensitivity over a large part of the allowed mass range for a Standard Model Higgs boson. In particular, the channel  $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \ell\nu\ell'\nu'$ , with  $\ell, \ell' = e, \mu$ , is providing the most stringent results at low masses,  $110 < M_H < 200$  GeV.

In order to take into account correlations between variables, and to fully exploit their discriminating power between signal and background, multivariate analysis tools, such as Boosted Decision Tree (BDT) and Neural Network, have been used.

Results obtained with a BDT analysis of the whole 2011 dataset, corresponding to  $4.7 \text{ fb}^{-1}$ , at a center-of-mass energy of  $\sqrt{s} = 7$  TeV, will be presented.

T 45.5 Di 17:50 ZHG 101

**Messung der Triggereffizienz zur Suche nach  $H \rightarrow W^+W^-$  Zerfällen beim ATLAS Experiment am LHC.** — ●CHRISTIAN MEINECK, JONAS WILL, BONNIE CHOW, JOHANNES EBKE, JOHANNES ELMSHEUSER, MICHIEL SANDERS, DOROTHEE SCHAILE und DAN VLADOIU — Ludwig-Maximilians-Universität München

Es werden Studien zur Suche nach dem Standard-Modell Higgs-

Boson in Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV mit dem ATLAS-Experiment am LHC vorgestellt. Die Studien untersuchen den Higgs-Boson Zerfallskanal  $H \rightarrow W^+W^- \rightarrow e^+\nu_e e^-\bar{\nu}_e$ . Es wird besonders auf Studien zur Messung der Trigger-Effizienzen von Elektronen-Trigger, anhand von Monte Carlo

Simulations- und Detektor-Daten, eingegangen. Zur Bestimmung der Trigger-Effizienzen wird dabei eine sogenannte *Tag and Probe* Methode verwendet. Die gemessenen Trigger-Effizienzen werden verwendet, um Skalierungsfaktoren für Simulationsdaten zu extrahieren.

## T 46: Higgs-Physik 3

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 011

T 46.1 Di 16:45 ZHG 011

**Modellierung von  $\tau$  Endzuständen in ATLAS** — ●JESSICA LIEBAL, JÜRGEN KROSEBERG und NORBERT WERMES — Universität Bonn

Die Studie von Endzuständen mit  $\tau$  Leptonen ist von großem Interesse, z.B. für die Suche nach leichten Higgs-Bosonen mit ATLAS. Mit zunehmender LHC-Luminosität müssen fortlaufend neue Monte Carlo Datensätze mit höherer Statistik produziert werden. Hierbei muss zum einen sichergestellt werden, dass die Überlagerung von Ereignissen, wie sie in Kollisionsdaten beobachtet wird, korrekt in Monte Carlo Ereignissen modelliert wird. Zum anderen resultiert aus der benötigten Statistik an Monte Carlo Ereignissen ein wachsender Zeitaufwand zur Simulation dieser.

Eine mögliche Lösung bietet die sogenannte Embedding Methode. Diese modelliert Ereignisse, in welchen Muonen aus Daten durch simulierte  $\tau$  Leptonen ersetzt werden. Zur Reduktion der benötigten Zeit zur Prozessierung von Monte Carlo Ereignissen bietet sich die schnelle Simulation an, welche im Vergleich zur detaillierten Simulation die benötigte CPU Zeit um bis zu 90% reduziert.

T 46.2 Di 17:00 ZHG 011

**Modellierung von  $Z \rightarrow \tau\tau$ -Zerfällen bei der Higgs-Suche mit dem CMS-Experiment** — ●ARMIN BURGMEIER<sup>1</sup> und MANUEL ZEISE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT, Karlsruhe, Germany

Nach zwei Jahren Datennahme mit dem CMS-Detektor am LHC wurden bereits viele Teilchen und Prozesse des Standardmodells wiederentdeckt. In den kommenden Jahren liegt der Fokus nun auf der Suche nach neuen Phänomenen, allen voran dem Higgs-Boson. Ein schweres, Standardmodell-artiges Higgs-Boson ist mit den Ergebnissen der Datennahme von 2011 quasi ausgeschlossen. Ist das Higgs-Boson leicht, so ist der Zerfall in zwei  $\tau$ -Leptonen von großer Bedeutung.

Der größte irreduzible Untergrund in diesem Kanal besteht in dem Zerfall von  $Z$ -Bosonen in  $\tau$ -Paare. Zu erwartende Ausschlussgrenzen oder die Signifikanz eines eventuellen Signals hängen daher direkt mit dem Verständnis dieses Untergrunds zusammen. Bei CMS wird dazu die sog. „Embedding“-Methode eingesetzt bei der gemessene Myonen in einem  $Z \rightarrow \mu\mu$ -Zerfall durch simulierte  $\tau$ -Leptonen mit den gleichen kinematischen Eigenschaften ersetzt werden. Auf diese Art und Weise werden zusätzliche Wechselwirkungen („underlying event“) und sich überlagernde Ereignisse („pile-up“) automatisch richtig beschrieben.

In diesem Vortrag stelle ich kurz die Suche nach dem Higgs-Boson im  $\tau\tau$ -Kanal vor und gehe dann auf die Embedding-Methode ein. Dabei zeige ich auf wie sie in bisherigen Higgs-Analysen verwendet wurde.

T 46.3 Di 17:15 ZHG 011

**Higgs search in the  $H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \mu\mu$  channel with the CMS detector** — ●AGNI BETHANI<sup>1</sup>, ARMIN BURGMEIER<sup>1</sup>, LUIGI CALIGARIS<sup>1</sup>, ALEKSI RASPEREZA<sup>1</sup>, CAROLINE RIEDL<sup>1</sup>, GREGORY SCHOTT<sup>2</sup>, ROBERVAL WALSH<sup>1</sup>, and MANUEL ZEISE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>DESY, Hamburg, DE — <sup>2</sup>KIT, Karlsruhe, DE

The CMS Experiment is one of the two large Experiments at the LHC designed for the exploration of the electroweak Symmetry Breaking mechanism and the search for new physics. The decay channel into a pair of  $\tau$  leptons is one of the most promising for searches for neutral Higgs Bosons of both the Standard Model and the Minimal Supersymmetric Extension of the Standard Model (MSSM). The study is performed in the decay channel  $H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \mu\mu$  using all the data recorded in 2011 with the CMS detector, at center-of-mass energy 7 TeV, that correspond to total luminosity of  $5 \text{ pb}^{-1}$ . We present a multivariate analysis technique and data driven methods for background evaluation. In addition statistical interpretation of the results is performed and limits are set to the Higgs production cross-section.

T 46.4 Di 17:30 ZHG 011

**Fehlende Transversalenergie in der Higgs-Suche mit  $\tau$ -Endzuständen bei ATLAS** — ●JANA KRAUS, JÜRGEN KROSEBERG und NORBERT WERMES — Physikalisches Institut der Universität Bonn

Die fehlende transversale Energie ist eine wichtige Observable bei der Suche nach Higgs-Bosonen mit Neutrinos aus  $W$ - und  $\tau$ -Zerfällen im Endzustand beim ATLAS-Experiment am Large Hadron Collider. Diese gehören zu den wichtigsten Zerfallskanälen sowohl für das Standardmodell Higgs-Boson, als auch geladene und ungeladene Higgs-Bosonen in SUSY-Modellen, insbesondere dem MSSM. Die experimentelle Kontrolle der fehlenden Transversalenergie bestimmt daher wesentlich die systematische Unsicherheit der entsprechenden Datenanalysen.

Eine verfeinerte Kalibrierung der fehlenden Transversalenergie basierend auf den verschiedenen rekonstruierten Physikobjekten im Vergleich zur Rekonstruktion aus der reinen Kalorimetermessung führt zu einer deutlichen Verbesserung von Auflösung, Linearität und Stabilität gegenüber der zunehmenden Ereignisüberlagerung.

Die Optimierung der Kalibrierung der fehlenden Transversalenergie basierend auf rekonstruierten  $\tau$ -Leptonen und die Auswirkung auf die systematische Unsicherheit bei der Higgs-Suche mit  $\tau$ -Endzuständen wird hier vorgestellt.

T 46.5 Di 17:45 ZHG 011

**Datenbasierte Abschätzung der Energieskala hadronisch zerfallender Tau-Leptonen zur Steigerung der Sensitivität einer Higgs-Analyse im Kanal  $qq \rightarrow qqH \rightarrow qq\tau\tau \rightarrow qq\nu h\nu$  mit dem ATLAS-Detektor** — KARL JAKOBS, ROMAIN MADAR und ●NILS RUTHMANN — Universität-Freiburg

Tau-Leptonen tragen als schwerste geladene Leptonen signifikant zur Zerfallsbreite eines leichten Standardmodell Higgs-Bosons bei. Die hadronischen Zerfälle der Tau-Leptonen in Pionen und ein Neutrino sind dabei mit einer relativen Häufigkeit von rund 65% statistisch signifikant und experimentell gut von Jets aus QCD-Prozessen unterscheidbar. Die Zerfallsprodukte des Tau-Leptons führen zu elektromagnetischen ( $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ ) und hadronischen ( $\pi^\pm$ ) Schauern im Kalorimeter. Aufgrund der nicht kompensierenden Natur des hadronischen Kalorimeters ist eine Kalibration der Kalorimeterantwort auf eine  $\tau$ -spezifische Energieskala nötig. Die Präzision der Kenntnis dieser Skala hängt maßgeblich vom Verständnis der Energieskala der geladenen Pionen ab und ist eine der limitierenden systematischen Unsicherheiten in aktuellen Suchen nach dem Higgs-Boson. Die vorgestellte Studie etabliert diese Pion-Energieskala in Bezug auf den im Spurdetektor präzise messbaren Impuls des Teilchens ( $\mathbf{E}/\mathbf{p}$ ) in  $pp$ -Kollisionsdaten aus dem Jahr 2011. Diese Ergebnisse werden mit Studien einer Teststrahlungsmessung des ATLAS Kalorimetersystems sowie Studien zur Bestimmung der elektromagnetischen Energieskala in  $Z \rightarrow e^+e^-$  Zerfällen kombiniert, um die Skalenunsicherheiten der Zerfallsprodukte auf das Niveau der Tau-Energieskala zu propagieren.

T 46.6 Di 18:00 ZHG 011

**Search for the SM Higgs boson in the  $H \rightarrow \tau_{\text{lep}}\tau_{\text{had}}$  channel** — ●THOMAS SCHWINDT, JÜRGEN KROSEBERG, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Rheinische Friedrich Wilhelms-Universität Bonn

Searches for the SM Higgs boson at the LHC have already restricted the still possible mass range to a small window close to the LEP exclusion limit of 114 GeV. In this region, its decay has a relatively large branching fraction into  $\tau\tau$  final states, which therefore have a significant impact on the confirmation or exclusion of the SM Higgs Boson. This talk presents the status of the search with the ATLAS experiment in the  $\tau_{\text{lep}}\tau_{\text{had}}$  channels where one tau decays into a muon or electron and the other hadronically. While the well isolated leptons can easily be identified, the hadronic decays can also be faked by a mis-identified QCD jets. The corresponding background contributions are therefore

estimated with data-driven methods where possible. Especially the irreducible  $Z \rightarrow \tau\tau$  background is estimated from  $Z \rightarrow \mu\mu$  data with embedded simulated  $\tau$  decays.

T 46.7 Di 18:15 ZHG 011

**SM Higgs Search in double hadronic tau final state with the ATLAS Experiment** — •DANIELE ZANZI<sup>1</sup>, JOHANNA BRONNER<sup>1</sup>, JULIAN GLATZER<sup>2</sup>, SANDRA KORTNER<sup>1</sup>, ALESSANDRO MANFREDINI<sup>1</sup>, RIKARD SANDSTRÖM<sup>1</sup>, SEBASTIAN STERN<sup>1</sup>, SOSHI TSUNO<sup>3</sup>, and STEFANIA XELLA<sup>4</sup> — <sup>1</sup>MPI, München, Germany — <sup>2</sup>Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Germany — <sup>3</sup>KEK, Japan — <sup>4</sup>NBI, Copenhagen, Denmark

The discovery or the exclusion of the SM Higgs boson is the ultimate step to either confirm the prediction of the Standard Model of fundamental particles or to open the path towards new physics.

Thanks to outstanding performances, the experiments running at LHC, ATLAS and CMS, reached the sensitivity to exclude this particle in most of the allowed mass range just after two years of data taking. There is still a small window left around 115-130 GeV, where the Higgs boson is most likely to be and where searches are now focusing.

One of the most important final states where such a light Higgs boson can be discovered is a pair of tau leptons. In this talk the SM Higgs boson search in events with two taus both decaying hadronically is presented. This study is based on all data collected in 2011 by the ATLAS Experiment in proton-proton collision at the center-of-mass energy of 7 TeV.

T 46.8 Di 18:30 ZHG 011

**Studien zu Massenrekonstruktions-Methoden im  $H \rightarrow \tau\tau$  Kanal** — MARTIN FLECHL, •JULIAN MALUCK, MARKUS SCHUMACHER und MARKUS WARSINSKY — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland

Der Zerfall  $H \rightarrow \tau\tau$  ist einer der wichtigsten Kanäle in der Suche nach

dem Higgs-Boson des Standardmodells. Eine besondere Herausforderung der Analyse besteht darin, das Signal vom dominanten und irreduziblen Untergrundprozess  $Z \rightarrow \tau\tau$  zu trennen. Da der Endzustand von Signal und diesem Untergrund identisch ist, kommt der Massenrekonstruktion von der invarianten Masse der  $\tau$ -Leptonen große Bedeutung zu.

Für leptonische Zerfälle der  $\tau$ -Leptonen werden verschiedene Methoden zur Rekonstruktion der Masse einer  $\tau\tau$ -Resonanz vorgestellt und verglichen. Dabei wird insbesondere auf die Methoden der kollinearen Näherung und des *Missing Mass Calculator (MMC)* zur Sensitivität in der  $H \rightarrow \tau\tau$ -Suche eingegangen.

T 46.9 Di 18:45 ZHG 011

**Multivariate Analyse von  $Z/H \rightarrow \tau\tau$ -Ereignissen am CMS-Experiment** — •THOMAS MÜLLER, GÜNTER QUAST, GRÉGOR SCHOTT und MANUEL ZEISE — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Die Suche nach dem Higgs-Boson und nach Anzeichen von Physik jenseits des Standardmodells gehören zu den vorrangigen Aufgaben des CMS-Experiments am LHC.

Bei der Suche nach einem leichten Higgs-Boson spielt der Zerfall in Paare von  $\tau$ -Leptonen eine bedeutende Rolle. Der Endzustand ist charakterisiert durch die auftretenden Neutrinos, welche die vollständige Rekonstruktion des  $\tau\tau$ -Systems verhindern. Dies impliziert, dass sich die invariante Masse sowie weitere interessante kinematische Eigenschaften des intermediären Teilchens nur näherungsweise bestimmen lassen.

Wichtig für die Analyse ist neben der guten Kenntnis über den dominanten Untergrundprozess  $Z \rightarrow \tau\tau$  die Fähigkeit, Higgs- und  $Z$ -Ereignisse voneinander trennen zu können. Im Rahmen dieses Vortrags werden multivariate Analysemethoden vorgestellt. Diese rekonstruieren auf der Basis von neuronalen Netzen die invariante  $\tau\tau$ -Masse und klassifizieren  $\tau\tau$ -Endzustände und Higgs-Ereignisse.

## T 47: Higgs-Physik 4

Zeit: Mittwoch 16:45–18:50

Raum: ZHG 011

### Gruppenbericht

T 47.1 Mi 16:45 ZHG 011

**Suche nach dem SM Higgs-Boson im Zerfallskanal  $H \rightarrow WW \rightarrow \nu\nu$  mit Daten des ATLAS-Experiment am LHC** — •EVELYN SCHMIDT, RALF BERNHARD, ANDREAS WALZ und KARL JAKOBS — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die Suche nach dem Higgs-Boson ist eines der zentralen Ziele des ATLAS-Experiments. Im Standardmodell trägt der Zerfallsmodus  $H \rightarrow WW$  bedeutend zum Entdeckungspotential für ein Higgs-Boson im Bereich niedriger bis mittlerer Massen bei.

Die Analyse basiert auf der Selektion von Ereignissen mit zwei isolierten Leptonen mit hohem transversalen Impuls und einem hohen Anteil fehlender transversaler Energie. Der dominante Untergrund mit einer signalähnlichen Topologie ist die nichtresonante Produktion von  $W$ -Paaren. Des weiteren sind reduzierbare Untergründe wie  $W$ +Jets, Top und QCD relevant.

Der aktuelle Stand der Analyse wird präsentiert und die Ergebnisse basierend auf den 2011 aufgezeichneten Daten werden diskutiert.

T 47.2 Mi 17:05 ZHG 011

**Suche nach den  $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow \nu\nu$ -Zerfällen mit dem ATLAS-Detektor** — •J. BRONNER, S. KORTNER, R. SANDSTROEM, S. STERN, D. ZANZI, M. VANADIA, M. GOBLIERSCH-KOLB, A. MANFREDINI, H. KROHA und O. KORTNER — MPP, München

Der Zerfall eines durch das Standardmodell vorhergesagten Higgsbosons in zwei  $W$ -Bosonen, die jeweils in ein Lepton-Neutrino-Paar zerfallen ist, auf Grund des großen Wirkungsquerschnitts des Higgs-Diboson-Zerfalls und der klaren Signatur beim leptonen Zerfall der beiden  $W$ -Bosonen mit zwei Leptonen und hoher fehlender transversaler Energie im Endzustand, ein sehr sensibler Kanal für Higgs-Boson-Suchen. Für die im Jahr 2011 mit dem ATLAS-Detektor aufgezeichnete integrierte Luminosität von  $4.8 \text{ fb}^{-1}$  erwartet man den Ausschluss eines Higgs-Bosons durch den  $H \rightarrow WW$ -Kanal im Massenbereich von etwa  $130 \text{ GeV} > m_H > 230 \text{ GeV}$ . Da die Ereignis Selektion zwei gut rekonstruierte Leptonen verlangt, hängt die Leistungsfähigkeit der Analyse von der Effizienz der Lepton-Rekonstruktion ab. Im Vortrag wird im

Speziellen auf die Myon-Rekonstruktionseffizienz und Isolierung in der Umgebung mit vielen Pileup-Ereignissen eingegangen.

Obwohl die Higgs-Produktionsrate durch Vektor-Boson-Fusion (VBF) wesentlich kleiner ist als durch Gluon-Fusion, sind die VBF-Ereignisse auf Grund der klaren Signatur mit zwei begleitenden hochenergetischen Jets im Vorwärtsbereich des Detektors von besonderem Interesse.

Die Analyse wurde optimiert anhand von multivariaten Methoden.

T 47.3 Mi 17:20 ZHG 011

**Suche nach dem SM Higgs Boson im  $H \rightarrow WW \rightarrow e\nu\mu\nu$  Kanal am DØ Experiment** — •JONAS WEICHERT, MARC HOHLFELD und VOLKER BÜSCHER — Institut für Physik, Universität Mainz, Deutschland

Der Proton-Antiproton Beschleuniger Tevatron am Fermilab hat einen finalen Datensatz von  $10,7 \text{ fb}^{-1}$  geliefert. Eine der Hauptaufgaben des DØ Experimentes, eines der zwei großen Experimente am Tevatron, ist die Suche nach dem Standardmodell Higgs Boson. Der sensitivste Kanal für die Suche ist der  $H \rightarrow WW \rightarrow \nu\nu$  Kanal. Dieser ist auch für Higgs-Massen von weniger als 130 GeV ein wichtiger Entdeckungskanal.

Die Daten, die mit dem DØ Detektor aufgezeichnet wurden, werden in Endzuständen mit einem Elektron und einem Myon unterschiedlicher Ladung und fehlender transversaler Energie nach Higgs Boson Produktion durchsucht. Im Vortrag wird der aktuelle Stand der Analyse mit dem vollen Datensatz gezeigt.

T 47.4 Mi 17:35 ZHG 011

**Suche nach dem SM Higgs-Boson mit dem ATLAS-Detektor im Zerfallskanal  $H \rightarrow WW \rightarrow e\nu\mu\nu$**  — •SEBASTIAN MORITZ, OLIVIER ARNAEZ, VOLKER BÜSCHER, FRANK FIEDLER, CHRISTOPH HOMBACH, P. JENNIFER HSU, ADAM KALUZA und CHRISTIAN SCHMITT — Institut für Physik, JGU Mainz

Mithilfe des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider (LHC) versucht man die Existenz des letzten fehlenden Teilchens des Stan-

dardmodells nachzuweisen. Bisher steht eine Datenmenge von  $4,7 \text{ fb}^{-1}$  zur Verfügung. Allerdings ist die Produktion des sog. Higgs-Bosons auch am LHC ein seltener Prozess, der aus einer grossen Anzahl von Untergrundereignissen extrahiert werden muss. Dazu eignet sich der Zerfallskanal  $H \rightarrow WW \rightarrow e\nu\mu\nu$  aufgrund seiner klaren Signatur besonders gut.

Er bietet hohe Sensitivität über einen grossen Massenbereich. Besonders im noch nicht ausgeschlossenen Bereich zwischen 115 - 131 GeV kann er einen signifikanten Beitrag leisten. Darauf konzentrieren sich die derzeitigen Anstrengungen.

Die vorliegende Studie stellt den Stand der Higgs-Suche im  $H \rightarrow WW \rightarrow e\nu\mu\nu$  Zerfallskanal mit dem ATLAS-Detektor auf dem Datensatz von 2011 vor und liefert einen Ausblick für das Jahr 2012. Der Fokus liegt dabei auf der Optimierung der Analyse im niedrigen Massenbereich.

T 47.5 Mi 17:50 ZHG 011

**Untersuchung des Zerfallskanals  $H \rightarrow WW \rightarrow \ell\nu\ell\nu$  mit Hilfe von neuronalen Netzen mit dem ATLAS-Experiment** — DOMINIC HIRSCHBÜHL, ●SIMON KÖHLMANN, GEORG SARTISOHN und WOLFGANG WAGNER — Universität Wuppertal

Bei der Produktion eines Higgs-Bosons durch Vektor-Boson-Fusion koppelt dieses direkt an W- bzw. Z-Bosonen und die Messung des Wirkungsquerschnittes erlaubt somit eine direkte Aussage über die Stärke der Kopplung zwischen dem Higgs-Boson und den Vektorbosonen. Ein hohes Verzweungsverhältnis im Higgs-Boson-Massen-Bereich von 130–160 GeV und die Signatur von zwei isolierten Leptonen, fehlender Transversalenergie und zwei für Vektor-Boson-Fusion charakteristische Vorwärtsjets ermöglicht es, das Higgs-Signal gut vom Untergrund zu trennen. Mit neuronalen Netzen soll das Verhältnis von Signal zu Untergrund optimiert werden.

T 47.6 Mi 18:05 ZHG 011

**Trigger optimization studies in  $H \rightarrow WW$  searches at ATLAS** — ●BONNIE CHOW, JOHANNES EBKE, JOHANNES ELSHEUSER, CHRISTIAN MEINECK, MICHEL SANDERS, DOROTHEE SCHAILE, DAN VLADOIU, and JONAS WILL — Ludwig-Maximilians-Universität München

Trigger optimization studies for the search of the Standard-Model Higgs boson in proton-proton-collisions at a centre-of-mass energy of  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  with the ATLAS experiment at the LHC are presented. The focus of the analysis is the Higgs boson decay channel

## T 48: Higgs-Physik 5

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 011

T 48.1 Do 16:45 ZHG 011

**Muon and b-tagging performance optimization for the search for neutral MSSM Higgs bosons with the ATLAS detector** — ●ALESSANDRO MANFREDINI, JOHANNA BRONNER, SANDRA KORTNER, RIKARD SANDSTROEM, SEBASTIAN STERN, and DANIELE ZANZI — Max-Planck-Institut für Physik, München

The minimal supersymmetric extension of the standard model (MSSM) predicts the existence of five Higgs bosons ( $h, H, A, H^+, H^-$ ) whose properties are at the tree level determined by two independent parameters, the ratio  $\tan\beta$  of the two vacuum expectation values and the mass  $m_A$  of the pseudoscalar Higgs boson  $A$ . For large values of  $\tan\beta$  the neutral MSSM Higgs bosons are predominantly produced in association with b-quarks. The b-jets originating from these processes have a relatively low energy (below 20 GeV) compared to those in  $t\bar{t}$ , the dominant background. This talk introduces methods to optimize the measurement of the b-tagging performance in this challenging low- $p_T$  regime. As the most promising final states for the search are defined by the Higgs decays into tau or muon pairs, another important aspect studied for this analysis is the lepton isolation in a high pile-up environment.

T 48.2 Do 17:00 ZHG 011

**Suche nach MSSM-Higgsbosonen in Endzuständen mit zwei hadronisch zerfallenden  $\tau$ -Leptonen im ATLAS-Experiment** — ●JULIAN GLATZER<sup>1</sup> und JOCHEN DINGFELDER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Freiburg — <sup>2</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn

$H \rightarrow W^+W^- \rightarrow \ell^+\nu_\ell\ell^-\bar{\nu}_\ell$  where  $\ell = e, \mu$ . Since the data taken by ATLAS in 2010 and 2011 showed that the Higgs boson is lighter than approx. 145 GeV, triggers and lepton identifications have to be adapted to lower transverse momenta thresholds. For various leptonic triggers, the trigger efficiencies have been measured in data and also Monte Carlo simulations. The talk will include a discussion of the results obtained and comparisons between the performance of the triggers.

T 47.7 Mi 18:20 ZHG 011

**Suche nach dem Higgs Boson im Zerfallskanal  $H \rightarrow WW \rightarrow jj, \mu, \nu$  beim CMS Experiment** — ●HAUKE HÖLBE, PAUL GWOZDZ, GORDON KAUSSEN und PETER SCHLEPER — Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg

Eines der wichtigsten Ziele des CMS Experiments am Large Hadron Collider ist die Suche nach dem Higgs Boson. Für schwere Higgs Massen hat der Zerfall des Standardmodell Higgs Bosons in zwei W-Bosonen das größte Verzweungsverhältnis. Die Zerfallsprodukte der W-Bosonen, in dieser Analyse ein Muon, ein Neutrino (fehlende Transversalenergie) und zwei Jets, lassen sich im Detektor messen. Aus diesen kann das Higgs Boson rekonstruiert werden. Die Hauptschwierigkeit dabei ist die Unterdrückung der Untergründe, im speziellen des W+Jet Untergrunds. Zu diesem Zweck sind verschiedene Verfahren erarbeitet worden, um das Verhältnis von Signal zu Untergrund zu maximieren.

T 47.8 Mi 18:35 ZHG 011

**Higgsuche bei CMS im semileptonischen Kanal  $H \rightarrow WW \rightarrow \nu e j j$  bei grossen Massen** — ●PAUL GWOZDZ, HAUKE HOELBE, GORDON KAUSSEN und PETER SCHLEPER — Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg

In vielen Modellen zerfallen schwere Higgs-Bosonen häufig in zwei W-Bosonen. Insbesondere bei Massen  $M_H \geq 250 \text{ GeV}$  kann die Higgs-Masse in semileptonischen Zerfällen  $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu q q'$  rekonstruiert werden.

Gesucht wird nach Ereignissen mit einem Elektron sowie zwei Jets mit hohem Transversalimpuls und fehlender transversaler Energie durch ein undetektieretes Neutrino. Eine grosse Schwierigkeit der Analyse ist das sehr kleine Signal über Untergrundverhältnis. Aus diesem Grund ist die Unterdrückung des Untergrundes eines der Hauptziele der Analyse. Vorgestellt wird eine Auswertung des 4-Körper-Massenspektrums des Endzustandes mit Hilfe einer datengetriebenen Seitenbandanalyse.

Im Minimalen Supersymmetrischen Standardmodell (MSSM) existieren fünf Higgsbosonen  $h, H, A, H^\pm$ . Es wird eine Suche nach den neutralen MSSM-Higgsbosonen  $A/H$  vorgestellt. Der Higgssektor im MSSM wird durch zwei Parameter beschrieben, typischerweise  $m_A$ , die Masse des CP-ungeraden Higgsbosons  $A$ , und  $\tan\beta$ , das Verhältnis der Vakuumerwartungswerte der beiden Higgs-Dupletts. Für hohe Werte von  $\tan\beta$  sind die Zerfälle  $A/H \rightarrow b\bar{b}$  ( $\sim 90\%$ ) und  $A/H \rightarrow \tau^+\tau^-$  ( $\sim 10\%$ ) dominant. In diesem Beitrag wird der Zerfall  $A/H \rightarrow \tau^+\tau^-$  betrachtet, wobei beide  $\tau$ -Leptonen hadronisch zerfallen. Hadronische Zerfälle von  $\tau$ -Leptonen sind experimentell schwieriger nachzuweisen als leptonische Zerfälle, besitzen aber ein größeres Verzweungsverhältnis ( $\sim 65\%$ ) und haben weniger Neutrinos im Endzustand. Die vorgestellte Suche betrachtet Endzustände mit zwei hadronischen  $\tau$ -Jets und fehlender transversaler Energie. In diesem Beitrag wird unter Anderem der Trigger und die Messung der Effizienz des Triggers vorgestellt. Die Selektion der Ereignisse, die Abschätzung der Hauptuntergründe aus QCD-Dijet-, Z+Jets- und W+Jets-Prozessen und sich daraus ergebende systematische Unsicherheiten werden diskutiert.

T 48.3 Do 17:15 ZHG 011

**Suche nach neutralen MSSM-Higgsbosonen im Zerfallskanal  $h/H/A \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow lh$  mit b-Jet-Veto bei ATLAS** — ●TAN WANG, JÜRGEN KROSEBERG und JOCHEN DINGFELDER — Physikalisches Institut, Bonn, Deutschland

Im Minimalen Supersymmetrischen Standardmodell (MSSM) wird die Existenz von fünf Higgsbosonen  $h, H, A$  und  $H^\pm$  vorausgesagt. Es wird eine Suche nach dem Zerfall  $H/A \rightarrow \tau^+\tau^-$  vorgestellt, bei dem ein  $\tau$ -Lepton hadronisch und das andere leptonisch zerfällt. Zusätzlich zu der

inklusive Analyse werden die selektierten Ereignissen in Endzuständen mit und ohne  $b$ -Jets unterteilt, um zwischen den beiden Hauptproduktionsmechanismen,  $b\bar{b}$ -assoziierter Produktion und der Gluonfusion zu unterscheiden. Der Schwerpunkt des Vortrags liegt auf dem Endzustand mit  $b$ -Jet-Veto, bei dem die Produktion durch Gluonfusion dominiert. Eine weitere Unterteilung anhand der Anzahl der Jets von leichten Quarks wird untersucht. Die Analyse basiert auf einem Datensatz von rund  $5 \text{ pb}^{-1}$  aus  $pp$ -Kollisionen, die im Jahr 2011 mit dem ATLAS Detektor am LHC aufgenommen werden. Für die jeweiligen Endzuständen werden die Optimierung der Selektion und die datenbasierte Untergrundabschätzung beschrieben und die Resultate vorgestellt.

T 48.4 Do 17:30 ZHG 011

**Suche nach Higgs-Bosonen im MSSM im Zerfall  $A/H/h \rightarrow \tau^+\tau^-$  in Assoziation mit  $b$ -Jets im ATLAS-Experiment** — ●SASCHA THOMA — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Der Beweis der Existenz oder ein Ausschluss des Higgs-Bosons ist eines der Hauptziele des ATLAS-Experiments. In der minimalen supersymmetrischen Erweiterung des Standardmodells (MSSM) werden fünf beobachtbare Higgs-Bosonen vorausgesagt, deren Kopplung an die Fermionen der dritten Generation in weiten Teilen des erlaubten Parameterraums verstärkt ist. Eine Suche nach den drei neutralen Higgs-Bosonen im Endzustand  $H/A/h \rightarrow \tau^+\tau^-$  in Assoziation mit  $b$ -Jets ist in diesen Szenarien daher besonders vielversprechend. Die hier vorgestellte Analyse konzentriert sich auf die Higgs-Suche in diesem Kanal im Endzustand mit einem leptonisch und einem hadronisch zerfallenden  $\tau$ -Lepton und mindestens einem identifizierten  $b$ -Jet. Weiterhin werden Methoden vorgestellt, mit denen die Beiträge der Hauptuntergründe in der Signal-Region anhand von Daten abgeschätzt werden. Dadurch können die Unsicherheiten auf diese Untergrundbeiträge und die Abhängigkeit von Monte-Carlo-Simulationen minimiert werden.

T 48.5 Do 17:45 ZHG 011

**Suche nach  $A^0/h^0/H^0 \rightarrow \tau\tau \rightarrow e\mu + 4\nu$  in  $b$ -assoziierter Produktion im MSSM mit ATLAS** — ●HOLGER VON RADZIEWSKI, STAN LAI, MARKUS SCHUMACHER und MARKUS WARSINSKY — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die minimale supersymmetrische Erweiterung des Standardmodells (MSSM) postuliert fünf Higgs-Bosonen, davon drei neutrale:  $h^0$ ,  $H^0$  und  $A^0$ . Für große Werte des Parameters  $\tan\beta$  ist der Produktionsprozess in Assoziation mit  $b$ -Quarks der vielversprechendste.

Bei leichten Higgs-Bosonen spielen die Zerfälle  $A^0/h^0/H^0 \rightarrow \tau\tau$  eine wichtige Rolle. Die Zerfallsprodukte der Tau-Leptonen bei  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ , insbesondere bei Massenwerten  $m_{A^0}/m_{h^0}/m_{H^0}$  nahe der LEP-Ausschlussgrenze, weisen dabei sehr weiche Transversalimpulsspektren auf. In der Folge können leptonische Endzustände trotz ihres geringen Verzweigungsverhältnisses zur Sensitivität beitragen.

Wird in der Selektion die Identifikation eines  $b$ -Jets gefordert, lassen sich Zerfälle  $Z^0 \rightarrow \tau\tau \rightarrow e\mu + 4\nu$  unterdrücken, und Topquark-Paarproduktion stellt einen bedeutenden Untergrundprozess dar.

Im Vortrag wird auf die Ereignis Selektion, die Untergrundabschätzung anhand von Kontrolldatensätzen und die Analyse der Daten des Jahres 2011 eingegangen. Abschließend wird der Beitrag zur statistischen Kombination mit ähnlichen Zerfallskanälen verdeutlicht.

T 48.6 Do 18:00 ZHG 011

**Studien zur Suche nach neutralen Higgs-Bosonen des MSSM im Endzustand  $H \rightarrow \tau\tau \rightarrow e\mu + 4\nu$  mit dem ATLAS-Detektor** — ●CHRISTIAN SCHILLO, MARKUS SCHUMACHER und MARKUS WARSINSKY — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Das Minimal Supersymmetrische Standardmodell (MSSM) ist die einfachste Variante, die Theorie der Supersymmetrie (SUSY) im Standardmodell der Teilchenphysik zu berücksichtigen. Dabei ist es notwendig, ein zweites Higgs-Dublett mit entgegengesetzter Hyperladung einzuführen. Dadurch treten 5 Higgs-Bosonen auf, darunter 3 neutrale -  $h$ ,  $H$  und  $A$ . Die Suche nach diesen Higgs-Teilchen ist eines der wesentlichen Ziele des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider (LHC) am CERN.

Betrachtet wird in diesem Vortrag die Produktion der neutralen Higgs-Bosonen. Grundlage der hier vorgestellten Analyse für eine Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  ist der Higgs-Boson-Zerfall im inklusiven Kanal  $h/A/H \rightarrow \tau\tau \rightarrow e\mu + 4\nu$ . Präsentiert wird eine vollständige Analyse für eine integrierte Luminosität von  $\int Ldt = 1.06 \text{ fb}^{-1}$ . Neben Studien zur Optimierung der topologischen Selektion werden verschiedene datenbasierte Methoden zur Abschätzung von Untergrundprozessen vorgestellt. Das Resultat der Analyse sind Ausschlussgrenzen

in Bezug auf die Produktion der Higgs-Bosonen.

T 48.7 Do 18:15 ZHG 011

**Suche nach neutralen MSSM Higgs Bosonen im Zerfallskanal  $h/H/A \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow e\mu + 4\nu$  mit dem ATLAS Detektor** — ●CHRISTIAN GUMPERT, MICHAEL KOBEL, WOLFGANG MADER und XAVIER PRUDENT — IKTP, Zellescher Weg 19, 01069 Dresden

In der minimalen supersymmetrischen Erweiterung des Standard Modells (MSSM) gibt es zwei Higgs Doublets, welche drei neutrale  $h/H/A$  und zwei geladene  $H^\pm$  Higgs Bosonen enthalten. Die Kopplungen der neutralen Higgs Bosonen an die Eichbosonen sind unterdrückt, aber die Kopplung an down-type Fermionen ist, abhängig von den Vakuumwartungswerten der Higgs Doublets, um einen Faktor  $\tan\beta$  verstärkt. Daher spielen bei der Erzeugung und dem Zerfall der neutralen Higgs Bosonen die massereichen down-type Fermionen der dritten Generation eine entscheidende Rolle. Nach dem Zerfall in  $b$ -Quarks ist der Zerfallskanal in ein Paar von Tau Leptonen der zweithäufigste.

Der voll leptonische Endzustand  $h/H/A \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow \ell^+\ell^- + 4\nu$  zeichnet sich durch seine klare Signatur im Detektor aus und profitiert von hohen Trigger- sowie Selektionseffizienzen.

Im Vortrag wird die Anwendung multivariater Methoden, wie zum Beispiel Projective Likelihood, Fisher Diskriminanten und Boosted Decision Trees, zur effizienten Unterdrückung reduzierbarer Untergrundbeiträge im Endzustand  $h/H/A \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow e\mu + 4\nu$  diskutiert. Die Daten des ATLAS Detektors aus der ersten Hälfte des Jahres 2011 werden mittels der Profile Likelihood Methode statistisch ausgewertet und Ausschlussgrenzen als Funktion der Parameter  $M_A$  und  $\tan\beta$  abgeleitet.

T 48.8 Do 18:30 ZHG 011

**Optimierung der Suche nach MSSM Higgs-Bosonen im Kanal  $H \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow \text{Leptonen} + \text{Hadronen} + 3\nu$  mit Hilfe multivariater Methoden zur Tau-Erkennung mit dem ATLAS-Detektor** — ●STEFANIE LANGROCK, FELIX FRIEDRICH, WOLFGANG MADER und ARNO STRAESSNER — TU Dresden, Dresden, Germany

Sowohl bei der Messung von Standardmodellprozessen, als auch bei der Suche nach neuer Physik stellen hadronisch zerfallende Tau-Leptonen im Endzustand eine wichtige Signatur dar. Aufgrund ihrer großen Masse sind Tau-Leptonen die einzigen Leptonen, die sowohl leptonisch, in Elektronen oder Myonen, als auch hadronisch zerfallen können. Zum Nachweis der hadronisch zerfallenden Tau-Leptonen im Higgs-Kanal ( $H \rightarrow \tau^+\tau^-$ ) werden multivariate Methoden, wie Likelihood Verhältnisse oder Boosted Decision Trees (BDT) eingesetzt. Diese werden genutzt, um eine maximale Unterdrückung des Untergrundes zu erzielen.

In diesem Vortrag wird die Optimierung der Tau-Erkennung mit multivariater Methoden vorgestellt, welche bisher unabhängig von der nachfolgenden Datenanalyse erfolgt ist. Ziel ist es daher, die Tau-erkennung gemeinsam mit der Signifikanz eines möglichen Higgs-Signals bei semi-leptonischen Zerfällen von Higgs-Bosonen im Kanal  $H \rightarrow \tau^+\tau^-$  zu verbessern. Dazu werden die Ausgangsgrößen des Boosted Decision Trees und der Likelihood-Verhältnisse bezüglich der Separationskraft zwischen Signal und Untergrund untersucht. Für die Analyse werden die ATLAS-Daten des Jahres 2011 verwendet.

T 48.9 Do 18:45 ZHG 011

**Suche nach neutralen MSSM Higgsbosonen im Zerfallskanal  $h/H/A \rightarrow \mu^+\mu^-$  mit dem ATLAS Detektor** — JOHANNA BRONNER, SANDRA KORTNER, ALESSANDRO MANFREDINI, RIKARD SANDSTROEM, ●SEBASTIAN STERN und DANIELE ZANZI — Max-Planck-Institut für Physik, München

In der minimalen supersymmetrischen Erweiterung des Standardmodells werden fünf Higgsbosonen ( $h$ ,  $H$ ,  $A$ ,  $H^\pm$ ) vorhergesagt. Deren Eigenschaften sind, in niedrigster Ordnung Störungstheorie, durch zwei unabhängige Parameter bestimmt. Typischerweise verwendet man dabei das Verhältnis  $\tan\beta$  der Vakuumwartungswerte und die Masse  $m_A$  des pseudoskalaren Higgsbosons. Im Vergleich zum Higgsboson im Standardmodell ist der Zerfall der neutralen  $h/H/A$ -Bosonen in zwei Myonen, für hohe Werte von  $\tan\beta$ , deutlich verstärkt. Dieser Zerfallskanal bietet eine experimentell klare Signatur und ergänzt so die Suche im wahrscheinlicheren  $\tau^+\tau^-$  Zerfallskanal. Zu den wichtigsten Untergrundbeiträgen im  $\mu^+\mu^-$ -Endzustand zählen die  $Z$ -Boson und  $t\bar{t}$ -Produktion. Wegen des kleinen Signal-zu-Untergrund-Verhältnisses ist eine präzise Untergrundbestimmung von großer Bedeutung.

Im Vortrag wird die Suche nach dem  $h/H/A \rightarrow \mu^+\mu^-$  Zerfall mit dem ATLAS-Detektor vorgestellt und die Analyseergebnisse der Proton-Proton-Kollisionsdaten von 2011 gezeigt.

T 49: Higgs-Physik 6

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: ZHG 011

T 49.1 Fr 8:30 ZHG 011

**Suche nach dem Standardmodell Higgs-Boson im Kanal  $t\bar{t}H$ ,  $H \rightarrow b\bar{b}$  mit dem CMS Experiment am LHC** — ●TOBIAS VERLAGE — RWTH Aachen IB

Die Entdeckung des Standardmodell Higgs-Bosons ist eines der zentralen Ziele des CMS-Experimentes am LHC. Für Higgs-Boson-Massen  $m_h < 135 \text{ GeV}/c^2$  ist der Zerfall in zwei Bottom-Quarks dominant. Die hier vorgestellte Studie untersucht die Möglichkeit einer Entdeckung des Higgs-Bosons in diesem Massenbereich bei Proton-Proton-Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ . Hierzu wird die Higgs-Boson Produktion in Assoziation mit einem Top-Quark-Paar untersucht. Dieser Kanal bietet zudem die Möglichkeit der Bestimmung der Yukawa-Kopplung der Top-Quarks an das Higgs-Feld. Die im Vortrag vorgestellten Studien beruhen auf Monte Carlo Simulations- und Detektor-Daten des CMS-Experimentes.

T 49.2 Fr 8:45 ZHG 011

**Kinematic fitting of  $t\bar{t}H$  events using a likelihood approach.** — KEVIN KRÖNINGER, ARNULF QUADT, ●LEONID SERKIN, and ELIZAVETA SHABALINA — II.Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

The Higgs mechanism is the generally accepted way to generate particle masses in the electroweak theory. If the Higgs boson is lighter than  $130 \text{ GeV}/c^2$ , it decays mainly to a  $b\bar{b}$  pair. To observe the Higgs boson at the LHC, a very promising channel in the Standard Model and the MSSM among the Higgs production channels with  $H \rightarrow b\bar{b}$  decay is the production of a Higgs boson in association with top quarks. In this study, we discuss the channel where the Higgs decays to  $b\bar{b}$ , one top decays hadronically and the second one leptonically. The signature of a  $t\bar{t}H$  event is determined by one isolated lepton, missing transverse energy and six jets, out of which four are  $b$ -jets. This talk will give an overview over the analysis in ATLAS with a special focus on the reconstruction of the  $t\bar{t}H$  topology using a kinematic fit.

T 49.3 Fr 9:00 ZHG 011

**Search for Higgs Bosons Produced in Association with b-Quarks in pp collisions** — WOLFGANG LOHMANN<sup>1,2</sup>, RAINER MANKEL<sup>1</sup>, ●IGOR MARFIN<sup>1,2</sup>, ALEXEI RASPEREZA<sup>1</sup>, ALEXANDER SPIRIDONOV<sup>1</sup>, and ROBERVAL WALSH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Brandenburgische Technische Universitaet, Cottbus, Germany

We present a search of neutral Higgs bosons produced in association with b-quark(s) and decaying into b-quark pairs at the LHC with the CMS detector. Despite being suppressed in the Standard Model, the production rate of this process is enhanced in supersymmetric models for high values of  $\tan\beta$ . The signal of a higgs boson would arise as an excess in the mass spectrum of the two jets with the highest transverse momentum. Multi-jet QCD events constitute the dominant background that is derived from data. In this presentation the performance of the dedicated trigger is described and first results from the analysis are shown.

T 49.4 Fr 9:15 ZHG 011

**Suche nach den neutralen MSSM Higgs Bosonen im b-assozierten Zerfalls-Kanal nach  $\mu\mu$  bei CMS** — ●HENDRIK WEBER — RWTH Aachen IB

Im LHC werden Higgs Bosonen vorwiegend über Gluon-Fusion erzeugt. Für die neutralen supersymmetrischen Higgs Bosonen des MSSM ( $h/H/A$ ) dominiert für hohe Werte von  $\tan\beta$  allerdings die assoziierte Produktion mit b-Quarks ( $gg \rightarrow b\bar{b}\phi$ ). Der Zerfalls-Kanal in zwei Myonen ( $\phi \rightarrow \mu\mu$ ) bietet eine experimentell klare Signatur im Detektor die es erlaubt die Zerfallsbreite und die Masse der Higgs Bosonen zu rekonstruieren und darüber  $\tan\beta$  zu bestimmen. Mit zunehmender Statistik der vom LHC zur Verfügung gestellten Daten erweitert sich die Sensitivität auf den Parameter-Raum des MSSM. Die Daten von 2011 mit einer integrierten Luminosität von  $4.7 \text{ fb}^{-1}$  wurden im Zerfallskanal der neutralen MSSM Higgs Bosonen  $h/A/H$  in zwei Myonen untersucht. Die hohe instantane Luminosität des LHC führt allerdings auch zu starkem Pile-Up, einer Herausforderung die in dieser Analyse berücksichtigt werden muss.

T 49.5 Fr 9:30 ZHG 011

**Suche nach einem leichten Standardmodell Higgs Boson im**

**Kanal  $WH \rightarrow \nu b\bar{b}$  mit dem CMS-Experiment** — CHRISTIAN BÖSER, ●HAUKE HELD, BENEDIKT MAIER, THOMAS MÜLLER, PHILIPP SCHIEFERDECKER und JEANNINE WAGNER-KUHR — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Die Suche nach einem leichten Standardmodell Higgs Boson geht zu Beginn der 2012er Datennahme am LHC in die entscheidene Phase. In diesem Massenbereich ist der Zerfall des Higgs Bosons in zwei  $b$ -Quarks dominierend, dessen Nachweis allerdings durch viele Untergrundprozesse mit ähnlicher Signatur eine große Herausforderung darstellt. Eine Möglichkeit Untergrundprozesse signifikant zu unterdrücken bietet die Higgs Boson Produktion in Assoziation mit einem  $W$  Boson. Wir präsentieren Studien zur Selektion, Analyse und statistischen Auswertung von  $H \rightarrow b\bar{b}$  Ereignissen, in denen das  $W$  leptonisch zerfällt und sich mit großem Impuls in der transversalen Detektorebene vom Higgs entfernt.

T 49.6 Fr 9:45 ZHG 011

**Suche nach dem SM-Higgs-Boson im Kanal  $WH \rightarrow \nu b\bar{b}$  mit dem ATLAS-Experiment am LHC** — ●JONAS WILL, BONNIE CHOW, JOHANNES EBKE, JOHANNES ELMSHEUSER, CHRISTIAN MEINECK, MICHIEL SANDERS, DOROTHEE SCHAILE und DAN VLADOIU — Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Suche nach einem leichten Standardmodell-Higgs-Boson umfasst insbesondere die Zerfallskanäle mit zwei  $b$ -Jets, da ein leichtes Higgs-Boson bevorzugt in ein  $b\bar{b}$ -Paar zerfällt. Um diese Ereignisse besser vom Untergrund trennen zu können, werden Higgs-Bosonen betrachtet, die in Assoziation mit einem  $W$  oder  $Z$ -Boson erzeugt werden, das leptonisch zerfällt. Im Falle eines  $W$ -Bosons führt dies zu einer Signatur, die sich durch ein isoliertes Lepton, fehlende transversale Energie und zwei  $b$ -Jets auszeichnet.

Es werden vorläufige Ergebnisse der Suche nach dem Higgs-Boson in diesem Kanal auf Grundlage der in 2011 mit dem ATLAS-Experiment gewonnenen Datenmenge präsentiert. Besondere Beachtung wird dabei der auf Daten basierten Abschätzung des Multijet-Untergrundes geschenkt.

T 49.7 Fr 10:00 ZHG 011

**Suche nach dem SM Higgs Boson in WH Produktion und Zerfall nach zwei b-Quarks am ATLAS-Experiment** — ●JAN THERHAAG, GOETZ GAYCKEN, NORBERT WERMES und ECKHARD VON TOERNE — Physikalisches Institut der Universitaet Bonn

Die Suche nach dem Higgs-Boson ist eines der vorrangigen Ziele der Experimente am LHC. Die auf den Daten des Jahres 2011 basierenden Resultate der LHC-Experimente ATLAS und CMS haben den möglichen Massenbereich fuer das SM-Higgs-Boson bereits auf die Region zwischen  $115 \text{ GeV}$  und  $130 \text{ GeV}$  eingegrenzt und erste Anzeichen fuer ein Higgs-Boson bei einer Masse von etwa  $125 \text{ GeV}$  geliefert. In diesem Bereich zerfällt das Higgs-Boson bevorzugt in zwei  $b$ -Quarks. Da der dominante Erzeugungsprozess via Gluonfusion auf Grund des enormen QCD Multijetuntergrunds nicht zugaenglich ist, macht es Sinn die assoziierte Produktion mit einem  $W$ -Boson zu betrachten. Leptonische Zerfaelle liefern hier klare Triggersignaturen und erlauben eine effiziente Unterdrueckung des QCD Multijetuntergrunds.

In meinem Vortrag stelle ich eine Suche nach dem Higgs-Boson im Zerfallskanal  $H \rightarrow b\bar{b}$  in assoziierter Produktion mit einem leptonisch zerfallenden  $W$ -Boson vor. Der Beitrag dieses Kanals zur Higgs-Suche im niedrigen Massenbereich wird diskutiert.

T 49.8 Fr 10:15 ZHG 011

**Suche nach einem leichten Standardmodell Higgs-Boson aus assoziierter VH-Produktion mit dem CMS-Experiment** — CHRISTIAN BÖSER, HAUKE HELD, ●BENEDIKT MAIER, THOMAS MÜLLER, PHILIPP SCHIEFERDECKER und JEANNINE WAGNER-KUHR — Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP), KIT

Das Higgs-Boson ist das letzte unentdeckte Teilchen des Standardmodells. Falls es existiert, wird man es am Large Hadron Collider (CERN) finden. Für ein potentiell leichtes Higgs-Boson ist die assoziierte Produktion mit einem Vektorboson ein besonders interessanter Produktionsmechanismus. In diesem Massenbereich ist der Zerfall des Higgs-Bosons in zwei  $b$ -Quarks dominant.

Wir präsentieren Methoden zur Selektion und Analyse von Ereignissen

nissen, in denen sich die  $W$ - bzw.  $Z$ -Bosonen und das Higgs-Boson mit großem Impuls in der transversalen Detektorebene voneinander entfernen. Neben einem rein Schnitt-basierten Ansatz verwenden wir auch neuronale Netzwerke. Dabei konzentrieren wir uns auf Ereignisse

mit leptonisch zerfallenden Vektorbosonen und 2  $b$ -Jets vom  $H \rightarrow b\bar{b}$ -Zerfall im Endzustand.

## T 50: Supersymmetrie 1

Zeit: Montag 16:45–18:45

Raum: ZHG 010

T 50.1 Mo 16:45 ZHG 010

**Fits von SUSY Brechungsparametern an aktuelle Messungen** — ●MATTHIAS HAMER und CARSTEN HENSEL für die Fittino-Kollaboration — Georg-August-Universität Göttingen

Supersymmetrie (SUSY) ist nach wie vor eine vielversprechende Erweiterung des Standardmodells der Teilchenphysik. Falls SUSY in der Natur realisiert ist, können direkte Suchen am Large Hadron Collider (LHC) sowie von den LHC-Experimenten unabhängige Präzisionsmessungen für die Bestimmung des SUSY Brechungsmechanismus und der zugehörigen Brechungsparameter in globalen Fits herangezogen werden. Die Natürlichkeit eines Brechungsszenarios wird hierbei anhand sogenannter Fine-Tuning Parameter quantifiziert. Es werden die Ergebnisse solcher Fits des mSUGRA Modells mit dem Programm Fittino präsentiert. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf das Verhalten der Fine-Tuning Parameter im bevorzugten Parameterraum vor und nach der Berücksichtigung der LHC-Ergebnisse gelegt.

T 50.2 Mo 17:00 ZHG 010

**Einfluss der ATLAS-Analyse "Search for squarks and gluinos using final states with jets and missing transverse momentum" auf den pMSSM-Parameterraum** — ●ANTONIA STRÜBIG — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Untersucht werden die Auswirkungen der ATLAS-Analyse "Search for squarks and gluinos using final states with jets and missing transverse momentum" auf 2 verschiedene Sets von pMSSM-Punkten aus der Studie "Supersymmetry without Prejudice". Eines mit einer Massenskala bis zu 1 TeV, das andere mit einer Massenskala, die bis zu 3 TeV reicht. Beide Sets wurden durch willkürliche Variation der 19 freien pMSSM-Parameter generiert. Für die Eventsimulation wurde PYTHIA benutzt und anschließend mit der Detektorsimulation DELPHES kombiniert. Es wird gezeigt, dass mit den aktuellen Ergebnissen der ATLAS-Analyse 99% der pMSSM-Punkte mit Massen bis zu 1 TeV ausgeschlossen werden können und bei den Punkten mit einer Massenskala bis zu 3 TeV können 87% ausgeschlossen werden. Die verschiedenen Eigenschaften der Punkte, die unterhalb der Ausschlussgrenze liegen, werden diskutiert und mögliche Ergänzungen zur bestehenden Analyse vorgeschlagen.

T 50.3 Mo 17:15 ZHG 010

**Einschränkungen auf den CMSSM Parameterraum aus der Kombination von kosmologischen und Beschleunigerdaten** — ●CONNY BESKIDT<sup>1</sup>, WIM DE BOER<sup>1</sup>, DMITRI KAZAKOV<sup>2</sup>, FEDOR RATNIKOV<sup>1</sup>, EVA ZIEBARTH<sup>1</sup> und VALERY ZHUKOV<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Karlsruhe Institute of Technology (IEKP), Karlsruhe, Germany — <sup>2</sup>JINR, ITEP, Moscow, Russia

Das eingeschränkte minimale supersymmetrische Standardmodell (CMSSM) besitzt vier freie Parameter und ein freies Vorzeichen, wobei zwischen den Parametern starke Korrelationen auftreten. Mit der Kenntnis dieser Korrelationen wird ein mehrstufiges Optimierungsverfahren entwickelt, welches den erlaubten Parameterbereich optimal erfasst, indem eine  $\chi^2$ -Funktion Schritt für Schritt minimiert wird und die Parameter, die die höchste Korrelation aufweisen, zuerst bestimmt werden. Die Daten, die für die Optimierung verwendet werden, sind die Relikt Dichte der dunklen Materie, b-physikalische Observablen, das anomale magnetische Moment des Myons und die obere Grenze auf den Neutralino-Nukleon Wirkungsquerschnitt. Zusätzlich gehen untere Massengrenzen auf das Higgs Boson und supersymmetrische Teilchen von LEP und neuste LHC Ergebnisse mit in die Optimierung ein. Mit dieser Optimierungsmethode und der Verwendung von nicht gaußverteilten systematischen Fehlern können Massen bis zu  $m_{1/2} = 400$  GeV ausgeschlossen werden für beliebige Werte von  $m_0$ . Dies entspricht eine untere Grenze der Gluino Massen von über 1 TeV.

T 50.4 Mo 17:30 ZHG 010

**Mitigation of the LHC Inverse Problem** — ●NICKI BORNHAUSER und MANUEL DREES — Physikalisches Institut und Bethe Center for Theoretical Physics der Universität Bonn

The LHC inverse problem describes the difficulties determining the parameters of an underlying theory from experimental data. If the LHC experiments find signals of new physics, and an underlying theory is assumed, could its parameters be determined uniquely, or do different parameter choices give the same experimental signature? This inverse problem was studied before for a supersymmetric standard model with 15 free parameters. This earlier study found 283 indistinguishable parameter choices, called degenerate pairs. We can dissolve 242 of those pairs by using mostly counting observables as a signature. The elimination of systematic errors would even allow separating the residual degeneracies. Taking the Standard Model background into account would increase the number of degenerate pairs only slightly.

T 50.5 Mo 17:45 ZHG 010

**Statistical Interpretation of CMS Search Results** — ●FELIX FRENCH — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

To be able to draw conclusion from physical results, one has to interpret them in a statistical way. This is especially true for High Energy Physics like experiments on the Large Hadron Collider at Cern in Genf. The treatment of systematic uncertainties is ambiguous and makes statistic approaches highly nontrivial. In this presentation different statistical methods will be introduced and the recommended (in both ATLAS and CMS experiments) "CLs" method will be motivated. The practical calculation of the expected and observed upper limit will be shown. By an example of a search for Supersymmetry different methods will be compared and resulting observed and expected upper limits will be discussed and interpreted.

T 50.6 Mo 18:00 ZHG 010

**Squarkmassenbestimmung an einem zukünftigen  $e^+e^-$  Linearbeschleuniger** — ●LARS WEUSTE<sup>1,2</sup> und FRANK SIMON<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München — <sup>2</sup>Excellence Cluster 'Universe', TU München, Garching

Supersymmetrie ist eine Erweiterung des Standardmodells, die viele neue Teilchen - u.a. links- und rechtshändige Squarks - postuliert. Wir betrachten ein Szenario, in dem die rechtshändigen Squarks fast ausschließlich in ihre Standardmodellpartner und das leichteste Neutralino ( $\tilde{q}_R \tilde{q}_R \rightarrow q\bar{q} + 2\chi_1^0$ ) zerfallen. Solche Ereignisse zeichnen sich durch zwei hochenergetische Jets und fehlende Energie aus.

Am geplanten Compact Linear Collider (CLIC), mit einer Schwerpunktsenergie von 3 TeV können Squarks bis zu einer Masse von fast 1.5 TeV direkt erzeugt werden und es wird möglich sein, sie genau zu studieren. Dieser Vortrag beschreibt, wie im Rahmen des Conceptual Design Reports die Squarkmasse mithilfe eines Template Fits der sogenannten  $M_C$  Verteilung bestimmt wurde. Diese liegt bei einem Wert von ca 1.12 TeV. Dazu ist es zunächst nötig, den Untergrund um mehr als 4 Größenordnungen mithilfe von Boosted Decision Trees zu unterdrücken. Abschliessend wird noch der Wirkungsquerschnitt der rechtshändigen Squarks bestimmt.

T 50.7 Mo 18:15 ZHG 010

**$\chi_1^\pm$  and  $\chi_2^0$  Separation as Performance Study for a Fast Detector Simulation at the ILC** — ●MADALINA CHERA<sup>1,2</sup>, MIKAEL BERGGREN<sup>1</sup>, and JENNY LIST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY Hamburg, Notkestr. 85 22607 — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Inst. f. Exp.-Physik, 22761 Hamburg

The physics program of the planned International Linear Collider (ILC) comprises very high precision measurements of phenomena beyond the Standard Model. The detector designs for the ILC have been particularly optimised for the concept of particle flow, using a GEANT4 based detector simulation. In order to obtain the large statistics for studying the physics reach of the ILC, the CPU runtime should

be reduced by employing a fast detector simulation.

This talk will describe the parametrisations derived to model the particle flow performance. To validate the fast simulation, a study case which challenges the particle flow reconstruction has been chosen, namely the chargino and neutralino pair production in a scenario where the  $\chi_1^\pm$  and  $\chi_2^0$  are heavy enough to decay into  $W^\pm\chi_1^0$  and  $Z\chi_1^0$  respectively. The separation of the two processes when the gauge bosons decay fully hadronically represents a challenge due to the crucial role played by the jet energy resolution. Fast and full simulation will be compared in terms of physics observables like the obtained mass and cross-section resolutions.

T 50.8 Mo 18:30 ZHG 010

**Direkte Suche nach supersymmetrischen Teilchen mit IceCube** — ●SANDRO KOPPER für die IceCube-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42097 Wuppertal

Supersymmetrie (SUSY) gilt heute als eine der favorisierten Erwei-

terungen des Standardmodells der Teilchenphysik (SM). In Modellen, die die R-Parität erhalten, ist der leichteste Superpartner (LSP) stabil. Wird die Symmetrie bei sehr hohen Energien gebrochen ( $\geq 10^{10}$  GeV) ist das LSP typischerweise ein Neutralino, wohingegen bei kleineren Brechungsskalen das Gravitino einen Kandidaten für das LSP liefert und das nächst-leichteste Teilchen (NLSP) oft ein geladenes sLepton, meistens ein rechtshändiges sTau ist. Liegt die Brechungsskala weit höher als  $\approx 1$  TeV, so ist der sTau-Zerfall stark unterdrückt und dessen Lebensdauer kann sehr groß werden. Hochenergetische Neutrinos könnten in Wechselwirkungen innerhalb der Erde sTau-Paare erzeugen, die dann weite Teile der Erde durchdringen und schließlich als Myon-ähnliche Doppelspuren in  $\text{km}^3$ -Tscherenkov-Neutrinoobservatorien wie IceCube direkt nachgewiesen werden. Vorgestellt wird der aktuelle Stand der Simulation, Datenselektion und Schnitte zur Untergrundunterdrückung, sowie Algorithmen zur Rekonstruktion solcher Doppelspur-Ereignisse in IceCube.

## T 51: Supersymmetrie 2

Zeit: Dienstag 16:45–19:15

Raum: ZHG 010

T 51.1 Di 16:45 ZHG 010

**Suche nach dem supersymmetrischen Partner des Top-Quark**

— VOLKER BÜSCHER, MARC HOHLFELD, TANJA HUPF, MATTHIAS LEUNGWITZ, CARSTEN MEYER, TIMO MÜLLER, ●JAN SCHÄFFER und EDUARD SIMIONI — Institut für Physik Mainz

Die Supersymmetrie (SUSY) ist eine vielversprechende Theorie zur Erweiterung des Standardmodells, welche bisher jedoch noch nicht nachgewiesen werden konnte. Durch bereits am LHC durchgeführte inklusive Suchen konnten untere Massengrenzen für zahlreiche SUSY-Teilchen bis ca. 1 TeV gesetzt werden.

Die Hauptgründe ein leichtes SUSY-Massenspektrum zu erwarten, sind zum einen die Lösung des Hierarchie-Problems, was zumindest einen leichten skalaren Partner des Top-Quarks erfordert, sowie die Erklärung der dunklen Materie, welche ein relativ leichtes LSP bevorzugt.

Dieser Vortrag beschreibt die Suche nach SUSY unter der Annahme, dass, außer dem skalaren Partner des Top-Quark ( $\tilde{t}$ ) und dem LSP ( $\tilde{\chi}_1^0$ ), alle SUSY-Teilchen sehr schwer sind. In diesem Fall bleibt als einzige Möglichkeit die direkte Paarproduktion von  $\tilde{t}\tilde{t}$  mit anschließendem Zerfall  $\tilde{t} \rightarrow c + \tilde{\chi}_1^0$ , der im Endzustand 2 Jets mit geringem Transversalimpuls und wenig fehlende Transversalenergie liefert. Die Analyse wurde mit den bisher vom ATLAS-Detektor am LHC genommenen Daten ( $4.8\text{fb}^{-1}$ ) durchgeführt. Es wurde eine neue Selektionsstrategie entwickelt, um das Signal auch bei kleinen Massendifferenzen zwischen  $\tilde{t}$  und  $\tilde{\chi}_1^0$  vom Untergrund trennen zu können.

T 51.2 Di 17:00 ZHG 010

**Prospects for ATLAS SUSY analysis with jets and missing  $E_T$  for 2012** — ●VALERIO CONSORTI — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

A new analysis designed to explore events with high jet multiplicity has been developed as extension of the ATLAS SUSY analysis presented at EPS conference. This study shows that extending the current analysis up to 5 and 6 jets + missing  $E_T$  final states, it is possible to increase the SM background rejection without losing signal acceptance for many SUSY models. A set of discriminating variables has been identified in order to distinguish the signal from the background. A dedicated studies about the background composition has been done for each channel and a strategy for the reduction of the QCD background has been developed.

T 51.3 Di 17:15 ZHG 010

**Estimation of the QCD background for searches for Supersymmetry in a channel with zero leptons** — ●KATHRIN STÖRIG<sup>1</sup>, SASCHA CARON<sup>1,2</sup>, and GREGOR HERTEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Freiburg — <sup>2</sup>University Nijmegen, Netherlands

Although large regions of the supersymmetric parameter space have been excluded by ATLAS in recent times, there are plenty of possible scenarios left. Searches, however, do not only need to become smarter, but also (systematic) uncertainties are to be reduced and background estimates improved. SUSY searches in general use *transfer functions*, determined from MC, to derive a background estimate from several

control regions. - Hereby, a crucial ingredient for SUSY searches without leptons is the precise estimation of the *QCD background*.

In this talk, a semi-data-driven method will be presented to estimate the QCD background by measuring the transfer functions directly. An important variable is the minimum angular separation between jets and the missing transverse energy ( $E_T^{\text{miss}}$ ), called  $\Delta\varphi_{\text{min}}(\text{jet}, E_T^{\text{miss}})$ . The transfer function is defined as the ratio of events with  $\Delta\varphi_{\text{min}} < 0.2$  (QCD enhanced) and  $\Delta\varphi_{\text{min}} > 0.4$  (signal region). It is evaluated as function of  $E_T^{\text{miss}}$  in two control regions. After subtracting the *non-QCD* background from data, the QCD transfer functions are fitted and the final numbers are extracted from an interpolation of the fit into the signal regions. The impact of several systematic uncertainties, e.g. the jet energy scale and pileup, will be discussed.

T 51.4 Di 17:30 ZHG 010

**Suche nach Ereignissen mit Photonen und fehlender transversaler Energie mit dem ATLAS Detektor** — ●MARTIN WILDT<sup>1,2</sup> und WOLFGANG EHRENFELD<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg — <sup>2</sup>DESY Hamburg

In Modellen mit ‘‘Gauge Mediated Supersymmetry Breaking’’ (GMSB) wird die Ereignistopologie an Collidern vor allem durch das zweitleichteste SUSY-Teilchen (NLSP) bestimmt, welches entweder das leichteste Neutralino oder ein Slepton sein kann. Das Neutralino zerfällt hauptsächlich in ein Photon und ein Gravitino.

In den Proton-Proton Kollisionen am Large Hadron Collider erwartet man im Falle eines Neutralino-NLSPs Ereignisse mit zwei hochenergetischen Photonen und fehlender transversaler Energie durch die nicht im Detektor nachweisbaren Gravitinos. In diesem Vortrag werden Studien dieser Ereignistopologie und deren Interpretation vorgestellt.

T 51.5 Di 17:45 ZHG 010

**Suche nach neuer Physik am CMS-Experiment im hadronischen Kanal mit Jets und fehlender Transversalenergie** — ●ARNE-RASMUS DRÄGER, CHRISTIAN AUTERMANN, PETER SCHLEPER, and JAN THOMSEN — Universität Hamburg

Es wird eine Suche nach Supersymmetrie mit R-Parität Erhaltung im vollhadronischen Endzustand vorgestellt. Als wichtigste Suchkriterien werden drei Jets mit transversalem Impuls  $P_T > 50$  GeV, eine große transversale Energie  $H_T = \sum_{\text{jets}} p_T$ , sowie fehlende transversale Energie ( $MHT$ ) verlangt und ein Veto gegen isolierte Leptonen im Endzustand. Die wichtigsten Standard Modell Untergründe sind QCD-Multijet,  $t\bar{t}$ ,  $w$ +Jets und  $Z \rightarrow \nu\bar{\nu}$  Ereignisse. Diese Untergründe wurden aus den Daten bestimmt. Im Fokus dieses Vortrages steht eine Methode zur Bestimmung des Untergrunds, der bei  $t\bar{t}$  und  $w$ +Jets Ergebnisse aufgrund nicht rekonstruierter oder nicht isolierter oder ausserhalb der Akzeptanz des Detektors liegender Elektronen oder Myonen besteht. Die Ergebnisse der Suche werden im Rahmen des CMSSM interpretiert.

T 51.6 Di 18:00 ZHG 010

**Suche nach SUSY im Photon und Jets Endzustand bei CMS** — ●MALTE HOFFMANN, ULLA GEBBERT, CHRISTIAN AUTERMAN und PETER SCHLEPER — Uni Hamburg, Deutschland

Die Suche nach Supersymmetrie (SUSY) ist ein wesentlicher Bestandteil der Suche nach neuer Physik am LHC. SUSY ist von besonderem Interesse, da sie mehrere Probleme des Standardmodells, wie beispielsweise das Hierarchieproblem, elegant lösen kann und zur Vereinigung der Kräfte bei hohen Energien führt. Wenn das leichteste SUSY-Teilchen unbeobachtet aus dem Detektor entkommt werden Ereignisse mit fehlendem Transversalimpuls erwartet. Die Signatur hängt jedoch auch vom zweitleichtesten Teilchen ab, da dieses unter anderem in seine Standardmodellpartner zerfällt. Die hier vorgestellte Analyse sucht nach Signaturen mit einem Photon und Jets und ist damit besonders sensitiv für Modelle, bei denen das zweitleichteste SUSY-Teilchen Bino- oder Wino-artig ist.

Eine Bestimmung des Untergrundes aus den Daten ist essentiell zur korrekten Deutung der Daten. Eine besondere Herausforderung ist dabei die Trennung zwischen Photonen, Jets und Elektronen. Die Ereignisse werden im Rahmen des GMSB-Modells interpretiert.

T 51.7 Di 18:15 ZHG 010

**SUSY Searches with  $b$ -Jets in the Final State with no Leptons at ATLAS** — ●MIRJAM FEHLING-KASCHEK, IACOPO VIVARELLI, and THOMAS BARBER — Physikalisches Institut, Universität Freiburg

Supersymmetry (SUSY) is one of the most theoretically promising candidates to solve some of the open questions within the Standard Model (SM). This analysis focuses on the gluino mediated and/or direct production of sbottom quarks. The decay of the sbottom quarks leads to  $b$ -quark jets in the final state. Furthermore, the event selection is based on events with large missing transverse energy, as R-Parity conserving SUSY models are assumed, and a high jet multiplicity.

This contribution will discuss results for a final state containing no lepton, missing transverse energy and  $b$ -jets using ATLAS data taken in 2010 and 2011 with a center of mass energy of  $\sqrt{s} = 7$  TeV.

T 51.8 Di 18:30 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in Endzuständen mit einem Lepton mit dem ATLAS-Experiment** — ●CARSTEN MEYER, VOLKER BÜSCHER, MARC HOHLFELD, TANJA HUPF, MATTHIAS LUNGWITZ, TIMO MÜLLER, JAN SCHÄFFER und EDUARD SIMIONI — Universität Mainz

Seit Frühjahr 2010 werden am Large-Hadron-Collider am CERN Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV durchgeführt und Daten genommen. Eines der Hauptanliegen besteht darin die Produktion supersymmetrischer Teilchen nachzuweisen bzw. neue Ausschlussgrenzen in verschiedenen SUSY-Modellen zu bestimmen.

Der dominante Produktionsprozess supersymmetrischer Teilchen an Hadron-Collidern ist die Erzeugung stark-wechselwirkender Squarks und Gluinos, welche wiederum über Kaskadenzerfälle in Standard-

Modell-Teilchen und das leichteste supersymmetrische Teilchen (LSP) zerfallen. Dies führt zu einem Endzustand mit mehreren Jets, fehlender Transversalenergie und - abhängig von der Zerfallskette - Leptonen.

In diesem Vortrag wird der aktuelle Stand der Suche nach Supersymmetrie mit einem Lepton im Endzustand bei einer integrierten Luminosität von ca.  $4.8 \text{ fb}^{-1}$  vorgestellt. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Bestimmung des  $W$ +Jets- und insbesondere des Top+Jets-Untergrundes, welcher eine ähnliche Topologie wie das Signal aufweist. Es werden verschiedene theoretische Unsicherheiten auf die Untergrunderwartung diskutiert und Wege vorgestellt, diese durch datenbasierte Methoden zu reduzieren.

T 51.9 Di 18:45 ZHG 010

**Verbesserungen im 1-lepton Kanal bei ATLAS SUSY Suchen durch die Verwendung der Form diskriminierender Verteilungen** — ●JEANETTE LORENZ, STEVEN BEALE, SEBASTIAN BECKER, JULIEN DE GRAAT, FEDERICA LEGGER, DOROTHEE SCHAILE, JOSEPHINE WITTKOWSKI und XUAI ZHUANG — Ludwig-Maximilians-Universität München

Im 1-Lepton Kanal bei ATLAS, LHC, wird nach SUSY Signaturen mit zumindest einem Muon oder Elektron, mehreren Jets und einer hohen fehlenden Transversalenergie gesucht. Bislang folgten die Analysen in diesem Kanal einer schnitt- und zählbasierten Strategie, jedoch wurde die Form von Verteilungen, die den Untergrund vom Signal abgrenzen, nicht ausgenutzt. Eine solche Variable ist beispielsweise die fehlende Transversalenergie. In diesem Vortrag wird untersucht, inwieweit die Analyse durch die Verwendung der Form der Verteilungen profitieren kann.

T 51.10 Di 19:00 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in 1-Lepton Endzuständen mit ATLAS** — VOLKER BÜSCHER, MARC HOHLFELD, TANJA HUPF, MATTHIAS LUNGWITZ, CARSTEN MEYER, ●TIMO MÜLLER, JAN SCHÄFFER und EDUARD SIMIONI — Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die nach einem erfolgreichen Betrieb des LHC im Jahr 2011 gelieferte Proton-Proton Datenmenge erweitert die Sensitivität auf supersymmetrische Prozesse jenseits bislang zugänglicher Parameterbereiche. Endzustände mit einem Lepton, mehreren hochenergetischen Jets sowie fehlender Transversalenergie bieten eine ausgezeichnete Möglichkeit potentielle supersymmetrische Signale von Prozessen des Standardmodells zu trennen.

Innerhalb dieses Vortrags werden Resultate der Suche nach Supersymmetrie in diesem Endzustand mit dem ATLAS Experiment vorgestellt. Dabei soll insbesondere auf die Optimierung neuer Signalregionen im Rahmen von Simplified Models sowie unter Berücksichtigung des mSUGRA-Modells eingegangen werden.

## T 52: Supersymmetrie 3

Zeit: Mittwoch 16:45–18:45

Raum: ZHG 010

T 52.1 Mi 16:45 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in Endzuständen mit Leptonen und Bjets am CMS-Experiment** — ALTAN ÇAKIR<sup>1</sup>, FRANCESCO COSTANZA<sup>1</sup>, DEAN HORTON<sup>1</sup>, DIRK KRÜCKER<sup>1</sup>, ISABELL MELZERPELLMANN<sup>1</sup>, ●NIKLAS PIETSCH<sup>2</sup>, ELIAS RON<sup>1</sup>, HANNES SCHETTNER<sup>2</sup>, PETER SCHLEPER<sup>2</sup> und MATTHIAS STEIN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Deutsches Elektron Synchrotron, Hamburg — <sup>2</sup>Universität Hamburg

Supersymmetrie impliziert die Existenz skalarer Quark Partner-Teilchen (Squarks) und eines Gluon Partner-Teilchens mit Spin  $S=1/2$  (Gluino). Typischerweise sind mindestens ein Top ( $\tilde{t}$ ) oder Bottom-Squark ( $\tilde{b}$ ) leichter als die Squarks der ersten und zweiten Generation, was darin resultieren kann, dass das Gluino mit einem grossen Verzweigungsverhältnis in  $\tilde{t}\tilde{t}$ - und/oder  $\tilde{b}\tilde{b}$ -Paare zerfällt. In Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV kann das zu einem Überschuss an Ereignissen mit hoher Bjet-Multiplizität führen. In diesem Vortrag werden Ergebnisse einer Suche nach Supersymmetrie in Endzuständen mit Leptonen und Bjets am CMS-Experiment vorgestellt. Analysiert wurden Daten einer integrierten Luminosität von  $L = 4,7 \text{ fb}^{-1}$ .

T 52.2 Mi 17:00 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie mit  $b$ -Jets und einem Lepton im Endzustand bei ATLAS** — ●STEFAN WINKELMANN, IACOPO VIVA-

RELLI und THOMAS BARBER — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Ziel dieser Analyse ist die Suche nach Hinweisen auf Physik jenseits des Standardmodells und gegebenenfalls die Formulierung von Ausschlussgrenzen mithilfe des ATLAS-Detektors am LHC. Dieser Studie werden SUSY-Modelle mit R-Paritätserhaltung zugrundegelegt, welche eine Untersuchung von Ereignissen mit Jets, fehlender transversaler Energie und Leptonen im Endzustand nahelegen. Innerhalb dieser Modelle ergeben sich Bereiche des Parameterraums, in denen die Produktion von  $b$ -Quarks bevorzugt ist. Dies motiviert die Untersuchung von Endzuständen, bei denen zusätzlich  $b$ -Jets nachgewiesen werden. Von speziellem Interesse ist die Produktion von Stops, den supersymmetrischen Partnern der Top-Quarks, welche durch direkte Stop-Paarproduktion und via Gluinos erzeugt werden können. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Arbeit ist die Untersuchung und das quantitative Verständnis aller relevanten Standardmodell-Untergründe. Hierfür werden datenbasierte Untergrundbestimmungsmethoden entweder neben oder in Kombination mit Monte-Carlo-basierten Methoden angewandt. Gezeigt werden Ergebnisse auf Grundlage der ATLAS-Daten mit Schwerpunktsenergie von 7 TeV.

T 52.3 Mi 17:15 ZHG 010

**Direct stop production searches in lepton and  $b$ -jet final states with the ATLAS Detector** — ●FRANCESCA CONSIGLIA UNGARO, THOMAS BARBER, CLAUDIA GIULIANI, IACOPO VIVARELLI, STE-

FAN WINKELMANN, and KARL JAKOBS — Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland

Since the beginning of the LHC data taking, many efforts have been dedicated to Supersymmetry (SUSY) searches, one of the most promising theories extending the Standard Model. Due to large mixing between generations, scenarios are possible in which the 3rd generation squarks are light, and therefore produced copiously at the LHC. Searches for these scenarios have recently gained sensitivity due to the increase in data collected by the ATLAS experiment.

In this contribution I will discuss the results of direct stop pair production searches, performed on the data collected by ATLAS in 2011 at a center of mass energy of  $\sqrt{s} = 7$  TeV. I will focus on events containing missing transverse energy, due to the presence in the final state of the lightest SUSY particle (LSP), one or two leptons and b-tagged jets, a crucial requirement for background suppression.

T 52.4 Mi 17:30 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in Dilepton-Endzuständen mit dem ATLAS-Experiment** — VOLKER BÜSCHER, MARC HOHLFELD, TANJA HUPF, •MATTHIAS LUNGWITZ, CARSTEN MEYER, TIMO MÜLLER, JAN SCHÄFFER und EDUARD SIMIONI — Institut für Physik, Universität Mainz

Eines der wesentlichen Ziele des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf ist die Suche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells. Im Jahr 2011 wurden dazu am LHC Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV durchgeführt und eine integrierte Luminosität von  $4.8\text{fb}^{-1}$  aufgezeichnet. Die gewonnenen Daten ermöglichen es, eine der vielversprechendsten Theorien jenseits bisher erreichter Grenzen zu testen: Die Supersymmetrie (SUSY).

Endzustände in SUSY-Ereignissen am LHC sind gekennzeichnet durch hochenergetische Jets und erhebliche fehlende Transversalenergie. Die zusätzliche Forderung nach Ereignissen mit hochenergetischen Leptonen vereinfacht das Kontrollieren der Untergründe.

Der Vortrag präsentiert Ergebnisse des ATLAS-Experimentes zur Suche nach SUSY im Dilepton-Kanal. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Interpretation der Suche innerhalb des GMSB-Szenarios. In GMSB wird die SUSY-Brechung durch Eichfelder vermittelt, was eine interessante Alternative zur Brechung durch die Gravitation darstellt und als Benchmark-Szenario bereits bei LEP und am Tevatron getestet wurde. Der Vortrag zeigt die Ergebnisse einer entsprechenden Optimierung sowie den aktuellen Stand der Analyse.

T 52.5 Mi 17:45 ZHG 010

**Untersuchung von Dilepton-Triggern für SUSY Ereignisse mit zwei oder mehr Leptonen mit ATLAS am LHC** — •JOSEPHINE WITTKOWSKI, SEBASTIAN BECKER, STEVEN BEALE, JULIEN DE GRAAT, FEDERICA LEGGER, JEANETTE LORENZ, DOROTHEE SCHAILE und XUAI ZHUANG — Ludwig-Maximilians-Universität München

Ereignisse mit mindestens zwei Leptonen im Endzustand erhält man über die theoretisch mögliche, direkte Produktion von Gauginos. Sie beinhalten eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Entdeckung von Supersymmetrie. Für die Analyse dieser Ereignisse werden momentan single- und zwei-Lepton-Trigger kombiniert. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Berechnung von Effizienzen für Elektron-Elektron- und Elektron-Muon-Trigger vorgestellt. Diese werden mithilfe der 'Tag and Probe'-Methode aus aufgezeichneten LHC-Daten abgeleitet. Für die MonteCarlo-Produktion soll die Trigger-Entscheidung nicht mehr simuliert, sondern durch Gewichtungsfaktoren aus zuvor berechneten

Effizienzen ersetzt werden. Man erhält somit eine höhere Statistik für simulierte Ereignisse.

T 52.6 Mi 18:00 ZHG 010

**ATLAS SUSY searches in 2-lepton channels and data-driven method to estimate the diboson Standard Model background** — •JANET DIETRICH, MIKE MEDINNIS, and KLAUS MÖNIG — Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)

The search for physics beyond the Standard Model (BSM) is one of the most important goals of the general purpose detector ATLAS at the Large Hadron Collider at CERN. An example of a possible BSM scenario is provided by R-parity conserving supersymmetric (SUSY) models in which heavy particles are pair-produced and subsequently undergo cascade decays resulting in leptons, hadronic jets and large missing transverse energy ( $E_T^{miss}$ ).

In this talk we present the search strategies for supersymmetric particles decaying into final states with  $E_T^{miss}$  and exactly two isolated leptons. The results are based on the analysis of a data sample with a corresponding integrated luminosity of about  $5\text{fb}^{-1}$  collected by the ATLAS experiment.

One of the dominant irreducible Standard Model backgrounds with a similar search signature as the studied 2-lepton SUSY signals is the diboson + jets production where both bosons decay leptonically. We present a procedure to estimate this background and its systematic uncertainties using a combination of data and simulated events.

T 52.7 Mi 18:15 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie mit CMS in Ereignissen mit gegensätzlich geladenen Leptonen** — •DANIEL SPRENGER<sup>1</sup>, MATTHIAS EDELHOFF<sup>1</sup>, NIKLAS MOHR<sup>2</sup> und LUTZ FELD<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>ETH Zürich

Zur Suche nach Supersymmetrie wird das Spektrum der invarianten Masse von Leptonpaaren in mit dem CMS-Experiment aufgenommenen dilepton-Ereignissen untersucht. Es werden zwei gegensätzlich geladene Leptonen, Aktivität im Kalorimeter und fehlende transversale Energie gefordert. Die Form der invarianten Massenverteilung aufgrund verschiedener Standardmodell-Prozesse wird mit einer datenbasierten Methode vorhergesagt, und nach Abweichungen in Form einer Massenkante, wie sie für einen Zerfall von Neutralinos in Leptonen charakteristisch ist, wird gesucht. Schließlich werden die ermittelten Ergebnisse auf Konsistenz mit den Standardmodell-Erwartungen geprüft.

T 52.8 Mi 18:30 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in der Zwei-Lepton-Signatur der elektroschwachen Chargino-Chargino-Produktion** — •THORSTEN SERR, WIM DE BOER, FEDOR RATNIKOV, MARTIN NIEGEL, STEFAN WAYAND, FELIX FRENSCH und SIMON LEMAIRE — KIT, Institut für Experimentelle Kernphysik

Der LHC ist nun seit Frühjahr 2010 in Betrieb und hat seither eine Datenmenge von ca.  $5\text{fb}^{-1}$  bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV aufgenommen. Bis jetzt wurden noch keine Hinweise auf supersymmetrische Prozesse gefunden, allerdings konnte der Parameterraum durch die Daten weiter eingeschränkt werden, vor allem in Bereichen in denen die Produktion durch die starke Wechselwirkung dominiert wird. Bei hohen Squark Massen wird die elektroschwache Produktion von Gauginos jedoch dominant. Hier werden jedoch andere Signaturen wichtig, denn die fehlenden Energie und die Anzahl der Jets im Endzustand sind deutlich reduziert. Im Vortrag wird nun eine Analyse motiviert und präsentiert, die auf die Chargino-Paarproduktion optimiert wurde.

## T 53: Supersymmetrie 4

Zeit: Donnerstag 16:45–18:30

Raum: ZHG 010

T 53.1 Do 16:45 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in Ereignissen mit drei Leptonen mit ATLAS am LHC** — •JULIEN DE GRAAT, STEVEN BEALE, SEBASTIAN BECKER, FEDERICA LEGGER, JEANETTE LORENZ, DOROTHEE SCHAILE, JOSEPHINE WITTKOWSKI und XUAI ZHUANG — Ludwig-Maximilians-Universität München

Eine mögliche SUSY-Signatur sind Endzustände mit drei oder mehr Leptonen. Ereignisse mit drei oder mehr Leptonen werden in Daten

des ATLAS-Detektors am LHC detailliert auf ihre Eigenschaften untersucht. Insbesondere ein gutes Verständnis der Untergrundprozesse ist von zentraler Bedeutung, da im Standardmodell Prozesse mit drei echten Leptonen selten sind und häufig mindestens eines der drei rekonstruierten Leptonen fehlrekonstruiert ist oder aus einem Jet stammt. Zu diesem Zweck wird die Zusammensetzung der wichtigsten Untergrundprozesse in Monte Carlo Simulationen analysiert und zur Identifikation geeigneter Kontrollregionen bei der Untergrundbestimmung

aus Daten verwendet.

T 53.2 Do 17:00 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie in multileptonischen Endzuständen** — VOLKER BÜSCHER, MARC HOHLFELD, •TANJA HUPF, MATTHIAS LUNGWITZ, CARSTEN MEYER, TIMO MÜLLER, JAN SCHÄFFER und EDUARD SIMIONI — Institut für Physik Mainz

Am Large-Hadron-Collider am CERN werden seit Frühjahr 2010 Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV durchgeführt. Dabei wurde bisher  $4.8 fb^{-1}$  an Daten genommen. Ein Fokus der Datenauswertung ist die Suche nach supersymmetrischen Teilchen. Um ein möglichst breites Spektrum an Modellen abzudecken, werden Suchen in vielen verschiedenen Endzuständen, insbesondere mit verschiedener Anzahl von Leptonen, durchgeführt. Der Schwerpunkt der im Vortrag vorgestellten Analyse ist der Multilepton-Endzustand mit drei beziehungsweise vier Leptonen, Jets und fehlender Transversalenergie. Dieser Endzustand ist sehr vielversprechend, da sich ein Signal sehr gut von dem vergleichsweise geringen Untergrund trennen lässt. Eine Suche in diesem Endzustand hat eine besonders hohe Sensitivität, wenn Sleptonen in der Zerfallskaskade auftreten, da pro Slepton immer zwei Leptonen erzeugt werden. Dies ist z.B. im GMSB (Gauge Mediated Supersymmetry Breaking) Modell der Fall, wenn das Slepton das nachst-leichteste supersymmetrische Teilchen ist. In diesem Vortrag wird der aktuelle Stand einer Analyse präsentiert, die auf Endzustände mit 3 und 4 Leptonen optimiert ist und insbesondere GMSB-Modelle weit jenseits existierender Grenzen testen kann.

T 53.3 Do 17:15 ZHG 010

**Suche nach supersymmetrischen Multilepton-Signaturen am LHC** — •STEFAN WAYAND, WIM DE BOER, FEDOR RATNIKOV, MARTIN NIEGEL, DANIEL TRÖNDLE, SIMON LEMAIRE, THORSTEN SERR und FELIX FRENSCH — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT  
Multileptonische Signaturen, basierend auf einer integrierten Luminosität von  $L=4.7 fb^{-1}$  bei  $\sqrt{s}=7$  TeV pp Kollisionen, werden benutzt, um Parameterbereiche in Supersymmetrischen Modellen auszuschließen, sowohl für das CMSSM Modell mit und ohne R-Paritätserhaltung, als auch für Modelle, bei denen die sLeptonen co-NLSPs sind. Die analysierten Daten wurden mit dem CMS Experiment am LHC im Jahr 2011 aufgenommen. Verschiedene exklusive multileptonische Signaturen mit mindestens 3 Leptonen (Myonen, Elektronen, Tau-Leptonen) im Endzustand werden getestet und kombiniert. Der bereits geringe Standard Modell Untergrund, welcher durch auf Daten basierenden Techniken bestimmt wird, kann durch Bedingungen an die fehlende transversale Energie, inkonsistente invariante Masse der Leptonen mit der Masse des Z-Bosons und/oder hoher Jet-Aktivität weiter unterdrückt werden. Durch die Kombination der unterschiedlichen Signaturen können bisher unerreichte Regionen des Parameterraumes ausgeschlossen werden.

T 53.4 Do 17:30 ZHG 010

**Modellunabhängige Suche nach Supersymmetrie im trileptonischen Endzustand mit dem DØ-Experiment** — •JASON MANSOUR<sup>1</sup>, CARSTEN HENSEL<sup>1</sup>, MANDY ROMINSKY<sup>2</sup>, IOANNIS KATSANOS<sup>3</sup> und MICHAEL EADS<sup>3</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Göttingen — <sup>2</sup>University of Nebraska, USA — <sup>3</sup>Fermilab, USA

Da das allgemeinste Brechungsszenario im MSSM 120 neue Parameter enthält, betrachtet man in der Regel speziellere Modelle wie beispielsweise mSUGRA, die durch eine Reihe von plausiblen Annahmen die Parameterzahl verringern. Innerhalb eines Modells stehen Wirkungsquerschnitte und Verzweigungsverhältnisse verschiedener Superpartner miteinander in Beziehung, wodurch sich Ausschlussgrenzen von einem Kanal auf einen anderen übertragen lassen.

Werden einige der Modellannahmen aufgeweicht, lässt sich eine weniger modellabhängige Suche durchführen. In diesem Fall stellen Suchen im starken (Squarks, Gluinos) und schwachen Sektor (Charginos, Neutralinos) zwei unabhängige Beobachtungen dar. Ausschlussgrenzen werden nicht mehr als Funktion von Parametern an der Vereinigungsskala ( $m_0, m_{1/2}$ ), sondern in Abhängigkeit von Observablen wie Neutralino- und Charginomassen dargestellt.

Wir präsentieren eine Suche nach der Produktion von Charginos

und Neutralinos in  $p\bar{p}$ -Kollisionen bei  $\sqrt{s} = 1.96$  TeV, mit dem finalen Datensatz des DØ-Experiments, im Endzustand dreier Leptonen und fehlender transversaler Energie. Besonderes Augenmerk wird auf eine modellunabhängige Interpretation der Ergebnisse gelegt, sowie auf einen Beitrag zu globalen Fits wie dem Fittino-Projekt.

T 53.5 Do 17:45 ZHG 010

**Suche nach resonanter RPV-Slepton Produktion im  $2\mu + 2$ Jets Endzustand mit CMS** — •MATTHIAS ENDRES, THOMAS HEBBEKER, LARS SONNENSCHNEIN, DANIEL TEYSSIER und MARTIN WEBER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Die meisten minimal-supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells nutzen die R-Parität als Erhaltungsgröße. Diese wurde eingeführt, um auf einfache Art und Weise Protonzerfälle zu verhindern. Es lassen sich aber R-Paritäts-verletzende Szenarien finden, die die Lepton- oder Baryonenzahl verletzen und trotzdem Protonstabilität gewährleisten. Die so ermöglichten Kopplungen der supersymmetrischen Teilchen an Teilchen des Standardmodells werden beschrieben durch die Parameter  $\lambda_{ijk}, \lambda'_{ijk}$  und  $\lambda''_{ijk}$ .

Der Vortrag zeigt die Suche nach Sleptonen, die über die Kopplung  $\lambda'_{211}$  resonant erzeugt werden und anschließend erneut R-Paritäts-verletzend zerfallen. Dabei liegt der Fokus auf dem Zerfall in zwei Myonen und zwei Jets. Durch die Forderung von zwei gleich geladenen Myonen wird der dominierende Z-Untergrund deutlich reduziert und die Sensitivität für eine Entdeckung erhöht. Benutzt werden Daten, die 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV vom CMS-Experiment aufgezeichnet wurden ( $4.7/fb$ ).

T 53.6 Do 18:00 ZHG 010

**Suche nach R-Parität verletzender Supersymmetrie mit Smyon LSP mit dem CMS Detektor** — •ANDREAS GÜTH, THOMAS HEBBEKER, ARND MEYER, MARKUS RADZIEJ, LARS SONNENSCHNEIN und MARTIN WEBER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

In supersymmetrischen Modellen, welche die Erhaltung der R-Parität nicht voraussetzen, können elektrisch geladene Sleptonen als leichteste supersymmetrische Teilchen (LSP) auftreten. Das MSSM ohne R-Paritätserhaltung enthält Leptonzahl verletzende Beiträge zum Superpotential:  $W_{LNV} = \frac{1}{2}\lambda_{ijk}L_iL_j\bar{E}_k + \lambda'_{ijk}L_iQ_j\bar{D}_k + \kappa_iL_iH_2$ . In Szenarien mit einem Leptonen und Sleptonen verknüpfenden  $LL\bar{E}$  Operator und dominanter Kopplung  $\lambda_{132} \gtrsim \mathcal{O}(10^{-2})$  existieren Bereiche des mSUGRA-Parameterraums mit dem rechtschiralen Smyon als LSP.

Am LHC führen solche Modelle in der paarweisen Produktion supersymmetrischer Teilchen häufig zu Kaskaden, an deren Ende das Smyon leptonisch zerfällt. Als Signatur ergeben sich Ereignisse mit mindestens drei geladenen Leptonen und fehlender transversaler Energie sowie mehreren Jets, die einen geringen Untergrund aus Standardmodellprozessen aufweisen. Der Status der Suche in diesem Endzustand mit dem CMS Detektor und vorläufige Resultate basierend auf dem vollständigen in 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV aufgezeichneten Datensatz werden präsentiert.

T 53.7 Do 18:15 ZHG 010

**Suche nach R-paritätsverletzender Supersymmetrie mit Stau-LSP bei ATLAS** — •ROBERT ZIMMERMANN<sup>1</sup> und MICHAEL FLOWERDEW<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München

Supersymmetrie (SUSY) gilt als vielversprechende Erweiterung des Standardmodells. Beim ATLAS-Experiment wird in zahlreichen Analysen nach SUSY gesucht. Diese basieren allerdings meistens auf Modellen mit erhaltener R-Parität, welche ein stabiles leichtestes supersymmetrisches Teilchen (LSP) vorhersagen. Ein ungeladenes, stabiles LSP gilt als ein guter Kandidat für Dunkle Materie. Demgegenüber zerfällt das LSP in R-paritätsverletzenden (RPV) Modellen, so dass ein geladenes LSP erlaubt ist. Ein skalares Tau-Lepton (Stau) ist dabei als LSP genauso gut motiviert wie das Neutralino. Der Vortrag zeigt den aktuellen Stand einer Suche nach RPV-SUSY mit Stau-LSP mit den LHC-Daten von 2011.

T 54: Supersymmetrie 5

Zeit: Freitag 8:45–10:30

Raum: ZHG 010

T 54.1 Fr 8:45 ZHG 010

**Suche nach SuperSymmetrie in Endzuständen mit Tau-Leptonen** — ●MATTHIAS EDELHOFF<sup>1</sup>, LUTZ FELD<sup>1</sup>, NIKLAS MOHR<sup>2</sup> und DANIEL SPRENGER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut B, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>ETH Zürich

Es wird eine Suche nach supersymmetrischen Endzuständen mit zwei entgegengesetzt geladenen Leptonen vorgestellt, bei denen zumindest eines ein hadronisch zerfallendes Tau-Lepton ist. Durch die zusätzlichen Tau-Kanäle kann nicht nur die Reichweite von Suchen mit leichten Leptonen vergrößert werden, sondern es können auch ansonsten schwer zugängliche Bereiche des MSSM-Parameterraums betrachtet werden. Neben der Forderung nach zwei Leptonen wird bei dieser Suche sowohl die Messung fehlender transversaler Energie als auch hoher hadronischer Aktivität herangezogen, um den Standardmodelluntergrund zu reduzieren.

T 54.2 Fr 9:00 ZHG 010

**Suche nach Supersymmetrie mit einem Tau-Lepton, Myon, Jets und fehlender transversaler Energie** — PHILIP BECHTLE, KLAUS DESCH, ●TILL NATTERMANN, STEFFEN SCHAEPE und PETER WIENEMANN — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Die Suche nach supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells (SUSY) ist ein wichtiger Bestandteil des Physikprogramms des ATLAS-Experiments am LHC. Tau-Leptonen sind in vielen Modellen eine wichtige Signatur, allerdings macht ihr Zerfall die Rekonstruktion zu einer schwierigen experimentellen Herausforderung, die auf eine Identifikation hadronisch zerfallender Taus abzielt. Rein hadronische Endzustände weisen am LHC allerdings große Beiträge durch Untergrund auf. Ereignisse in denen ein Tau hadronisch und ein Tau in ein Myon zerfällt zeigen jedoch gute Eigenschaften zur Unterdrückung von Untergrund sowie großes Entdeckungspotenzial für Tau-reiche SUSY-Szenarien. Der Vortrag stellt aktuelle Ergebnisse zur Suche nach diesem Endzustand und eine Interpretation der Ergebnisse in einem GMSB-SUSY-Modell vor.

T 54.3 Fr 9:15 ZHG 010

**Inklusive Suche nach Supersymmetrie in  $\tau$ -Leptonenzuständen am ATLAS Experiment** — ●MICHEL JANUS<sup>1</sup>, FELIX BÜHRER<sup>1</sup>, JOCHEN DINGFELDER<sup>2</sup> und MICHAEL MAZUR<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Freiburg — <sup>2</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn

Kanäle mit  $\tau$ -Leptonen im Endzustand können eine wichtige Rolle bei der Suche nach neuen Physikphänomenen am LHC spielen. Supersymmetrische Modelle, wie z.B. GMSB, sagen über weite Bereiche ihres Parameterraumes eine verstärkte Kopplung der supersymmetrischen Teilchen und die dritte Familie des Standardmodells voraus.

Bei solch einer Suche nach neuer Physik stellt die Unterscheidung zwischen hadronisch zerfallenden  $\tau$ -Leptonen und Jets aus QCD-Prozessen, aufgrund des großen Wirkungsquerschnittes für QCD Prozesse, eine Herausforderung dar. Methoden zur Unterdrückung des QCD-Untergrundes und Untergründen mit echten  $\tau$ -Leptonen werden diskutiert. Ausserdem werden Ergebnisse dieser SUSY-Suche in aktuellen ATLAS-Daten präsentiert.

T 54.4 Fr 9:30 ZHG 010

**Abschätzung der Untergründe von  $W$ +Jets, Top-Quark und QCD-Multijet Produktion in einer Suche nach Supersymmetrie mit Tau-Leptonen am ATLAS-Experiment** — ●FELIX BÜHRER<sup>1</sup>, MICHEL JANUS<sup>2</sup>, MICHAEL MAZUR<sup>2</sup>, KARL JAKOBS<sup>1</sup> und JOCHEN DINGFELDER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Freiburg — <sup>2</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn

Für die Suche nach Supersymmetrie am LHC sind Endzustände mit Tau-Leptonen durch die stärkere Kopplung an die dritte Generation für große Teile des Parameterraums mit großem Interesse. Im Rahmen einer Suche nach Supersymmetrie mit mindestens einem Tau-Lepton im Endzustand werden Methoden vorgestellt, um die Untergründe von  $W$ +Jets, Top-Quarks und QCD-Multijet Produktion zu bestimmen. Der Zerfall von  $W$ -Bosonen bildet den dominanten Untergrund dieser Suche, wobei  $W$ -Bosonen direkt produziert werden können oder als Zerfallsprodukte von Top-Quarks auftauchen. Diese beiden Beiträge werden getrennt abgeschätzt. Es wird erwartet, dass der Untergrund

von QCD-Multijet Produktion klein ist im Vergleich zu den restlichen betrachteten Untergründen. Um unabhängig von der Monte-Carlo Simulation zu sein wird dessen Größenordnung jedoch ebenfalls mit einer datengestützten Methode abgeschätzt.

T 54.5 Fr 9:45 ZHG 010

**Search for supersymmetry with jets, missing transverse momentum, and two or more taus with the ATLAS detector** — PHILIP BECHTLE<sup>1</sup>, KLAUS DESCH<sup>1</sup>, DÖRTHE KENNEDY<sup>2</sup>, TILL NATTERMANN<sup>1</sup>, ●STEFFEN SCHAEPE<sup>1</sup>, and PETER WIENEMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>DESY, Hamburg

In many SUSY breaking scenarios, taus play an important role either due to their mass or their couplings to other SUSY and Standard Model particles. Moreover only very few Standard Model processes can produce final states containing multiple taus and large missing energy.

In this talk status and perspectives of the search for SUSY with two tau final states with the ATLAS detector will be presented.

A search for di-tau events with large missing transverse momentum and jets has been performed using 2.05 fb<sup>-1</sup> of proton-proton collision data at  $\sqrt{s} = 7$  TeV recorded with the ATLAS detector. No excess of events was observed above the Standard Model prediction and 95 % Confidence Level upper limits are set on the production cross section for new physics in the context of a minimal model of gauge-mediated SUSY breaking (GMSB). These limits provide the most stringent tests of these models to date.

This search targeted at strong production and was hence employing a trigger on high  $p_T$  jets and large missing transverse energy. The extension of this search to other SUSY breaking mechanisms employing other triggers will be discussed and an update on the GMSB search will be given.

T 54.6 Fr 10:00 ZHG 010

**Search for supersymmetry with jets, missing transverse momentum, and two or more taus with the ATLAS detector** — WOLFGANG EHRENFELD<sup>1</sup>, ●DÖRTHE KENNEDY<sup>1,2</sup>, and STEFFEN SCHAEPE<sup>3</sup> — <sup>1</sup>DESY Hamburg — <sup>2</sup>Universität Hamburg — <sup>3</sup>Universität Bonn

Gauge Mediated Supersymmetry Breaking (GMSB) models provide an interesting alternative to the well known mSUGRA breaking mechanism. Due to the sole coupling of the NLSP to the LSP the phenomenology is highly determined by the mass hierarchy. Since in a great part of the parameter space the stau is the NLSP final states containing up to four taus are to be expected.

In this talk, a search for ditau events with large missing transverse momentum and jets using 2 fb<sup>-1</sup> of proton-proton collision data at  $\sqrt{s} = 7$  TeV recorded with the ATLAS detector will be presented. No excess of events was observed above the Standard Model prediction and 95 % Confidence Level (CL) limits are set on the production cross section and on the GMSB breaking scale  $\Lambda$  independent of  $\tan\beta$ .

T 54.7 Fr 10:15 ZHG 010

**Suche nach dem Zerfall  $\tilde{\chi}_1^0 \rightarrow \mu + \tau + \nu$  im MSSM mit bilinear gebrochener  $R$ -Parität mit dem ATLAS-Detektor** — RAIMUND STRÖHMER, ANDREAS REDELBACH und ●MANUEL SCHREYER — Physikalisches Institut, Universität Würzburg

Im hier betrachteten Modell wird das Superpotential des MSSM um einen bilinearen Term ergänzt, der die  $R$ -Parität explizit bricht. Dadurch ist die Leptonenzahl nicht erhalten, es kommt zu Mischungen zwischen Neutralinos und Neutrinos. Dies liefert eine mögliche Erklärung für die Massendifferenzen und Mischungswinkel der Neutrinos, die aus der Beobachtung der Neutrinooszillationen folgen. Da die  $R$ -paritätsverletzenden Terme ebenso für den Zerfall des LSP verantwortlich sind, lassen sich Zusammenhänge zwischen den Neutrino Parametern und den Zerfalleigenschaften herstellen.

In dieser Analyse wird insbesondere der Zerfall des leichtesten Neutralinos in ein Myon, ein Tau-Lepton und ein Neutrino betrachtet. Verschiedene Variablen zur Unterscheidung von Signal und Untergrund werden untersucht und eine Optimierung des Signal-Hintergrund-Verhältnisses durchgeführt. Ein Vergleich mit 2 fb<sup>-1</sup> Messdaten, die vom ATLAS-Detektor im Jahr 2011 aufgezeichnet wurden, liefert Aussagen über den möglichen Wertebereich für die Parameter des Modells.

T 55: Suche nach neuer Physik 1

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 101

T 55.1 Mi 16:45 ZHG 101

**Suche nach schweren geladenen Eichbosonen im Zerfallskanal  $W' \rightarrow \mu\nu$  mit CMS** — ●MARK OLSCHESKI, THOMAS HEBBEKER, KERSTIN HOEPFNER, SIMON KNUTZEN, FABIAN SCHNEIDER, JAN-FREDERIK SCHULTE und SEBASTIAN THÜER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Das CMS-Experiment ermöglicht die Suche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells. Eine Reihe gut motivierter Erweiterungen, z.B. links-rechts-symmetrische Modelle oder Little-Higgs-Modelle, postulieren ein schweres geladenes Eichboson, genannt  $W'$ .

Ein solches Boson kann unter anderem in ein geladenes Lepton und ein Neutrino zerfallen, wobei die Kopplungsstärke vom jeweiligen Modell abhängt. Abhängig davon, wie das  $W'$  mit links- und rechtshändigen Teilchen wechselwirkt, müssen Interferenzterme der Matrixelemente berücksichtigt werden.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Analyse des Myonkanals präsentiert. Hierfür wurden Daten entsprechend einer Luminosität von  $4.7 \text{ fb}^{-1}$  ausgewertet. Insbesondere wird die Möglichkeit einer von der des Standardmodell-W verschiedenen Kopplungsstärke des  $W'$ , sowohl für links- als auch für rechtshändige Teilchen, untersucht.

T 55.2 Mi 17:00 ZHG 101

**Suche nach schweren geladenen Eichbosonen im Zerfallskanal  $W' \rightarrow e\nu$  mit CMS** — ●JAN-FREDERIK SCHULTE, THOMAS HEBBEKER, KERSTIN HOEPFNER, SIMON KNUTZEN, MARK OLSCHESKI und SEBASTIAN THÜER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Ein neues, schweres geladenes Eichboson  $W'$  wird von vielen Erweiterungen des Standard Modells der Teilchenphysik vorhergesagt. Im Referenzmodell nach Altarelli et al. wird es beschrieben als schwerere Kopie des bekannten W-Bosons, mit den gleichen Kopplungen an Fermionen. Zusätzlich wird die Interferenz zwischen W- und  $W'$ -Boson studiert. Mit der großen Anzahl gemessener Proton-Proton-Kollisionen mit 7 TeV Schwerpunktsenergie im Jahr 2011 ermöglicht es der LHC, die Suche zu höheren Massen zu erweitern.

Ein besonders sensitiver Kanal für die Entdeckung eines  $W'$ -Bosons mit den genannten Eigenschaften ist der Zerfall  $W' \rightarrow e\nu$ . Dieser hat eine klare Signatur mit einem hochenergetischem Elektron und hoher fehlender Transversalenergie.

Präsentiert wird das Ergebnis der Suche im Zerfallskanal  $W' \rightarrow e\nu$  in  $4.7 \text{ fb}^{-1}$  LHC-Daten, die mit dem CMS-Detektor aufgezeichnet wurden.

T 55.3 Mi 17:15 ZHG 101

**Untergrundstudien zur Suche eines schweren Eichbosons im Zerfallskanal  $W' \rightarrow e\nu$  am ATLAS-Experiment** — FRANK ELLINGHAUS, CHRISTIAN SCHRÖDER, ●NATASCHA SCHUH und STEFAN TAPPROGGE — Institut für Physik, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Der Large Hadron Collider wurde konzipiert, um u.a. anhand von pp-Kollisionen das bisher experimentell bestätigte Standardmodell der Teilchenphysik (SM) bei deutlich höheren Schwerpunktsenergien zu prüfen. Viele Modelle, die das SM erweitern und neue Physik vorausagen, beinhalten außerdem zusätzliche, massive Eichbosonen, wie das sogenannte  $W'$ .

Dieser Vortrag befasst sich mit der Suche nach einem solchen  $W'$ -Boson, wobei vorrangig der leptonische Zerfallskanal des  $W'$  in ein Elektron und ein Neutrino, d.h.  $W' \rightarrow e\nu$ , betrachtet werden soll. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Verständnis des Untergrundes, der einer der größten Ungenauigkeiten der Messung darstellt. In diesem Vortrag werden die einzelnen Systematiken sowie die verschiedenen Methoden zur Untergrundbestimmung und -unterdrückung vorgestellt und anhand der im Jahr 2011 am ATLAS-Experiment bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  genommenen Daten veranschaulicht. Im Besonderen wird hierbei auf den QCD-Untergrund eingegangen, der, aufgrund seines großen Wirkungsquerschnittes und der hohen Unterdrückung, eine besondere Rolle einnimmt.

T 55.4 Mi 17:30 ZHG 101

**Suche nach einem schweren Eichboson im Zerfallskanal  $W' \rightarrow e\nu$  am ATLAS-Experiment** — FRANK ELLINGHAUS, ●CHRISTIAN SCHRÖDER und STEFAN TAPPROGGE — Institut für Physik, Johannes-

Gutenberg-Universität Mainz

Einige Erweiterungen des Standardmodell der Teilchenphysik sagen bisher nicht entdeckte Teilchen voraus, welche an den Experimenten des Large Hadron Collider (LHC) am CERN, u. a. dem ATLAS-Experiment, nachgewiesen werden sollen. Eines dieser möglichen Teilchen ist ein geladenes, schweres Eichboson ( $W'$ ). Für dieses Spin-1-Teilchen konnte, unter Annahme der gleichen Kopplungen wie im Standardmodell, in bisherigen Messungen am LHC (mit Daten aus dem Jahr 2010) oder am Tevatron eine Ausschlussgrenze im 1-TeV-Bereich gesetzt werden. Die vom ATLAS-Experiment im Jahr 2011 bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  ( $pp$ -Kollisionen) genommenen ca. 100mal mehr Daten vgl. zu 2010 erschließen einen bisher nicht zugänglichen Massenbereich für die direkte Suche nach schweren Eichbosonen.

Der Vortrag soll sich auf den Nachweis eines möglichen, leptonischen Zerfalls des  $W'$ -Bosons beschränken, wobei hauptsächlich auf den Zerfall  $W' \rightarrow e\nu$  eingegangen wird. Es soll ein Überblick über die Strategie der Analyse gegeben werden, die im wesentlichen auf der Rekonstruktion der invarianten transversalen Masse  $m_T$  aus dem Elektron und fehlender Transversalenergie basiert. Den Schwerpunkt soll die Vorstellung der Methode zur Bestimmung der Ausschlussgrenze bzw. zur Bestimmung der Nachweissignifikanz ausmachen.

T 55.5 Mi 17:45 ZHG 101

**Suche nach neuer Physik in Endzuständen von Elektron-Positron-Paaren beim ATLAS-Experiment** — FRANK ELLINGHAUS, STEFAN TAPPROGGE und ●MARKUS ZINSER — Institut für Physik, Johannes Gutenberg Universität Mainz, Staudinger Weg 7, 55099 Mainz

Einige Erweiterungen des Standardmodells sagen weitere massive neutrale Spin-1 Eichbosonen, wie z.B. das  $Z'$ -Boson, vorher. Es wurde nach Abweichungen vom Standardmodell in Form einer resonanten Überhöhung bei hohen invarianten Massen von Elektron-Positron-Paaren aus der Drell-Yan-Produktion in Proton-Proton-Kollisionen mit einer Schwerpunktsenergie von etwa  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  gesucht. Analysiert wurden dabei die zwischen März und Juni 2011 aufgenommenen Daten des ATLAS-Experiments am Large-Hadron-Collider am CERN mit einer integrierten Luminosität von etwa  $1.1 \text{ fb}^{-1}$ . Es wurde die Erwartung für die Drell-Yan-Produktion von Elektron-Positron-Paaren und erwartete Beiträge aus Untergrundprozessen des Standardmodells bestimmt und mit den Daten verglichen. Es konnte keine statistisch signifikante Abweichung vom Standardmodell gefunden werden. Daher wurden obere Ausschlussgrenzen auf den Wirkungsquerschnitt mal Verzweigungsverhältnis einer  $Z'$ -Resonanz gesetzt. Für ein  $Z'$ -Boson des sequentiellen Standardmodells und  $Z'$ -Bosonen eines  $E_6$ -Modells wurden untere Massengrenzen gesetzt.

T 55.6 Mi 18:00 ZHG 101

**Die Suche nach schweren Eichbosonen mit dem ATLAS-Experiment** — STEFFEN HENKELMANN<sup>1</sup> und ●JOHANNES HALLER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>2. Physikalisches Institut, Universität Göttingen — <sup>2</sup>Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Dileptonische ( $e^+e^-$  oder  $\mu^+\mu^-$ ) Resonanzen in hohen Massenbereichen konnten der experimentelle Beweis fuer die Existenz von schweren Eichbosonen wie dem  $Z'$  darstellen. Der ATLAS Detektor ist ausgelegt fuer die Suche solcher Resonanzen bis zu einer Masse von etwa 6 TeV. Die Resultate dieser Arbeit fuer die Suche nach Resonanzen im dielektronischen ( $Z' \rightarrow e^+e^-$ ) Massenspektrum basieren auf einer Analyse von  $p$ - $p$  Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  und einer integrierten Luminosität von  $\mathcal{L} = 39 \text{ pb}^{-1}$ . Es wird keine statistisch signifikante Erhoehung, die ueber die Vorhersagen des Standardmodells hinausgehen, beobachtet. Eine obere Ausschlussgrenze fuer den Wirkungsquerschnitt wurde bestimmt.

T 55.7 Mi 18:15 ZHG 101

**Suche nach  $e^\pm$ -Paaren aus Zerfällen eines hypothetischen, schweren Eichbosons  $Z'$  bei ATLAS** — ●CHRISTIAN GÖRINGER, FRANK ELLINGHAUS und STEFAN TAPPROGGE — Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Mit Hilfe des ATLAS-Detektors am LHC am CERN können Elektronen-Positronen-Paare mit hoher invarianter Masse, wie sie z.B. aus Zerfällen des  $Z$ -Bosons aber auch eines hypothetischen, schweren

Eichbosons  $Z'$  erwartet werden, gemessen werden.

In der Analyse der im Jahr 2011 aufgezeichneten Daten mit einer integrierten Luminosität von rund  $5 \text{ fb}^{-1}$  wird das Drell-Yan-Massenspektrum auf Abweichungen von der Standard-Model(SM)-Vorhersage untersucht. Bei Kompatibilität mit dem SM werden Ausschlussgrenzen auf die Existenz einer  $Z'$  gesetzt.

Es wird der aktuelle Stand der Analyse vorgestellt und dabei besonderes Augenmerk auf die Abschätzung des Multi-Jet-Untergrundes (QCD), der mittels Templates aus Daten gemacht wird, gelegt.

T 55.8 Mi 18:30 ZHG 101

**Suche nach neuer Physik in Jet-Paarproduktion mit dem ATLAS-Detektor** — ●EUGEN ERTEL und STEFAN TAPPROGGE — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Aus Proton-Proton Kollisionen entstehende Teilchen, wie sie am Large Hadron Collider (LHC) erzeugt werden, sollten durch das Standardmodell beschrieben werden. Eine Reihe von ergänzenden Modellen sagen neue Teilchen und Phänomene voraus, die mit der vom LHC zur Verfügung gestellten Schwerpunktsenergie von  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  auf ihre Existenz untersucht werden können.

Eine Möglichkeit eröffnet sich in der Paarproduktion hochenergetischer Quarks bzw. Gluonen, die im Detektor als Jets gemessen wer-

den. Die Sensitivität auf neue Physik kann durch die Wahl der Jet-Algorithmen und die Identifikation von Gluon- und Quark-Jets optimiert werden. Ein mögliche Observable, die eine Suche ermöglicht, ist die invariante Dijet-Masse. Dabei wird nach Abweichungen zwischen Vorhersagen aus den Monte Carlo Simulationen und der Messung gesucht.

ATLAS-Resultate zu den oben erwähnten Themen mit Daten aus dem Jahre 2011 ( $\int L dt \approx 5 \text{ fb}^{-1}$ ) werden vorgestellt und diskutiert.

T 55.9 Mi 18:45 ZHG 101

**Search for new physics in dijet final states with ATLAS** — ●THORSTEN DIETZSCH — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg

The production of events with two energetic jets of particles (dijet events) is well understood within the Standard Model. An enhanced production of dijet final states is expected in several scenarios of new physics. By studying the dijet invariant mass and the dijet polar angular distributions, sensitive searches for both resonant and non-resonant deviations from the Standard Model can be performed. In the talk, we will review the ongoing work on the analysis of dijet final states and give an outlook to future developments.

## T 56: Suche nach neuer Physik 2

Zeit: Donnerstag 16:45–18:35

Raum: ZHG 101

### Gruppenbericht

T 56.1 Do 16:45 ZHG 101

**Search for Scalar Leptoquarks Using the ATLAS Detector** — ●JASON TAM, GIOVANNI SIRAGUSA, and RAIMUND STRÖHMER — Julius-Maximilians Universität Würzburg

Similarities between the leptons and quarks in the SM suggest the existence of symmetries beyond the EW symmetry breaking scale. Leptoquarks (LQ) are hypothetical charged particles which carry both quark and lepton flavour quantum numbers. They appear naturally in many BSM theories and there has already been searches at previous collider experiments. A model independent search of pair-produced LQ, based on an effective theory, will be presented. The most recent results obtained with the ATLAS detector will be reported. Limits on the LQ mass, as a function of the branching ratio into a jet and a charged lepton, will be derived.

T 56.2 Do 17:05 ZHG 101

**Search for new physics in a Monojet plus missing transverse energy final state with ATLAS** — ●SAHILL PODDAR — Kirchhoff Institute for Physics, University of Heidelberg

A monojet plus large missing transverse energy final state is of interest as it is foreseen as a signal in several beyond SM physics scenarios. The search for new physics in this event topology is performed in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  with ATLAS. The analysis is model independent and three kinematic regions are explored. Results from the analysis are interpreted in terms of the ADD extra dimensions model. As with every search, a major challenge is the understanding and suppression of SM backgrounds. Vector boson + jet production constitutes the dominant contribution to the background for this signal. The irreducible background for this signal is  $Z$ +jet production where the  $Z$  decays to a neutrino-antineutrino pair giving rise to large missing transverse energy. The estimate for this background is obtained using a data driven method. Latest results from the analysis are presented using the 2011 dataset.

T 56.3 Do 17:20 ZHG 101

**Search for  $e$ - $\mu$  resonances with the CMS detector** — ●METIN ATA, THOMAS HEBBEKER, and ARND MEYER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Since 2010 the LHC accelerator is performing excellently, delivering collision data with constantly rising instantaneous luminosity at a center of mass energy of 7 TeV. The high energy and the large amount of data pave the road to probe new theories with the CMS detector. One of the main goals of the CMS detector is the search for "new physics" beyond the Standard Model.

This talk presents the search for neutral Lepton Family Violating (LFV) processes with  $e$ - $\mu$  final state. The theories of the considered models are discussed shortly as well as the experimental challenges.

The invariant mass is used to test signatures that are not predicted by the Standard model.

T 56.4 Do 17:35 ZHG 101

**Methoden zur Abschätzung des Untergrunds in Suchen nach mikroskopischen schwarzen Löchern** — ●HEIKO LAIER — Kirchhoff-Institut für Physik - Universität Heidelberg

Bei Suchen nach neuer Physik ist eine gute Bestimmung des Untergrunds in der Signalregion einer der wichtigsten Aspekte. Die erwarteten Signaturen mikroskopischer schwarzer Löcher sind Endzustände mit vielen Teilchen. Diese Signale werden typischerweise in Bereichen hoher transversaler Impulse erwartet, wo Monte Carlo Generatoren sowohl für Signal- als auch für Standardmodell-Prozesse signifikante theoretische Unsicherheiten aufweisen. Diese können jedoch umgangen werden, wenn man zur Bestimmung des Untergrunds auf Daten basierende Methoden verwendet.

In diesem Vortrag wird eine Anwendung der sogenannten ABCD-Methode bei der Suche nach mikroskopischen schwarzen Löchern vorgestellt und mit einem Satz verschiedener Variablen untersucht. Die verwendeten Kriterien basieren auf kinematischen Variablen, sowie der Anzahl der gefundenen Jets. Für bestimmte Paare von Variablen werden die Systematischen Unsicherheiten berechnet und somit der Nutzen dieser alternativen Methode für Suchen nach mikroskopischen schwarzen Löchern bestätigt. Die Paare mit der besten Leistungsfähigkeit und mit den geringsten systematischen Unsicherheiten werden vorgestellt.

T 56.5 Do 17:50 ZHG 101

**Suche nach Unparticles mit dem CMS-Detektor im Kanal  $Z + \text{MET}$**  — ●KLAAS PADEKEN, THOMAS HEBBEKER und ARND MEYER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Eines der Hauptziele des LHC ist es, neue Physik jenseits des Standardmodells zu finden. Auf Basis früherer Arbeiten hat H. Georgi 2007 eine Erweiterung des Standardmodells vorgeschlagen, die sogenannte Unparticles behandelt. Unparticles würden ein kontinuierliches Massenspektrum haben und zu interessanten Signaturen im Detektor führen.

Eine mögliche Signatur ist die Produktion eines  $Z$ -Bosons, das ein Unparticle abstrahlt. Das Unparticle wechselwirkt nicht mit dem Detektor, und kann als fehlende transversale Energie (MET) nachgewiesen werden. Eine besondere Herausforderung dieser Signatur ist das genaue Verständnis der systematischen Einflüsse auf MET. Es wird die Suche nach Unparticles im Kanal  $Z + \text{MET}$  mit den im Jahre 2011 aufgenommenen CMS-Daten vorgestellt, wobei das  $Z$ -Boson in  $\mu^+ \mu^-$  oder  $e^+ e^-$  zerfällt.

T 56.6 Do 18:05 ZHG 101

**Suche nach Kontaktwechselwirkung im  $\mu\nu_\mu$ -Kanal mit CMS**

— ●FABIAN SCHNEIDER, THOMAS HEBBEKER und KERSTIN HOEPFNER  
— III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen, Deutschland

Mit pp-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV ermöglicht der LHC die Suche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells. Einige Standardmodellerweiterungen sagen voraus, dass Quarks und Leptonen eine Substruktur besitzen, welche einer neuen starken Eichwechselwirkung unterliegt. Unterhalb einer experimentell zu bestimmenden Energieskala  $\Lambda$  manifestiert sich diese als Kontaktwechselwirkung zwischen Quark- und Leptonenpaaren. Im Suchkanal  $q_k q_{k'} \rightarrow \mu\nu\mu$  besteht die Signalsignatur aus einem Myon mit hohem Transversalimpuls und fehlender transversaler Energie im Detektor. Es werden die Ergebnisse der Analyse von insgesamt  $4,7 \text{ fb}^{-1}$  umfassenden Daten, die 2011 von CMS aufgezeichnet wurden, vorgestellt.

T 56.7 Do 18:20 ZHG 101

**Suche nach ADD Extra-Dimensionen in Dimyion-Ereignissen bei CMS** — ●STEFAN ANTONIUS SCHMITZ, THOMAS HEBBEKER, ARND MEYER und LARS SONNENSCHNEIN — III. Physikalisches Institut

A, RWTH Aachen University

Zusätzliche Raumdimensionen spielen möglicherweise eine wichtige Rolle für die Physik jenseits des Standardmodells. Im ADD-Modell (Arkani-Hamed, Dimopoulos, Dvali) können die Extra-Dimensionen dazu führen, dass die Planck-Energieskala bei Proton-Proton Kollisionen am LHC experimentell direkt zugänglich wird. In der Beschreibung der Phänomenologie mit Hilfe einer effektiven Feldtheorie können hochenergetische Myonpaare durch virtuellen Gravitonaustausch entstehen.

Die 2011 mit dem CMS-Detektor aufgezeichneten Dimyionereignisse werden auf Abweichungen vom Standardmodell hin untersucht, die mit dem ADD-Modell kompatibel sind. Verschiedene Aspekte der Vorhersage der erwarteten Untergrundereignisse und ihrer systematischen Unsicherheiten werden näher vorgestellt. Die Ergebnisse der Messung werden dazu genutzt Ausschlussgrenzen auf die Modellparameter zu setzen. Abschliessend werden die Aussichten einer Erweiterung der Analyse für das Jahr 2012 diskutiert.

## T 57: Suche nach neuer Physik 3

Zeit: Freitag 8:40–10:30

Raum: ZHG 101

T 57.1 Fr 8:40 ZHG 101

**Modelunabhängige Suche im 2D Massenraum für Ereignisse mit fehlender transversaler Energie** — ●SARAH BERANEK — RWTH Aachen IB

Am LHC werden in pp-Kollisionen  $t\bar{t}b\bar{b}$ -Paare erzeugt, die mit dem CMS Detektor vermessen werden. Beide Top-Quarks zerfallen in  $t \rightarrow bW^+$  und  $\bar{t} \rightarrow \bar{b}W^-$ . Die Identifizierung der Ereignisse kann über die leptonenischen Zerfälle des W-Bosons stattfinden, dadurch hat man im Endzustand zwei Neutrinos, die nicht direkt nachgewiesen werden; die Neutrinoimpulse sind unbekannt. Ähnliche Topologien findet man auch bei der Suche nach schweren Resonanzen, die in Toppaare zerfallen, nächste Generationen von schweren Quarks oder in supersymmetrischen Modellen mit R-Paritätserhaltung. In den letzten Jahren sind Methoden entwickelt worden, um solche Ereignistopologien zu untersuchen und um die unbekanntenen Massen zu bestimmen. Eine solche modellunabhängige Methode wird hier vorgestellt. Sie kann auch zur Bestimmung der W- und Top- Masse benutzt werden, sowie sehr nützlich sein bei der Suche nach bisher unbekanntenen schweren Resonanzen mit ähnlichen Ereignistopologien wie oben beschrieben.

T 57.2 Fr 8:55 ZHG 101

**A Model-Independent General Search for ATLAS** — ●SIMONE AMOROSO<sup>1</sup>, RICCARDO M. BIANCHI<sup>2</sup>, SASCHA CARON<sup>3</sup>, and GREGOR HERTEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Albert Ludwigs Universität Freiburg — <sup>2</sup>CERN — <sup>3</sup>Radboud University Nijmegen and NIKHEF

In this talk results of a novel Model Independent General Search for New Physics with the ATLAS detector are presented.

In contrast to specific "model-driven" searches the analysis presented in this talk follows an orthogonal approach. Instead of concentrating on a specific sub-model of new physics, the ATLAS data is systematically searched for deviations from the Standard Model predictions with a model-independent approach; with the only assumption that new physics will appear in high transverse momentum events.

Events containing leptons ( $\mu, e$ ), jets and missing transverse energy,  $E_T^{miss}$ , are considered and subdivided into exclusive classes according to their final states.

As a second step in each class a search algorithm is used to find the region in the  $M_{eff}$  distribution showing the largest discrepancy with the MC expectations; taking into account both statistical and systematics uncertainties. The significance of such a deviation to occur is than corrected for the trial factors, both for the individual channel and for all channels combined. Preliminary results over  $2.052 \text{ fb}^{-1}$  of 2011 data are reported. A good overall agreement is observed in most of the event classes; the most significant deviations will be shown and discussed.

T 57.3 Fr 9:10 ZHG 101

**Search for massive stable particles with multiple charges at the ATLAS experiment** — ●SIMONE ZIMMERMANN<sup>1</sup>, KLAUS DESCH<sup>1</sup>, and MARKUS JÜNGST<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>CERN

This talk presents the current status of a search for multicharged stable massive particles with the ATLAS experiment at the LHC. One theoretical realization of such particles could be so called QBalls, dense spherical symmetric solitons that can carry multiple electric charges.

Stable massive particles leave significantly more ionization in the detector than any particle predicted in the Standard Model. If, in addition, these particles carry a charge  $q$  greater than one, this ionization is larger by another factor of  $q^2$ . This highly ionizing behavior of such particles is exploited in the analysis. We focus on QBalls with charges  $2e$  to  $6e$  in the few hundred GeV mass range in our analysis. Any such particle will be evidence for new physics at the LHC.

T 57.4 Fr 9:25 ZHG 101

**Suche nach schweren Leptonen am ATLAS Experiment** — ●LIV WIHK-FUCHS<sup>1</sup>, JOCHEN DINGFELDER<sup>2</sup> und PHILLIP URQUIJO<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Freiburg — <sup>2</sup>Universität Bonn

Das Verständnis der Herkunft der Neutrinomassen ist eine der offenen Fragen der Teilchenphysik, die nach einer Erweiterung des Standardmodells verlangt. Eine Möglichkeit Neutrinomassen zu erzeugen, die um vieles kleiner sind als die Massen der übrigen Leptonen ist die Einführung eines Seesaw-Mechanismus. Der Seesaw-Mechanismus kann z.B. durch Erweiterung des Standardmodells um ein fermionisches Triplet (Seesaw Type-III) mit Fermionmassen im elektroschwachen Bereich realisiert werden. Auf Grund der Eichkopplungen des Triplets werden diese paarweise über einen Drell-Yan Prozess produziert und hinterlassen bei ihren Zerfällen in ein Higgsboson oder Eichboson und ein leichtes Lepton eine sehr klare Signatur im Detektor.

Diese Analyse beschränkt sich besonders auf Endzustände mit einer vollen Massenrekonstruktion eines der schweren Leptonen. In diesem Vortrag werden nur Endzustände betrachtet, in denen das Seesaw-Neutrino in ein leptonisch zerfallendes Z-Boson und ein weiteres geladenes Lepton zerfällt, und somit drei Leptonen im Endzustand zu erwarten sind.

T 57.5 Fr 9:40 ZHG 101

**Suche nach einem Signal einer vierten Familie von Quarks mit dem ATLAS Detektor** — SERGIO GRANCAGNOLO, HEIKO LACKER, ROCCO MANDRYSCH und ●DENNIS WENDLAND — Humboldt Universität zu Berlin

Zur Zeit sind im Standardmodell der Elementarteilchenphysik drei Familien von Fermionen bekannt. Die Existenz einer weiteren vierten Familie konnte jedoch bisher weder ausgeschlossen noch bestätigt werden. Da die Quarks dieser vierten Familie,  $b'$  und  $t'$ , bei vorigen Experimenten nicht entdeckt wurden, konnten unter bestimmten Modellannahmen Massenschranken im Bereich von 450 GeV bis 495 GeV gesetzt werden. Falls diese Quarks existieren, können die Teilchen am LHC mit ausreichender Rate produziert werden.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse mit den LHC-Daten aus dem Jahr 2011 von Suchen nach Quarks einer vierten Familie bei ATLAS präsentiert.

Gruppenbericht

T 57.6 Fr 9:55 ZHG 101

**MUSiC: Modellunabhängige Suche in CMS - Ergebnisse des Jahres 2011** — ●PAUL PAPACZ, MICHAEL BRODSKI, THOMAS HEBBEKER, ARND MEYER, MARK OLSCHESKI und HOLGER PIETA — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Die Inbetriebnahme des Large Hadron Colliders im Jahr 2009 ermöglicht zum ersten Mal einen detaillierten Einblick in die Physik an der TeV-Skala, wo viele Theorien Signaturen neuer Physik vorhersagen. Die Vielzahl dieser Theorien macht es schwierig bis unmöglich alle erdenklichen Endzustände mit Hilfe von dedizierten Analysen zu untersuchen. Des Weiteren kann nicht abgeschätzt werden, welche Theorien bisher nicht bedacht wurden, so dass folglich nicht ausdrücklich nach entsprechenden Abweichungen gesucht werden kann.

Einen komplementären Ansatz verfolgt MUSiC (Model Unspecific Search in CMS):

Die Daten werden nach physikalischem Inhalt (Leptonen, Photonen, Jets usw.) sortiert und systematisch auf Abweichungen von der Standardmodellvorhersage (Monte-Carlo-Simulation) untersucht. Es werden die Ergebnisse der modellunabhängigen Analyse der mit dem CMS-Detektor im Jahr 2011 aufgenommenen Daten präsentiert.

T 57.7 Fr 10:15 ZHG 101

**MUSiC: Modellunabhängige Suche in CMS mit Tau-Leptonen im Endzustand** — ●MICHAEL BRODSKI, THOMAS HEBBEKER, ARND MEYER, MARK OLSCHESKI, PAUL PAPACZ und HOLGER PIETA — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Der CMS-Detektor am Large Hadron Collider in Genf zeichnet seit 2009 Daten aus Proton-Proton Kollisionen auf. In diesen Daten kann sich neben bereits bekannten Phänomenen neue Physik verbergen. Viele Theorien machen Vorhersagen, die anhand der Daten mit darauf abgestimmten Methoden einzeln überprüft werden müssen.

MUSiC (Model Unspecific Search in CMS) präsentiert einen alternativen Ansatz zur Suche nach neuer Physik. Eine Vielzahl von möglichen Endzuständen wird dabei in Ereignisklassen einsortiert, welche mit fortgeschrittenen statistischen Algorithmen analysiert werden. Die aufgezeichneten Daten werden systematisch auf Abweichung von der Standardmodellvorhersage untersucht.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse dieser modellunabhängigen Suche in den CMS-Daten aus dem Jahr 2011 besonders in Hinblick auf Endzustände mit mindestens einem Tau-Lepton vorgestellt.

## T 58: Spurkammern: Gas

Zeit: Montag 16:45–19:20

Raum: VG 2.102

**Gruppenbericht** T 58.1 Mo 16:45 VG 2.102

**Development of a high rate TPC with GEM readout** — ●MARKUS BALL for the GEM-TPC-Collaboration — Technische Universität München

The concept of a Time Projection Chamber (TPC) for high rate experiments has been developed. A gating grid can not be used to reduce the ion backflow. Gas Electron Multipliers (GEM) combine the requirements of an excellent spatial resolution with an intrinsic suppression of ions. These key features of a GEM allow a TPC to maintain its excellence performance even in an ungated continuous mode. A large GEM TPC prototype with a diameter of 30.8 cm, a drift length of 72.8 cm and 10.000 readout channels has been built and tested within the low rate FOPI experiment at the GSI. The operation at high interaction rates with overlapping events in a single drift frame requires a continuous readout of the TPC including online feature extraction and data compression. The reconstruction software then has to identify physics and filter out background events.

A pattern recognition software has been developed and tested within the PANDA framework to cope with the maximal track density of 0.5 cm/cm<sup>3</sup> in the TPC. It provides excellent information about kinked tracks or secondary vertices in the TPC to contribute to an online event selection. The concept of a GEM TPC for high rate applications, first results of the GEM TPC prototype within FOPI as well as an outlook for potential application of this concept in other high rate applications will be presented.

T 58.2 Mo 17:05 VG 2.102

**Ionenrückdriftstudien in TPCs mit GEM-Verstärkung für den ILD Detektor** — ●KLAUS ZENKER für die LCTPC Deutschland-Kollaboration — DESY, Notkestraße 85, 22607 Hamburg — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Einer der für den *International Linear Collider* (ILC) geplanten Detektoren (ILD) setzt auf die Verwendung einer *Time Projection Chamber* (TPC) als zentrale Spurkammer. Für die Signalverstärkung, welche bei der Signalauslese im Fall einer TPC notwendig ist, werden im Rahmen der LCTPC Kollaboration verschiedene Ansätze untersucht. Einer dieser Ansätze beruht auf der Verwendung von *Gas Electron Multiplier* (GEM).

Die vorgestellte Studie beinhaltet die Untersuchung der Prozesse, welche mit der Verstärkung durch GEMs verbunden sind. Ein Ziel ist es, eine geeignete Anordnung zu finden, um die Anzahl der Ionen, die beim Verstärkungsprozess entstehen und in das sensitive Volumen der TPC zurückdriften, zu minimieren. Dafür soll eine zusätzliche GEM benutzt werden, welche bei geringen Spannungen betrieben wird und somit nicht zur Verstärkung und der damit einhergehenden Ionenproduktion beiträgt. Um das Verhalten dieser GEM zu studieren, sollen einerseits Simulationen des Verstärkungsprozesses mit dem am CERN entwickelten Programm *Garfield++* vorgenommen und andererseits experimentelle Daten zur Validierung der Simulationsergebnisse ge-

nutzt werden.

T 58.3 Mo 17:20 VG 2.102

**Messungen an einer TPC mit GEM-basierter Gasverstärkung und hochgranularer Pixelauslese** — ●CHRISTOPH BREZINA, JOCHEN KAMINSKI, KLAUS DESCH und THORSTEN KRAUTSCHEID — Physikalisches Institut der Universität Bonn

In den Detektoren an einem zukünftigen Linear-Beschleuniger wie ILC oder CLIC wird der Einsatz einer TPC als zentrale Spurkammer geplant. Um diese Option zu prüfen wird an der Universität Bonn daher ein TPC-Prototyp mit hochgranularer Auslese und 26 cm Länge entwickelt.

Die Auslese geschieht mit dem am CERN entwickelten Timepix ASIC (2 cm<sup>2</sup> aktive Fläche bei einem Pixelabstand von 55 μm), die Gasverstärkung erfolgt in einem Stapel aus drei GEMs (Gas Electron Multiplier). Durch die Auslese des Detektors mit dem Timepix ASIC wird die intrinsische Auflösung des Detektors maximiert. Die Auflösung ist daher im wesentlichen nur durch die Diffusion der Primärelektronen während der Drift limitiert. Dieser Effekt kann wiederum durch die Wahl eines geeigneten Driftgases sowie ein externes Magnetfeld minimiert werden.

In einer Testreihe mit HeCO<sub>2</sub> (70/30) als Driftgas wurden Spuren von Myonen aus der Höhenstrahlung aufgezeichnet. Die Ergebnisse werden zusammen mit den verwendeten Analyse-Algorithmen vorgestellt. Hierbei liegt ein besonderes Augenmerk auf der erreichten Punktauf Auflösung sowie der Punktdichte, welche die Genauigkeit der Spurrekonstruktion wesentlich beeinflusst.

T 58.4 Mo 17:35 VG 2.102

**Performance of the DESY LP-TPC GEM module** — ●SABATO STEFANO CAIAZZA for the LCTPC Deutschland-Collaboration — DESY, Hamburg

One of the tracking detectors that is being designed to be used for an experiment (ILD) at the future International Linear Collider (ILC) is a big size TPC. To achieve the resolution goals set for this detector the traditional readout via Multi-Wire Proportional Chambers is not sufficient anymore. In their place it will be necessary to use the most modern technologies in gas amplification systems, namely the Micro-Pattern Gas Detectors (MPGD).

In the past two years we developed a new GEM (Gas Electron Multiplier) based readout module for the LP (Large Prototype) TPC. This TPC is a benchmark detector that DESY built for the LCTPC collaboration to develop the technologies necessary to build a TPC for a Linear Collider experiment. The module was designed with a 3 GEM stack and a novel ceramic support system for the GEMs and it was built during the year 2011. In July 2011 we tested this readout module at the T24 electron test beam line of the DESY accelerator. Since then I analyzed those data collected during that test beam campaign and I'm going to present the first results of these analysis to evaluate the performances of said module.

T 58.5 Mo 17:50 VG 2.102

**Entwicklung eines Auslesesystems für mikrostrukturierte gasgefüllte Detektoren** — ●MICHAEL LUPBERGER, KLAUS DESCH und JOCHEN KAMINSKI — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Seit der Entwicklung von GEM (Gas Electron Multiplier) und Micromegas (Micro-Mesh Gaseous Structure) werden diese Mikrostruktur-Gasdetektoren vermehrt bei Experimenten der Hochenergiephysik eingesetzt. Durch den Einsatz dieser in Verbindung mit hochgranularen Auslesesystemen, z.B. dem Timepix Chip, können Ortsauflösungen von einigen 10  $\mu\text{m}$  erreicht werden. Der Timepix Chip eignet sich zudem zum Einsatz in einer Zeitprojektionskammer (TPC), da er die Ankunftszeit in einer Größenordnung von 10 ns bestimmen kann.

Mit bisher existierenden Systemen war es möglich, acht solcher Chips mit einer aktiven Fläche von jeweils 2  $\text{cm}^2$  gleichzeitig auszulesen. Um ein Modul der Endplatte einer TPC, z.B. des International Linear Detectors (ILD), auszustatten, werden ca. 100 Chips gebraucht.

Ein solches Auslesesystem wird an der Universität Bonn innerhalb einer europaweiten Kollaboration realisiert. Es wurde zunächst als Testversion im Einzelbetrieb und nun unter Verwendung einer modularen, skalierbaren Einheit (Scalable Readout Systems, entworfen am CERN) entwickelt. Die bisherigen Fortschritte dieses, auf einem FPGA basierenden, Systems werden vorgestellt.

T 58.6 Mo 18:05 VG 2.102

**Development of A Time Projection Chamber Prototype for ILC** — IVOR FLECK, ●SAIQA SHAHID, and ULRICH WERTHENBACH for the LCTPC Deutschland-Collaboration — University of Siegen

A Time Projection Chamber (TPC) is one of the two main proposed tracking detector concepts for the planned International Linear Collider (ILC). The ILC-TPC group at University of Siegen is doing research using different components like the readout systems (pads and Timepix chip) and different gas mixtures for the TPC prototype. The prototype uses a gas electron multiplier (GEM) structure for gas amplification in the form of a stack having 3 GEMs. Two mixtures of Argon-Methane (90:10) and (95:5) are used to fill the volume of the prototype, and a Timepix chip with 256x256 pixels each  $55 \times 55 \mu\text{m}^2$  for the data readout is used. The total active area of the chip is approximately  $1.4 \times 1.4 \text{cm}^2$ . For the ionization of the filling gas a UV laser (266 nm) with an adjustable repetition rate between 1 and 2000 Hz is used. The laser can be shot into the chamber at three different positions, corresponding to drift length of 8.7, 18.9 and 33.9 cm. With the Timepix chip it is possible to measure the drift time, the profile of the laser as a function of drift time and the number of created electrons during a specific time window. Track properties and spatial resolution in dependence of the drift length  $z$  are investigated for the prototype.

T 58.7 Mo 18:20 VG 2.102

**Auslese einer TPC mit Gas Electron Multiplier (GEM) und Timepix Chips mit vergrößerten Metallpads** — ●VIOLA KRONER, CHRISTOPH BREZINA, KLAUS DESCH, JOCHEN KAMINSKI und THORSTEN KRAUTSCHEID — Physikalisches Institut der Universität Bonn

Als Detektor für den International Linear Collider (ILC) sieht eines der Konzepte eine Zeitprojektionskammer (TPC) als zentralen Spurdetektor vor.

Die Gasverstärkung kann zum Beispiel über einen Stapel aus drei GEMs (Gas Electron Multiplier) erfolgen. Um die feine Struktur der GEMs auszunutzen, wird eine hochgranulare Auslese verwendet. Diese Auslese besteht aus Timepix Chips mit einer Pixelgröße von  $55 \times 55 \mu\text{m}^2$ , auf die über ein Nachbearbeitungsverfahren größere Pads aufgebracht werden. Um eine optimale Padgröße zu bestimmen, werden unterschiedlich viele Pixel zu Pads zusammengefasst. Diese werden im Hinblick auf das Auflösungsvermögen und den Nachweis von Spuren verglichen.

T 58.8 Mo 18:35 VG 2.102

**GridPix: Pixelauslesen mit integrierter Gasverstärkung** — ●THORSTEN KRAUTSCHEID, YEVGEN BILEVYCH, CHRISTOPH BREZINA, KLAUS DESCH, JOCHEN KAMINSKI und CHRISTOPH KRIEGER — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Nußallee 12, 53115 Bonn

Mikrostruktur-Gasdetektoren (MPGD) haben viele Vorteile gegenüber älteren Methoden zur Gasverstärkung.

Eine spezielle Form der MPGDs sind die Micromegas, bei denen das Signal durch die Gasverstärkung nur geringfügig verbreitert wird, so dass das Auflösungsvermögen eines Detektors hauptsächlich durch die Auslesestruktur bestimmt wird. Durch die Verwendung von hochgranularen Pixelchips, wie dem Timepix Chip, kann die Auflösung gegenüber herkömmlichen auf Pads basierenden Systemen stark verbessert werden.

GridPix Detektoren bestehen aus Pixelchips, bei denen eine micromegasartige Gasverstärkungsstruktur durch Nachbearbeitungsverfahren direkt auf einen Chip aufgebracht wird. Das Gitter wird dabei so an dem Chip ausgerichtet, dass sich genau ein Loch über jedem Pixel befindet. Dadurch wird das Signal eines primären Ladungsträgers auf nur einem einzigen Pixel nachgewiesen.

In diesem Vortrag werden neue Verfahren solche Strukturen auf ganzen Wafern herzustellen vorgestellt. Außerdem wird über erste Erfahrungen im Umgang mit diesen Strukturen berichtet.

T 58.9 Mo 18:50 VG 2.102

**Einsatz eines GridPix-Detektors für die Suche nach dunkler Materie** — ●ROLF SCHÖN, GIJS HEMINK und MATTEO ALFONSI — Nikhef, Amsterdam, Niederlande

Das Ziel der DARWIN Designstudie ist ein Experiment der übernächsten Generation zur Suche nach dunkler Materie mit Hilfe von Zeitprojektionskammern (*time projection chamber*, TPC). Üblicherweise ist eine solche TPC mit flüssigem und gasförmigem Xenon (Xe) oder Argon (Ar) gefüllt. Photomultiplier detektieren eine Kombination von Szintillations- und Ladungssignal in Folge eines Kernrückstoßes mit einem WIMP (*weakly interacting massive particle*). Dabei werden die driftenden Ionisationselektronen in der Gasphase des Edelgases proportional verstärkt und sorgen für sekundäre Szintillation.

Im Rahmen der Forschung und Entwicklung für DARWIN untersuchen wir eine alternative Ladungsauslese. Ein geeigneter Kandidat ist der GridPix-Detektor, da er über eine hohe Effizienz für die Detektion einzelner Elektronen von über 95% verfügt. GridPix ist ein mikrostrukturierter gasgefüllter Detektor mit einem Gasverstärkungsgitter, das direkt auf einem 65k-Pixel Timepix-Chip integriert ist.

Die technologischen Herausforderungen sind der Betrieb in kryogener Umgebung (Siedepunkt bei 87 K in Ar bzw. 165 K in Xe) und in ultrareinem Edelgas (ohne Löschgas). In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich haben wir einen GridPix im Testkryostaten des ArDM Experiments betrieben. In diesem Vortrag werde ich die Ergebnisse dieser Studie sowie weiterer Untersuchungen am Nikhef vorstellen.

T 58.10 Mo 19:05 VG 2.102

**A GEM-TPC read-out based on the AFTER ASIC** — ●SVERRE DØRHEIM for the GEM-TPC-Collaboration — Technische Universität München

A Time Projection Chamber (TPC) with Gas Electron Multiplier (GEM) amplification opens up the possibility to operate such a detector at high interaction rates. This is due to the intrinsic suppression of ion back-flow of the GEM amplification stage. A GEM-TPC prototype was built and tested within the FOPI spectrometer at GSI where it also serves as an upgrade, improving vertex resolution and acceptance. It has a drift length of 728 mm and an inner (outer) radius of 52.5 (150) mm. The pad plane has 10254 hexagonal pickup electrodes with a radius of 1.5 mm which are read out using 42 front-end cards.

The electronics for the GEM TPC prototype has to fulfill three important requirements: low noise, buffering electron drift times up to 30  $\mu\text{s}$  and high integration. A low noise allows the detector to run at a lower gain, reducing the number of ions drifting back. The front-end electronics, based on the AFTER ASIC, developed for the TPCs for the T2K experiment, satisfies all these requirements. The multiplexed analog differential output signals of the ASICs are digitized at 20 MHz by a custom made pipeline ADC, which also performs baseline subtraction, common mode correction and zero-suppression.

An overview of the detector hardware and first results on the performance will be presented with the main focus on the front-end electronics and the read-out chain. Supported by the BMBF, the DFG Cluster of Excellence "Universe" and the EU 7th framework program.

## T 59: Spurdetektoren und Spurrekonstruktion

Zeit: Dienstag 16:45–19:15

Raum: VG 2.102

T 59.1 Di 16:45 VG 2.102

**Bau von Tracker-Modulen aus szintillierenden Fasern und Tests ihrer Strahlenhärte für das LHCb-Upgrade** — ●ROBERT EKELHOF und MIRCO DECKENHOFF — TU Dortmund, Experimentelle Physik 5

Ein Detektor aus szintillierenden Fasern mit Silizium Photomultiplier Auslese stellt eine Option für das LHCb-Tracker-Upgrade dar. Um die gewünschte Ortsauflösung zu erreichen, müssen die Fasern ( $250\ \mu\text{m}$ ) auf einer Länge von 2,5 m präzise positioniert und zu Matten verklebt werden. Der Vortrag zeigt den aktuellen Stand des Modulbaus.

Beim Einsatz im LHCb-Experiment werden die Fasern einer hohen Strahlenbelastung ausgesetzt. Im Hinblick auf die mehrere Meter langen Module ist zwischen Schädigung der Lichtleitung und der Szintillation zu unterscheiden. Es werden Ergebnisse von Untersuchungen hierzu vorgestellt und mit Ergebnissen anderer Gruppen verglichen.

T 59.2 Di 17:00 VG 2.102

**Entwicklung eines mobilen Vielzweckgassystems** — BARTHEL PHILIPPS<sup>2</sup>, STEFAN ROTH<sup>1</sup>, ACHIM STAHL<sup>1</sup>, ●JOCHEN STEINMANN<sup>1</sup> und JIN YAO<sup>1</sup> — <sup>1</sup>III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen — <sup>2</sup>III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Um Gasdetektoren im Labor unter gleichen Bedingungen wie nachher am Experiment zu testen muss ein nicht geringer Aufwand getrieben werden. Mit Gasen aus der Flasche ist es zudem nicht oder nur sehr schwierig möglich die Reaktion von Gasdetektoren auf Unsicherheiten in der Mischung oder auf verschiedene Drücke usw. zu testen.

Genau hier setzt das Gassystem an. Dieses System soll es ermöglichen drei beliebige Gase im Bereich von wenigen ppm bis hin zu mehreren Prozenten miteinander zu mischen. Dieses System ist in der Lage kontinuierlich zwischen einem komplett offenen und einem geschlossenen System, in dem das Gas nur zirkuliert, hin und her zu schalten. Es können so verschiedene Betriebsmodi der Kammer im Labor nachgestellt und vermessen werden.

Das gesamte System ist so ausgelegt, dass es mobil ist und z.B. an einem Teststrahl die Gasversorgung eines Detektors sicherstellen kann.

Der Vortrag stellt den aktuellen Status des Projekts vor.

T 59.3 Di 17:15 VG 2.102

**Lawinenstudium an einer Drahtkammer mit hochgranularer Pixelauslese** — ●ANDREAS GAREIS, KLAUS DESCH und JOCHEN KAMINSKI — Physikalisches Institut der Universität Bonn

Zur Untersuchung der Lawinenbildung an einem Draht wurde eine Drahtkammer mit hochgranularen Kathoden konstruiert. Dafür wurde der Timepix-Chip gewählt, dessen Pixel (Abstand  $55\ \mu\text{m}$ ) das durch die Ionenbewegung influenzierte Signal orts aufgelöst messen sollen.

In Vorstudien wurde ein Detektor mit zwei planparallelen Kathoden mit einem Abstand von 4 mm entworfen. Zwischen den Kathoden zentriert befindet sich ein Draht mit  $30\ \mu\text{m}$  Durchmesser zur Gasverstärkung.

Mit dem Detektor wurden Messungen in Ar:CO<sub>2</sub> (70:30) mit einer <sup>55</sup>Fe-Quelle durchgeführt. Zudem wurde das Detektorverhalten mit Garfield++ simuliert.

T 59.4 Di 17:30 VG 2.102

**Gasgefüllter Röntgendetektor mit GridPix-Auslese** — ●CHRISTOPH KRIEGER, YEVGEN BILEVYCH, KLAUS DESCH und JOCHEN KAMINSKI — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Nussallee 12, 53115 Bonn

Bei vielen physikalischen Experimenten werden Mikrostruktur-Gasdetektoren eingesetzt. Zu diesen zählen auch die Micromegas. Um die hohe Granularität der Micromegas ausnutzen zu können, wird eine Micromegas mit einer hochgranularen, hochintegrierten Pixelauslese (wie z.B. dem Timepix ASIC) kombiniert. Dies geschieht mit industriellen Verfahren, welche eine präzise Ausrichtung der Micromegas zu den Pixeln ermöglichen. Die Kombination des Timepix ASIC mit solch einer integrierten Micromegas wird als GridPix bezeichnet.

Für Experimente mit sehr geringen Ereignisraten (z.B. Axion-Suche mit dem CAST-Experiment am CERN) werden Detektoren mit niedrigen Untergrundraten benötigt.

Im Falle eines Röntgendetektors wird daher neben einer hohen Energieauflösung auch eine gute Diskriminierung von Untergrundereignissen (z.B. kosmische Strahlung, Elektronen) benötigt. Zur Diskriminie-

rung kann eine Analyse der Ereignisform verwendet werden, wobei eine hohe Ortsauflösung entscheidend ist.

In dem Vortrag wird über einen Röntgendetektor berichtet, der als gasgefülltes Driftvolumen mit GridPix-Auslese umgesetzt wurde. Mit diesem Detektor konnten eine Energieauflösung von 5% (bei 5,9 keV) sowie eine Unterdrückung des Untergrunds um einen Faktor 50 erreicht werden.

T 59.5 Di 17:45 VG 2.102

**Weiterentwicklung von Rekonstruktionsalgorithmen für Zeitprojektionskammern** — ●ISA HEINZE für die LCTPC Deutschland-Kollaboration — DESY, Notkestr. 85, 22607 Hamburg

Im Rahmen des International Large Detector Konzepts (ILD), einem Vorschlag für einen Detektor am geplanten internationalen  $e^+e^-$ -Linearbeschleuniger (ILC), ist eine Zeitprojektionskammer (TPC) als zentrale Spurkammer vorgesehen. Zur Weiterentwicklung des TPC Detektorprinzips wurde der Large Prototyp gebaut, um verschiedene Auslesetechniken miteinander vergleichen zu können. Dafür können bis zu sieben Auslesemodule gleichzeitig betrieben werden.

Für die Analyse von Large Prototype Daten ist eine Rekonstruktionssoftware basierend auf MARLIN in der Entwicklung, die den spezifischen Anforderungen des Prototyps genügt. Als Teil der Rekonstruktionskette wurde eine Hough Transformation implementiert, mit der Spuren gefunden werden können. Die Rekonstruktionskette wurde anhand von simulierten Daten getestet und auf Large Prototype Daten angewandt. Im Vortrag werden die Testergebnisse vorgestellt.

T 59.6 Di 18:00 VG 2.102

**Messung der Spurrekonstruktionseffizienz bei LHCb** — ●ANDREAS JAEGER, PAUL SEYFERT, JEROEN VAN TILBURG und STEPHANIE HANSMANN-MENZEMER für die LHCb Gruppe Physikalisches Institut Heidelberg-Kollaboration — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Das LHCb-Experiment ist ein Vorwärts-Spektrometer am Großen Hadron-Speicherring (LHC) am CERN. Der LHCb-Detektor wurde dafür konzipiert sehr präzise vorwärts-geboostete B- und D-Mesonzerfälle zu vermessen und hat bis Ende 2011 eine Datenmenge von  $\mathcal{L}_{int} = 1.1\ \text{fb}^{-1}$  gesammelt.

Eine Schlüsselkomponente für viele Analysen ist die Spurrekonstruktion. Ein gutes Verständnis der Rekonstruktionseffizienz ist maßgebend für die Unsicherheiten vieler Messungen wie z.B. die Bestimmung von Wirkungsquerschnitten. Da viele Akzeptanzen auf simulierten Daten bestimmt werden, ist es wichtig zu verstehen inwieweit die Spurrekonstruktionseffizienzen richtig von der Simulation beschrieben wird.

In diesem Vortrag wird die „tag and probe“-Methode zur Messung der Spurrekonstruktionseffizienz vorgestellt.

T 59.7 Di 18:15 VG 2.102

**Mustererkennung in der Belle-II-Driftkammer** — ●OKSANA BROVCHENKO, MARTIN HECK, THOMAS KUHR, THOMAS MÜLLER und MICHAEL FEINDT — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Bei dem geplanten Upgrade des KEKB-Beschleunigers (asymmetrischer Elektron-Positron-Kollider in Japan), der eine Rekordluminosität von  $8 \times 10^{35}\ \text{cm}^{-2}\ \text{s}^{-1}$  anstrebt, sollen auch die Komponenten des Belle-Detektors erneuert oder verbessert werden, um sensitiver auf Effekte neuer Physik zu sein. Der im Vergleich zu Belle viel höherer Untergrund sowie die verbesserten Eigenschaften der neuen Detektoren erfordern daher die Entwicklung einer neuen Rekonstruktionssoftware. Verschiedene Mustererkennungsalgorithmen werden untersucht, bewertet und kombiniert um zu einem optimalen Tracking im Belle-II-Experiment beizutragen.

Der aktuelle Status dieser Entwicklung sowie die vorläufigen Ergebnisse der Spurensuche in einem vollständig simulierten Belle-II-Detektor werden in diesem Vortrag vorgestellt.

T 59.8 Di 18:30 VG 2.102

**Recent advances in the GENFIT track fitting package** — ●KARL A. BICKER<sup>2</sup>, CHRISTIAN HÖPPNER<sup>1</sup>, BERNHARD KETZER<sup>1</sup>, SEBASTIAN NEUBERT<sup>1</sup>, STEPHAN PAUL<sup>1</sup>, and JOHANNES RAUCH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität München, Munich, Germany — <sup>2</sup>CERN, Geneva, Switzerland

The GENFIT software package [1] provides a framework for track fit-

ting. Due to the modular and generic structure, it is usable with arbitrary detector and field geometries. GENFIT is used in several collaborations (e.g. Belle II, COMPASS, FOPI, PANDA).

GENFIT provides hit classes for common detector types and their information is used by GENFIT in their native coordinate system. Hits are collected in tracks, as are track representations. The track representation handles the extrapolation of the track through matter and fields. Multiple track representations can be fitted simultaneously.

GENFIT has recently been equipped with several new features. Besides adding Smoothing, the standard Kalman fit algorithm has been extended by a Deterministic Annealing Filter (DAF) [2], which can tag noise hits. An interface to the RAVE vertexing package [3] has equipped GENFIT with the capability for vertex reconstruction and fitting.

Results from simulation and real data will be presented.

This work is supported by the BMBF and the DFG Cluster of Excellence "Universe" (Exc153).

[1] C. Höppner et al., Nucl. Instr. Meth. A, 620 518-525 (2010)

[2] R. Fruehwirth et al., Comput. Phys. Commun., 120 197-214 (1999)

[3] W. Waltenberger, IEEE Trans. Nucl. Sci., 58 434-444 (2011)

T 59.9 Di 18:45 VG 2.102

**Spurrekonstruktion innerhalb von geboosteten b-Jets am Inneren Detektor des ATLAS Experiments** — ●MANUEL NEUMANN, SEBASTIAN FLEISCHMANN und PETER MÄTTIG — Bergische Universität Wuppertal

Die geplante Steigerung der Schwerpunktsenergie des Large Hadron Collider am CERN wird die Häufigkeit von geboosteten Jets mit eng beieinander liegenden Spuren erhöhen. Zudem erhöht sich mit der Menge der aufgezeichneten Daten die Relevanz von geboosteten Objekten. Für diese ist die Zuordnung von Messpunkten zu Teilchenspuren entsprechend komplexer und nicht immer eindeutig.

Da zudem eine weitere Lage im innersten Detektor (Insertable B-Layer), dem ATLAS Pixel Detektor, installiert werden soll, müssen die

momentan verwendeten Algorithmen auf die neue Situation optimiert und auf ihre Effizienz geprüft werden.

Der Vortrag stellt dazu Studien zur Spurrekonstruktionseffizienz anhand von Simulationen mit geboosteten B-Jets vor, die mit dem Spurdetektor des ATLAS Experiments bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV durchgeführt wurden. Betrachtet wurden dabei im Besonderen die Selektion von Spuren, die aus Zerfällen von B-Mesonen entstammen.

T 59.10 Di 19:00 VG 2.102

**Spurrekonstruktion auf Grafikkarten** — ●JOHANNES MATTMANN, VOLKER BÜSCHER und CHRISTIAN SCHMITT — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

In modernen Hochenergieexperimenten in der Teilchenphysik ist die Rekonstruktion der Trajektorien geladener Teilchen ein komplexer und sehr zeitaufwändiger Vorgang. Gleichzeitig ist jedoch die pro Teilchen zur Verfügung stehende Zeit durch die hohe Datenrate stark beschränkt. Die Ausnutzung der parallelen Verarbeitungsmöglichkeiten auf Grafikkarten bedeutet eine deutliche Zeitersparnis, die entweder für eine verbesserte Rekonstruktion und damit einhergehend eine verbesserte Messgenauigkeit oder für Kosteneinsparungen bei den weltweit verteilten Rechenzentren genutzt werden kann.

Untersucht wurde der erzielbare Geschwindigkeitsvorteil auf der GPU im Vergleich zum bisherigen, CPU-basierten Verfahren speziell für das Atlas-Experiment. Dabei wurde konkret die Spurrekonstruktion im Bereich des inneren Detektors (Pixel- und SCT-Detektor) für eine zunächst vereinfachte Geometrie betrachtet. Die zugrundeliegenden Algorithmen wurden analog zur CPU-Referenz in CUDA neu implementiert, wobei insbesondere die Ausnutzung der parallelen Rechenkerne sowie der speziellen Speicherstruktur im Fokus standen. In Bezug auf die benötigten Rechenoperationen für die Algorithmen sowie die Kombinatorik des Problems stellte sich die GPU-Architektur als sehr geeignet heraus. Im Rahmen des Vortrags werden bisherige Resultate der Arbeit vorgestellt, sowie ein Ausblick auf die Weiterentwicklung und Anwendung der Software präsentiert.

## T 60: Detektorsysteme

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: VG 2.102

T 60.1 Mi 16:45 VG 2.102

**Schön und gut – Data-Quality-Monitoring bei ATLAS** — ●ADRIAN VOGEL — Universität Bonn, Nussallee 12, 53115 Bonn

Gute Analysen sind nur mit guten Daten möglich. Um sicherzustellen, dass eventuelle Probleme während der Datennahme und der anschließenden Verarbeitung der Rohdaten keine Auswirkung auf spätere Physikanalysen haben, werden sämtliche Daten des ATLAS-Experiments am LHC ständig überwacht, bevor sie für die allgemeine Verwendung freigegeben werden. In diesem Vortrag wird am Beispiel des ATLAS-TRT die Kette des Data-Quality-Monitorings vom Kontrollraum bis zur wissenschaftlichen Veröffentlichung nachgezeichnet. Insbesondere wird das Konzept der „Data-Quality-Defekte“ vorgestellt, die im Jahr 2011 bei ATLAS eingeführt wurden.

T 60.2 Mi 17:00 VG 2.102

**Kalibration der Compton-Polarimeter am ILC** — ●BENEDIKT VORMWALD<sup>1,2</sup> und JENNY LIST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY, 22603 Hamburg — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Inst. f. Exp.-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

An Leptoncollidern, wie dem ILC, werden polarisierte Teilchenstrahlen zur Kollision gebracht. Es ist also essentiell neben der Strahlenergie auch die Strahlpolarisation mit höchster Präzision zu messen. Dies geschieht am ILC mit Compton-Polarimetern, die polarisationsabhängig gestreute Elektronen bzw. Positronen mit Gas-Čerenkov-Detektoren nachweisen.

Die Genauigkeit der Polarimeter ist maßgeblich durch das nichtlineare Verhalten der Photomultiplier limitiert. Daher bedarf es einer sehr präzisen Kalibration, um das angestrebte Ziel einer bisher unerreichten Genauigkeit von  $\frac{\sigma_P}{P} = 0,25\%$  zu ermöglichen.

Es wird ein Kalibrationssystem vorgestellt, bei dem sehr kurze LED-Pulse zur Kalibration der Photomultiplier verwendet werden. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Entwicklung eines LED-Treibers, der entsprechend kurze und stabile Pulse erzeugen kann und über den benötigten dynamischen Bereich in der Pulsintensität von zwei bis drei Größenordnungen verfügt. Ein Design des LED-Treibers und die mög-

liche Integration in die Polarimeter wird präsentiert.

Zudem werden erste Ergebnisse eines Kalibrationsverfahrens mit differentiellen Lichtsignalen diskutiert, das es ermöglicht die differentielle Nichtlinearität von Photomultipliern im Promillbereich zu messen, ohne eine absolute Kalibration der Lichtquelle vorauszusetzen.

T 60.3 Mi 17:15 VG 2.102

**Entwicklung eines Quarz-Čerenkov-Detektors für Polarimetrie am ILC** — ●ANNIKA VAUTH<sup>1,2</sup> und JENNY LIST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY, 22603 Hamburg — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Inst. f. Exp.-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Am geplanten International Linear Collider (ILC) sollen polarisierte Elektronen- und Positronenstrahlen zur Kollision gebracht werden. Zur präzisen Beschreibung der  $e^+e^-$ -Wechselwirkung am Kollisionspunkt ist eine Messung der Strahlpolarisation mit einer bislang noch nie erreichten Genauigkeit von  $\Delta P/P = 0,25\%$  erforderlich.

Zu diesem Zweck sind Compton-Polarimeter vorgesehen, in denen die durch ein Spektrometer in eine Ortsverteilung transformierte Energieverteilung der gestreuten Elektronen mithilfe von Čerenkov-Detektoren nachgewiesen wird.

In diesem Vortrag geht es um ein mögliches Detektordesign mit Quarz als Čerenkov-Medium. Die gegenüber den in der Polarimetrie üblichen Gasen deutlich höhere Lichtausbeute in Quarz bietet die Gelegenheit zum Bau eines „selbstkalibrierenden“ Detektors: die große Anzahl von detektierten Photonen pro Comptonelektron könnte es ermöglichen, die Anzahl der Comptonelektronen pro Kanal direkt aufzulösen. Das würde es gestatten, über die Abstände der Einzelpeaks die Verstärkung der Photodetektoren während der Datennahme zu kalibrieren.

T 60.4 Mi 17:30 VG 2.102

**A timing detector for the ATLAS AFP project** — MICHAEL DUEREN, HASKO STENZEL, KRISTOF KREUTZFELDT, and ●YONG LIU — II. Phys. Inst., Univ. Giessen, 35392 Giessen, Germany

The ATLAS Forward Proton (AFP) project is an upgrade plan to operate detectors continuously at high instantaneous luminosities of up

to  $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  in the vicinity of the beam and measure precisely very forward protons at ATLAS in conjunction with the corresponding central detectors as a means to study Standard Model physics and to search for new physics phenomena.

AFP consists of movable beam pipes housing silicon pixel tracking detectors and fast timing detector at  $\sim 220 \text{ m}$  upstream and downstream of the ATLAS interaction point. One prototype of the fast timing detector exploits quartz Cerenkov radiators coupled to a digital silicon photomultiplier. This presentation will focus on the design of this prototype and results of testbeam measurements.

T 60.5 Mi 17:45 VG 2.102

**Monte Carlo Simulation zur Optimierung des XENON1T Detektor-Designs** — ●STEFAN BRÜNNER für die XENON-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik

Eine der größten Herausforderungen an die aktuelle Astroteilchenphysik ist die Suche nach Dunkler Materie. Experimente auf Basis von flüssigen Edelgasdetektoren, wie der XENON100 Detektor, zählen dabei zu den vielversprechendsten Strategien um sogenannte Weakly Interacting Particles (kurz WIMPs), als nicht-baryonische Kandidaten für Dunkle Materie, direkt zu messen. Um einerseits einen auch für kleine Rückstoßenergien empfindlichen Detektor zu schaffen ist es erforderlich den Gamma- und Neutronen-Background möglichst gering zu halten. Andererseits stellt eine hohe Sensitivität aber auch eine große Herausforderung an die Kalibration des Detektors dar, denn die genaue Bestimmung der Diskriminationsbänder wird durch geringere Statistik erschwert. Zur Klärung dieser und weiterer Fragestellungen im Bereich zur Detektoroptimierung und Datenanalyse im XENON Projekt bilden Monte Carlo Simulationen ein bewährtes und unerlässliches Mittel. Erkenntnisse dieser Simulationen sollen in das Nachfolgeprojekt XENON1T einfließen und damit einen Detektor ermöglichen, welcher tief in theoretisch motivierte Bereiche des WIMP-Kern-Wirkungsquerschnittes eindringt.

T 60.6 Mi 18:00 VG 2.102

**Inbetriebnahme des KATRIN Fokalebenendetektors am KIT** — ●FABIAN HARMS für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie

Das Ziel des **Karlsruher Tritium Neutrino Experiments** ist die Bestimmung der Ruhemasse des Elektron-Antineutrinos mit einer bisher unerreichten Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}/c^2$ . Der KATRIN Fokalebenendetektor besitzt die Aufgabe, die in einem elektrostatischen Spektrometer transmittierten Beta-Elektronen aus dem Tritiumzerfall mit ihren Energien bis zum Endpunkt von  $18,6 \text{ keV}$  nahezu untergrundfrei nachzuweisen. Dazu wird u.a. eine Nachbeschleunigungselektrode, ein Vetosystem sowie rauscharme Verstärkungselektronik genutzt. Zudem ist das gesamte Detektorsystem aus Materialien mit möglichst geringer Eigenaktivität konzipiert. Der Detektor selbst ist ein großflächig segmentierter Silizium-Wafer mit einem Durchmesser von  $90 \text{ mm}$  und  $148$  gleichgroßen Pixeln. Das System wurde an der University of Washington entwickelt und inzwischen am KIT installiert. In diesem Beitrag wird das Gesamtsystem vorgestellt, sowie das Ergebnis der Erstinbetriebnahme und die sich daraus ergebenden Verbesserungen zur weiteren Untergrundreduzierung für den endgültigen Aufbau am KIT erläutert. Diese Arbeit wird gefördert durch das BMBF unter Kennzeichen 05A11VK2 und die Helmholtzgesellschaft.

T 60.7 Mi 18:15 VG 2.102

**Studien zu einem DCS-Chip für den ATLAS-Pixeldetektor**

**im HL-LHC** — ●LUKAS PÜLLEN, JENNIFER BOEK, SUSANNE KERSTEN, PETER KIND, PETER MÄTTIG und CHRISTIAN ZEITNITZ — Bergische Universität Wuppertal

Für das geplante Upgrade des LHC zum HL-LHC (High Luminosity Large Hadron Collider) ist als innerste Komponente ein neuer Pixel-detektor für das ATLAS Experiment geplant. Dieser neue Pixel-detektor benötigt zum sicheren Betrieb ein völlig neues Kontrollsystem, welches zur Zeit an der Bergischen Universität Wuppertal entwickelt wird. Dabei müssen Teile des Kontrollsystems in unmittelbarer Nähe zum Detektor platziert werden. Aufgrund der hohen Strahlenbelastung in der Nähe des Kollisionspunktes und des geringen Platzangebotes im Pixeldetektor werden Anwendungsspezifische Integrierte Schaltkreise (ASICs) zur Kontrolle des Detektors und zur Überwachung der Umgebungseigenschaften entworfen. Einer dieser Chips, der DCS-Chip, wurde Mitte diesen Jahres einem Bestrahlungstest unterzogen. Dieser Test und die dazugehörigen Ergebnisse sollen in diesem Vortrag erläutert werden. Außerdem wurde in den letzten Monaten eine weitere Studie über Referenzspannungsquellen in Form einer Chipsubmission gestartet, welche ebenfalls im Rahmen dieses Vortrags vorgestellt werden soll.

T 60.8 Mi 18:30 VG 2.102

**Prototyp eines strahlenharten DCS-Controllers für den ATLAS Pixeldetektor am HL-LHC** — ●JENNIFER BOEK, SUSANNE KERSTEN, PETER KIND, PETER MÄTTIG, LUKAS PÜLLEN und CHRISTIAN ZEITNITZ — Bergische Universität Wuppertal

Der innerste Detektor des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider ist der Pixeldetektor. Im Rahmen des Luminositätsupgrades zum HL-LHC ist eine Erneuerung des Pixeldetektors notwendig, welche auch ein komplett neues Detektorkontrollsystem (DCS) erfordert. Unter Berücksichtigung der Materialreduktion im Detektorvolumen und eines absolut zuverlässigen Betriebs des Kontrollsystems in der Strahlungsumgebung, wird ein DCS-Netzwerk entwickelt. Eine Komponente dieses Netzwerkes ist der DCS-Controller, welcher eine Brücke in der Kommunikation verschiedener Bussysteme bildet. Im Vortrag wird der neue Prototyp des DCS-Controllers mit Hinblick auf die Absicherung gegenüber Single Event Upsets vorgestellt.

T 60.9 Mi 18:45 VG 2.102

**Beam Conditions Monitors at CMS and LHC using Diamond Sensors** — ●MARIA HEMPEL<sup>1,2</sup>, MARIA-ELENA CASTRO-CARBALLO<sup>1</sup>, WOLFGANG LOHMANN<sup>1,2</sup>, WOLFGANG LANGE<sup>1</sup>, ROBERTAL WALSH<sup>3</sup>, and OLGA NOVGORODOVA<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Desy-Zeuthen, Platanenallee 6, 15738 Zeuthen — <sup>2</sup>Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Konrad-Wachsmann-Allee 1, 03046 Cottbus — <sup>3</sup>Desy-Hamburg, Notkestraße 85, 22607 Hamburg

The Fast Beam Conditions Monitor (BCM1F) is a particle detector based on diamonds. Eight modules comprising a single crystal diamond, front-end electronics and an optical link are installed on both sides of the interaction point inside the tracker of the CMS detector. The back-end uses ADCs, TDCs and scalers to measure the amplitudes, arrival time and rates of beam-halo particles and collision products. These data are used to protect the inner tracker from adverse beam conditions, perform a fast monitoring of the luminosity and e.g. beam-gas interactions. Recently two additional BCM1F modules have been installed at other positions of the LHC to supplement the beam-loss monitors by a flux measurement with nanosecond time resolution. In the talk essential parameters of the system are presented and examples of beam conditions monitoring are reported.

## T 61: Muondetektoren 1

Zeit: Donnerstag 16:45–18:20

Raum: VG 2.102

### Gruppenbericht

T 61.1 Do 16:45 VG 2.102

**Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers für hohe LHC-Luminositäten** — BERNHARD BITTNER<sup>1</sup>, JÖRG DUBBERT<sup>1</sup>, OLIVER KORTNER<sup>1</sup>, HUBERT KROHA<sup>1</sup>, ROBERT RICHTER<sup>1</sup>, ●PHILIPP SCHWEGLER<sup>1</sup>, OTMAR BIBBEL<sup>2</sup>, ALBERT ENGL<sup>2</sup>, RALF HERTENBERGER<sup>2</sup> und ANDRÉ ZIBELL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München — <sup>2</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, München

Seit der Inbetriebnahme des Large Hadron Colliders (LHC) und dem Beginn der Datennahme des ATLAS-Detektors wurde die instantane Luminosität stetig erhöht. Im Lauf der folgenden Jahre wird der Desi-

gnwert von  $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  erreicht werden. Nach 2020 ist geplant, die Luminosität nochmal um einen Faktor fünf zu steigern.

Die damit einhergehenden höheren Untergrundraten im Myonspektrometer des ATLAS-Experiments werden die Ratenfähigkeit der Detektoren und die Strahlenhärte der Ausleseelektronik in der innersten Lage in Vorwärtsrichtung, im Bereich der höchsten Raten, übersteigen. Zudem wird bei höherer Luminosität eine signifikante Verbesserung der Impulsauflösung der ersten Triggerstufe im gesamten Myonspektrometer notwendig, um die Rate an niederenergetischen Myonen zu senken, ohne die Sensitivität für Signale neuer Physik zu verlieren.

Konzepte und Entwicklungen für neue hochratenfähige Myondetektoren, strahlenharte Ausleseelektronik und ein selektiveres Level 1-Myontriggerssystem für den Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers bei hohen Luminositäten werden diskutiert.

T 61.2 Do 17:05 VG 2.102

**Test einer sMDT-Prototypkammer für den Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers** — ●BERNHARD BITTNER<sup>1</sup>, JÖRG DUBBERT<sup>1</sup>, OLIVER KORTNER<sup>1</sup>, HUBERT KROHA<sup>1</sup>, ROBERT RICHTER<sup>1</sup>, PHILIPP SCHWEGLER<sup>1</sup>, OTMAR BIEBEL<sup>2</sup>, ALBERT ENGL<sup>2</sup>, RALF HERTENBERGER<sup>2</sup> und ANDRE ZIBELL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München — <sup>2</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, München

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme des Large Hadron Colliders (LHC) und des ATLAS-Detektors wird bereits die Notwendigkeit für einen Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers untersucht.

Mit der nach 2017 beabsichtigten Erhöhung der LHC-Luminosität auf mehr als den Designwert von  $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  und den damit einhergehenden höheren Untergrundstrahlungsraten muss ein Teil des Myonspektrometers ersetzt werden, da bei den bisherigen Detektoren die Grenze der Ratenfähigkeit überschritten wird. Als Ersatz schlagen wir neue Driftrohrkammern (sMDT) mit kleinerem Rohrdurchmesser von 15 mm in Kombination mit verbesserten Triggerkammern vor.

Um die hohe geforderte Ortsauflösung der Kammern zu erreichen wird eine Positioniergenauigkeit der Signaldrähte von  $20 \mu\text{m}$  benötigt. Diese wurde durch Spurmessungen in einem Höhenstrahlungsmessstand verifiziert.

Darüber hinaus werden Ergebnisse von Messungen mit einem 180 GeV/c Muonstrahl am CERN mit der sMDT-Prototypkammer in Kombination mit neuen TGC-Triggerkammern vorgestellt.

T 61.3 Do 17:20 VG 2.102

**Monte-Carlo-Studien für ein mögliches Upgrade des Myon-systems von CMS bei HL-LHC Luminositäten** — YUSUF ERDOGAN, GÜNTER FLÜGGE, ●PAUL MAANEN, OLIVER POOTH, MILENA QUITTAT und ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Bei der am HL-LHC angestrebten Luminosität von  $10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  wird die erwartete L1-Triggerrate des Myonsystems die voraussichtlich reservierte Bandbreite von 12.5 kHz bei weitem übertreffen. Um die Triggerrate bei akzeptablen  $p_t$ -Schwellen auf ein beherrschbares Niveau zu reduzieren, ist ein Upgrade des Myonsystems erforderlich. Mit dem sogenannten "Muon Track fast Tag" (MTT) existiert ein Vorschlag für ein Upgrade. In Aachen werden Studien zu einer möglichen Implementierung von MTT, bestehend aus einer neuen Detektorschicht im Barrel-Bereich unmittelbar vor den ersten Myonkammern, durchgeführt. Diese soll aus Plastikzintillatoren, ausgelesen durch Silizium-Photomultiplier, bestehen und eine Fläche von insgesamt ca.  $300 \text{ m}^2$  abdecken. Ein erster Schritt zur Untersuchung der Eignung einer solchen Detektorschicht ist unter anderem der Vergleich von gemessenen und simulierten Myonraten unmittelbar vor der ersten Myonstation.

In diesem Vortrag sollen einige dieser Studien vorgestellt und erste Ergebnisse präsentiert werden.

T 61.4 Do 17:35 VG 2.102

**Muon Trigger Upgrade am HL-LHC: Untersuchungen zum Muon Track fast Tag (MTT) System des CMS Detektors** — YUSUF ERDOGAN, GÜNTER FLÜGGE, PAUL MAANEN, OLIVER POOTH, ●MILENA QUITTAT und ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Eine mögliche Planung des Muon Trigger-Systems für das High Luminosity Upgrade des LHC sieht vor, bei der erhöhten Luminosität

von  $L = 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  Informationen des inneren Spurdetektors für den Level-1 Trigger zur Begrenzung der Myonrate und einer besseren Auflösung des Transversalimpulses zu verwenden. Der Muon Track fast Tag (MTT) ist eine vorgeschlagene Erweiterung des CMS Myon Systems. Es soll eine 2D-segmentierte Detektorkomponente unmittelbar vor den ersten Myonkammern installiert werden, die es ermöglichen könnte, schnell eine Region of Interest für die Spur eines hochenergetischen Myons zu bestimmen und nur aus diesem Bereich Informationen des Spurdetektors zu nutzen. Darüber hinaus ermöglicht das MTT System die Auflösung von Doppeldeutigkeiten (ghosts) bei der Myonidentifikation. Das Design aus Kacheln flacher Plastikszintillatoren kommt dem begrenzten Einbauvolumen entgegen. Diese sollen mit Silizium-Photomultipliern, welche eine schnelle Auslese und Magnetfeldunabhängigkeit bieten, ausgelesen werden. Der Vortrag berichtet über eine mögliche Implementierung einer solchen Detektorkomponente im CMS Experiment und es werden erste experimentelle Ergebnisse eines Detektormodul-Prototypen vorgestellt.

T 61.5 Do 17:50 VG 2.102

**MTT: CMS-Detektorupgrade für SLHC** — ●ERIK DIETZLAURSSON, THOMAS HEBBEKER, ANDREAS KÜNSCHEN und MARKUS MERSCHMEYER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Um die Suche nach neuer Physik weiter voranzutreiben, ist ein Upgrade vom LHC zum S(uper)LHC (mit größerer Luminosität und Schwerpunktsenergie) geplant. Eine solche Erhöhung der Luminosität des LHC macht (beispielsweise aufgrund des sich stark erhöhenden Pileups) neue bzw. verbesserte Triggerdetektoren bei CMS nötig. Ein Konzept für solch einen neuen Triggerdetektor ist der MTT (Muon Track fast Tag), bei dem es sich um einen Szintillatordetektor handelt, welcher unter Anderem aufgrund der hohen Magnetfelder innerhalb des CMS Detektors mittels SiPMs ausgelesen werden soll.

Dafür ist es unerlässlich, die elektrische Antwort der SiPMs im Allgemeinen sowie als Teil des MTT simulieren zu können, um Designstudien (beispielsweise im Hinblick auf die Methode der Auslese, d.h. Lichtsammlung und -leitung zum SiPM mittels wellenlängenschiebenden Fasern oder direkte Auslese ohne Faser) und Vorhersagen über die Effizienz des MTT machen zu können. In diesem Vortrag werden die Arbeiten an den entsprechenden Simulationen vorgestellt und die vorläufigen Ergebnisse präsentiert.

T 61.6 Do 18:05 VG 2.102

**Geant-Simulation eines neuen Track-Triggerdetektors für hochenergetische Myonen im CMS-Experiment am HL-LHC** — ●YUSUF ERDOGAN, GÜNTER FLÜGGE, PAUL MAANEN, OLIVER POOTH, MILENA QUITTAT und ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Bereits das Level 1 Triggersystem des CMS-Experiments am LHC kann Myonen identifizieren. Dazu werden Spursegmente in den Myonkammern benutzt, aus denen der transversale Impuls der Myonen abgeschätzt wird. Bei der geplanten Erhöhung der Luminosität um einen Faktor 10 auf  $10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (von LHC zu "high luminosity LHC" HL-LHC) wird es bei sehr hohen Myon-Raten zu Problemen mit sogenannten ghosts in den Myondetektoren kommen. Die existierenden Myondetektoren können bei Doppeltreffern nicht mehr entscheiden, welches Paar von Treffern den wahren Durchgängen entsprechen und welche durch falsche Kombinatorik erzeugt wurden. Das Konzept vom "Muon track fast tag" (MTT) kann dieses Problem lösen. In diesem Vortrag wird ein Prototyp eines Triggerdetektors vorgestellt, der auf der Grundlage des MTT basiert. Der Schwerpunkt wird dabei auf der Geant-Simulation des Prototypen liegen und erste Erwartungen an Teilchenraten an der vorgeschlagenen Einbaustelle im CMS-Experiment liefern.

## T 62: Muondetektoren 2

Zeit: Freitag 8:45–10:30

Raum: VG 2.102

T 62.1 Fr 8:45 VG 2.102

**Behavior of the Spatial Resolution of Micromegas Detectors** — ●JONATHAN BORTFELDT, OTMAR BIEBEL, RALF HERTENBERGER, ALEXANDER RUSCHKE, NICOLA TYLER, and ANDRÉ ZIBELL — LS Schaile, LMU München

A tracking system, consisting of four  $90 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$  large Micromegas detectors with drift spaces around 5 mm and amplification gaps of

$128 \mu\text{m}$  has been tested in 160 GeV pion- and muon-beams at the H6- and H8-beamline at CERN. Several ten million tracks have been acquired, using a Gassiplex based strip readout with 1500 channels in total and  $250 \mu\text{m}$  strip pitch. Measurements with gas mixtures of Ar:CO<sub>2</sub> 85:15 and 93:7 at normal temperature and pressure and various electric field configurations allow for the optimization of detector signals and spatial resolution. For both gas mixtures and particle beams, single detector spatial resolutions well below  $40 \mu\text{m}$  and efficiencies above 98%

have been determined. The sparking probability per incident particle in the hadronic pion beam is around  $10^{-5}$  and thus for this application negligible. We report on the dependance of the spatial resolution on pulse height, diffusion of primary ionization charge and mesh opacity.

T 62.2 Fr 9:00 VG 2.102

**Hochraten Protonen- und Neutronenbestrahlung einer sMDT Prototypenkammer** — OTMAR BIEBEL<sup>1</sup>, RALF HERTENBERGER<sup>1</sup>, ALEXANDER RUSCHKE<sup>1</sup>, CHRISTOPHER SCHMITT<sup>1</sup>, ●ANDRE ZIBELL<sup>1</sup>, BERNHARD BITTNER<sup>2</sup>, JÖRG DUBBERT<sup>2</sup>, HUBERT KROHA<sup>2</sup>, SEBASTIAN OTT<sup>2</sup> und PHILIPP SCHWEGLER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Ludwig-Maximilian-Universität, München — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München

Die stetige Luminositätssteigerung am LHC Speicherring führt im Myonspektrometer des ATLAS-Detektors zu einer proportional wachsenden Zahl an unkorrelierten Untergrundtreffern durch Gammas und Neutronen. Bei einer Spitzenluminosität von  $5 \cdot 10^{34} / \text{cm}^2 \text{s}$  wird deren Trefferrate bis zu  $14 \text{ kHz/cm}^2$  betragen. Myonnachweis oder -impulsbestimmung sind hierbei nahe der Strahlachse stark beeinträchtigt.

Driftrohrdetektoren mit einem reduziertem Durchmesser von 15 mm werden als potentielles Upgradesystem für das ATLAS Small Wheel diskutiert. Deren Hochratenfähigkeit wurde am Tandem Beschleuniger des MLL in Garching bei München in zwei Experimenten untersucht. Eine Lage einer achtlagigen Prototypkammer aus 46 Rohren wurde lokal begrenzt mit 20 MeV Protonen bei Raten bis 1300 kHz, entsprechend  $124 \text{ kHz/cm}^2$  bestrahlt, wobei die unbestrahlten Lagen Referenzspuren für kosmische Myonen lieferten. Zusätzlich wurde dieselbe Kammer auch mit hochenergetischen Neutronen bestrahlt. Die Messergebnisse werden diskutiert hinsichtlich Signalthöhe, Ortsauflösung und Effizienz als Funktion verschiedener Bestrahlungsstärken.

T 62.3 Fr 9:15 VG 2.102

**Hochratentests schneller hochauflösender Driftrohrkammern für den Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers** — BERNHARD BITTNER<sup>1</sup>, JÖRG DUBBERT<sup>1</sup>, HUBERT KROHA<sup>1</sup>, ALESSANDRO MANFREDINI<sup>1</sup>, ●PHILIPP SCHWEGLER<sup>1</sup>, DANIELE ZANZI<sup>1</sup>, OTMAR BIEBEL<sup>2</sup>, ALBERT ENGL<sup>2</sup>, RALF HERTENBERGER<sup>2</sup> und ANDRÉ ZIBELL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>MPI für Physik, München — <sup>2</sup>LMU, München

Monitored Drift Tube (MDT)-Kammern werden als Präzisionsspurdetektoren im Myonspektrometer des ATLAS-Experiments am Large Hadron Collider (LHC) verwendet. Diese Kammern besitzen einen Rohrdurchmesser von 30 mm und erreichen bei niedrigen Zählraten eine Ortsauflösung von  $35 \mu\text{m}$  und eine Einzelrohreffizienz von 94 %. Hohe Untergrundraten führen zu einer Verschlechterung der Auflösung und der Effizienz. Die MDT-Kammern sind für einen Betrieb bei Untergrundraten bis zu  $500 \text{ Hz/cm}^2$  ausgelegt.

Bei den geplanten Luminositätssteigerungen des LHC werden bis zu 30 mal höhere Untergrundraten erwartet. Ein Austausch der Myondetektoren in den Regionen mit den höchsten Zählraten (Vorwärtsregion) ist dann erforderlich. Es werden Testergebnisse neuer schneller Driftrohrkammern bei Zählraten von bis zu  $17 \text{ kHz/cm}^2$  unter  $\gamma$ -Bestrahlung gezeigt. Die Kammern bestehen aus Driftrohren mit 15 mm Durchmesser, die bei den gleichen Betriebsparametern wie die ATLAS MDT-Kammern eine 7,6 mal niedrigere Belegungsrate aufweisen.

Messungen der Effizienz und Auflösung der 15 mm und 30 mm Driftrohre in Abhängigkeit der Zählrate werden diskutiert.

T 62.4 Fr 9:30 VG 2.102

**Gas- und Alterungsstudien für Myon-Drift-Röhren** — RAIMUND STRÖHMER, GIOVANNI SIRAGUSA und ●STEFAN WEBER — Julius-Maximilians-Universität, Würzburg, Deutschland

Im Zuge des geplanten Luminositäts-Upgrades des LHC müssen einige Detektorkomponenten ersetzt oder effizienter gestaltet werden. Daher sind für das ATLAS Myonspektrometer Alterungstests für neuentwickelte Myon-Drift-Röhren und Gasstudien mit schnelleren Gasmischungen erneut von Interesse.

In Würzburg wird ein Hodoskop für kosmische Myonen mit einer flexiblen Gasmischanlage für hochreine Gase aufgebaut, um derartige

Untersuchungen durchzuführen.

T 62.5 Fr 9:45 VG 2.102

**Driftgase für Driftrohrkammern bei hoher Untergrundstrahlung** — ●ALBERT ENGL<sup>1</sup>, STEFANIE ADOMEIT<sup>1</sup>, OTMAR BIEBEL<sup>1</sup>, RALF HERTENBERGER<sup>1</sup>, RAIMUND STRÖHMER<sup>2</sup>, FELIX RAUSCHER<sup>1</sup> und ANDRÉ ZIBELL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>LMU München — <sup>2</sup>Uni Würzburg

Für die Hochluminositätsphase des LHC wird gegenüber jetzt mit einer um eine Größenordnung erhöhten Untergrundrate von Gammas und Neutronen für die Myonkammern gerechnet. Die geforderte Einzelrohrauflösungsgrenze von  $100 \mu\text{m}$  soll dabei nicht überschritten werden. Frühere Untersuchungen zeigen, dass sich die mittlere Ortsauflösung durch die Nichtlinearität des Gasmisches  $\text{Ar}:\text{CO}_2 = 93:7$  bei  $\gamma$ -Untergrundraten von bis zu  $2 \frac{\text{kHz}}{\text{cm}^2}$  deutlich verschlechtert. Simulationen zeigen, dass durch die Verwendung eines linearen und schnellen Gases die Anforderungen an das Myonspektrometer unter Beibehaltung der vorhandenen Hardware erfüllt werden können.

Das inerte Gas  $\text{Ar}:\text{CO}_2:\text{N}_2 = 96:3:1$  wurde im Höhenstrahlungsmessstand in Garching (München) ohne Untergrund und am CERN in der Gamma Irradiation Facility (GIF) bei hohen  $\gamma$ -Untergrundraten getestet. Es ist linearer und 35 % schneller als das Standardgas. Diese Gasmischung besitzt ohne Untergrund gleich gutes Ortsauflösungsvermögen. Bei  $662 \text{ keV}$   $\gamma$ -Untergrundraten von  $1.9 \frac{\text{kHz}}{\text{cm}^2}$  bleibt die Orts-Driftzeit Relation fast im gesamten Radius-Bereich von 0 bis 13 mm unverändert. Die gemittelte Ortsauflösung verschlechtert sich beim Standardgas um  $92 \mu\text{m}$ , dagegen bei Verwendung des alternativen Gases lediglich um  $31 \mu\text{m}$ .

T 62.6 Fr 10:00 VG 2.102

**Aufbau eines ortsauflösenden Myon-Szintillationszählers mit SiPM-Auslese** — ●ALEXANDER RUSCHKE, THOMAS NUNNEMANN und OTMAR BIEBEL — LS Schaile, LMU München

Silizium Photomultiplier (SiPM) sind neuartige Detektoren zum Nachweis von Photonen auf Halbleiterbasis. Sie bestehen aus einer Matrix parallel-geschalteter Lawinen-Photodioden, die im Geiger-Modus betrieben werden.

Zur Messung der Kleinwinkelstreuung von kosmischen Myonen soll ein Szintillationszähler mit SiPM-Auslese aufgebaut werden. Eine Doppel-lage aufeinanderliegender trapezförmiger Plastikszintillatoren ermöglicht eine Ortsbestimmung über den Vergleich der detektierten Szintillationslichtmenge in den beiden Lagen. Das durch kosmische Myonen erzeugte Licht wird mittels wellenlängenschiebender Fasern aus dem Plastikszintillator ausgekoppelt und von SiPMs detektiert.

Der Myon-Szintillationszähler soll in den bestehenden Aufbau des Höhenstrahlungsmessstandes in Garching integriert werden und im Laufe des ATLAS *high luminosity upgrades* an der Kalibration und Vermessung von neu entwickelten Myon-Spurdetektoren beteiligt sein.

Im Vortrag werden neben Studien zur Anwendbarkeit unterschiedlicher SiPM-Typen auch erste Ergebnisse eines Prototypdetektors gezeigt.

T 62.7 Fr 10:15 VG 2.102

**OPERA-Driftröhren mit beidseitiger Auslese** — ●BENJAMIN BÜTTNER für die OPERA-Hamburg-Kollaboration — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Im OPERA-Detektor sind 8 m lange, vertikal aufgehängte Driftröhren im Spektrometer verbaut. Diese dienen der Rekonstruktion von Myonenspuren in der horizontalen Ebene. Die Position des Myondurchgangs in vertikaler Ebene (entlang der Röhren) kann nicht bestimmt werden, ist aber für zeitliche Korrekturen der Driftinformation und somit für die möglichst genaue Rekonstruktion der Spur nötig. Diese Information muss bei OPERA von anderen Detektorkomponenten geliefert werden. Mit einer Signalauslese an beiden Drahtenden der Röhren kann mithilfe der Laufzeitdifferenz die gesamte dreidimensionale Spurinformation allein aus den Driftröhren gewonnen werden. Zusätzlich lässt sich bei bekanntem Durchgangsort die Driftzeit um die Drahtlaufzeit korrigieren. Die Ergebnisse der Messungen werden vorgestellt und das maximal mögliche Auflösungsvermögen entlang der Driftröhren mit der bei OPERA verwendeten Elektronik wird demonstriert.

T 63: Halbleiterdetektoren: Forschung und Entwicklung 1

Zeit: Montag 16:45–19:20

Raum: ZHG 001

**Gruppenbericht**

T 63.1 Mo 16:45 ZHG 001

**Directions in Detector Front-End Electronics after LHC Phase I** — ●MARLON BARBERO — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Nussallee 12, D-53115 Bonn, Germany

This Gruppenvortrag will address future directions of chip and pixel detector developments.

Pixel detectors based on hybrid technology have been successfully deployed at the LHC. For LHC upgrades, new directions in IC technologies are explored for coping with the very high hit rates and the radiation environments. Feature size scaling down is one line of R&D, examples of which are the successful 130 nm CMOS chip development for the Insertable B-Layer of ATLAS as well as first prototypes in 65 nm CMOS technology. In recent years, High Voltage CMOS technologies have opened some interesting possibilities for monolithic integration addressing radhard pixel detectors. Finally, the exploration of 3D electronics has started. This challenging technology opens new opportunities for HEP. First demonstrator chips are now at hand opening the possibility for low mass, high bandwidth pixel modules.

T 63.2 Mo 17:05 ZHG 001

**The ANEMONE Pixel Telescope - Setup and First Results** — ●THOMAS EICHHORN — DESY

The ANEMONE pixel telescope is an extended copy of the original EUDET beam telescope. It consists of six planes of monolithic active pixel sensors, achieving a spatial resolution of under  $3 \mu\text{m}$ . Cooling, positioning and read-out infrastructure is included. The telescope provides a flexible and general purpose testing environment for various sensor technologies.

In this talk the telescope hardware setup and the data acquisition system will be described, followed by first results and measurements of sensors with the DESY electron test beam. The ongoing work at DESY will be presented and an outlook concerning future activities will be given.

T 63.3 Mo 17:20 ZHG 001

**Teststrahlungsmessungen zur Qualifizierung von Sensoren für das ATLAS IBL Upgrade Projekt** — ●MATTHIAS GEORGE, JÖRN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Im Rahmen der geplanten Betriebspause der Experimente am LHC im Jahr 2013 sind diverse Erweiterungen des ATLAS Detektors geplant. Unter anderem soll im Rahmen des "insertable b-layer" Projektes (IBL) eine zusätzliche Pixeldetektor-Lage in das bestehende Experiment eingebaut werden. Für das IBL-Projekt wurden Planare Silizium Sensoren, sowie 3-dimensional prozessierte Silizium Sensoren in jeweils verschiedenen Design-Varianten entwickelt. Im Rahmen von Teststrahlungsmessungen wurden alle zur Verfügung stehenden Sensor-Varianten auf ihre Eignung für das IBL-Projekt hin untersucht. Dabei wurden sowohl verschieden hoch bestrahlte Sensoren, als auch der gesamte zulässige Bereich der Betriebsparameter getestet. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Strahltests des Jahres 2011 zusammengefasst, die als Grundlage für die endgültige Auswahl des IBL-Sensors dienen.

T 63.4 Mo 17:35 ZHG 001

**Development of an FE-I4 based test beam telescope** — ●THERESA OBERMANN, NORBERT WERMES, FABIAN HÜGGING, HANS KRÜGER, MALTE BACKHAUS, JENS JANSSEN, DAVID-LEON POHL, MARLON BARBERO, and CARLOS MARINAS — Physikalisches Institut, Bonn, Deutschland

USBpix is an FPGA based test system for the ATLAS pixel read-out chips FE-I3 and FE-I4. This modular system can be used to analyze bare read-out chips or assemblies consisting of a sensor bump-bonded to a read-out chip. An important instrument for the characterization of new sensors are test beam telescopes. They are used to measure the efficiency and spatial resolution of the device under test. Therefore the integration of USBpix into the existing EUDET-JR1-telescope and in particular its DAQ has been done. A standalone USBpix telescope has also been successfully built and tested within EUDAQ - the DAQ of EUDET. The follow-up project - AIDA - continues maintaining the infrastructure developed within EUDET. In particular the analysis software EU Telescope of this framework will be used to reconstruct

tracks. This talk will give an overview about the requirements of a USBpix telescope and its implementation. The status of development will be shown and results from new measurements will be discussed. In addition, the usage of an FE-I4 chip as a triggering device within a telescope based on FE-I4 and FE-I3 assemblies will be shown.

T 63.5 Mo 17:50 ZHG 001

**Untersuchung des neuen Pixelauslesechips für den CMS-Spurdetektor in einem Hochratenteststrahl** — ULYSSES GRUNDLER<sup>3</sup>, FRANK HARTMANN<sup>1</sup>, ULRICH HUSEMANN<sup>1</sup>, ●ANDREAS KORNMAYER<sup>1,2</sup>, RONG-SHYANG LU<sup>3</sup>, STEFANO MERSI<sup>2</sup>, THOMAS MÜLLER<sup>1</sup>, ANNA PEISERT<sup>2</sup> und THOMAS WEILER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — <sup>2</sup>CERN — <sup>3</sup>National Taiwan University

Der Auslesechip für den CMS-Pixeldetektor ist auf eine Luminosität von  $1 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ausgelegt. Aufgrund von Totzeiteffekten verliert man in der innersten Lage des Detektors bei einer Teilchenrate von  $20 \text{ MHz cm}^{-2}$  bereits 4% der Trefferinformationen.

Für das Upgrade des Detektors zum Betrieb bei höheren Luminositäten wurde ein neuer Auslesechip entwickelt. Durch vergrößerte Datenspeicher und ein digitales Ausleseschema wird der Datenverlust verringert. Die Ineffizienzen dieses Auslesechips sollen in einem Hochratenteststrahl mit Teilchenraten von bis zu  $200 \text{ MHz cm}^{-2}$  gemessen und verstanden werden, bevor die Großserienproduktion beginnt.

Dieser Vortrag behandelt die vorbereitenden Arbeiten am technischen Aufbau, dem Tracking und der Datenanalyse für diesen Teststrahl.

T 63.6 Mo 18:05 ZHG 001

**Data Handling Hybrid Board: Teststrahl DAQ für DEPFET Pixel Vertex Detektor** — ●DMYTRO LEVIT<sup>1</sup>, IGOR KONOROV<sup>1</sup>, STEFAN HUBER<sup>1</sup>, STEPHAN PAUL<sup>1</sup> und FÜR DEPFET KOLLABORATION<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physikdepartment E18, Technische Universität München — <sup>2</sup>International

Für den DEPFET Detektor, welcher am BELLE II Experiment in KEK/Japan eingesetzt werden wird, wird ein neues Datenerfassungssystem entwickelt. Ein wichtiger Teil dieses Systems ist das Data Handling Hybrid(DHH) Board, welches eine Schnittstelle zwischen Frontendelektronik und DAQ darstellt. Die Funktionalität von DHH umfasst Puffern, Reformatieren und Multiplexen von Datenströmen sowie Programmieren und Slow Control von Frontendelektronik. Dies wird mittels einer JTAG Schnittstelle realisiert, welche auf einem Virtex-6 FPGA als Peripherie der von Xilinx entwickelten soft core CPU Microblaze implementiert wird. Zur Reduzierung des Datenvolumens bei BELLE II wird ein clustering ASIC DCE3, entwickelt am MPI HLL, verwendet. Für diesen stellt DHH eine Schnittstelle bereit.

Das Projekt wird vom BMBF, dem Maier-Leibnitz-Laboratorium der Universität München und der Technischen Universität München sowie dem Exzellenzcluster "Origin and Structure of the Universe" unterstützt.

T 63.7 Mo 18:20 ZHG 001

**Development of DC-DC converters for the upgrade of the CMS pixel detector** — LUTZ FELD, WACLAW KARPINSKI, KATJA KLEIN, ●JAN SAMMET, and MICHAEL WLOCHAL — RWTH Aachen University, Germany

Around 2017, the pixel detector of the CMS experiment at LHC will be upgraded. The amount of current that has to be provided to the front-end electronics is expected to increase by a factor of two. Since the space available for cables is limited, this would imply unacceptable power losses in the available supply cables. Therefore it is foreseen to place DC-DC converters close to the front-end electronics, allowing to provide the power at higher voltages and thereby to facilitate the supply of the required currents with the present cable plant.

The talk introduces the foreseen powering scheme of the pixel upgrade and summarizes the results of system test measurements with CMS pixel sensor modules, radiation tolerant DC-DC converters and the full power supply chain of the pixel detector. In addition, measurements of the converter efficiency and performance before, after and during thermal cycling will be presented.

T 63.8 Mo 18:35 ZHG 001

**Serial powering for the upgrades of the ATLAS pixel detector**

— MARLON BARBERO, •LAURA GONELLA, FABIAN HUEGGING, HANS KRUEGER, and NORBER WERMES — Physikalisches Institut Uni Bonn, Nussallee 12, 53115 Bonn

A serial powering scheme is proposed for the upgrades of the ATLAS pixel detector at the High Luminosity (HL-)LHC, to provide an efficient and low material power distribution. The main regulation element is the Shunt-LDO regulator, a new regulator concept designed to meet the requirements of serially powered detector systems. The Shunt-LDO working principle was successfully demonstrated with two prototypes, and two Shunt-LDO regulators are integrated in the new ATLAS pixel FE (Front-End) chip, the FE-I4. Results of the characterization of the regulators in FE-I4 will be shown and the chip performance will be compared for different powering options, with and without regulators. At the same time a serial powering demonstrator is being developed. This will include a chain of four 2-chips pixel modules, AC-coupled data transmission, dedicated HV distribution scheme, and possibly a stave protection chip. Results on the stave demonstrator will be presented as well.

T 63.9 Mo 18:50 ZHG 001

**Designstudien von Streifensensoren für das CMS-Upgrade** — ALEXANDER DIERLAMM, FRANK HARTMANN, KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER und •MARTIN STRELZYK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Die geplante LHC-Aufrüstung wird hohe Luminositäten von ungefähr  $5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  erlauben, was eine enorme Leistungsfähigkeit der Trigger erfordert. Im Rahmen des CMS-Upgrade für den HL-LHC werden Studien zum Design der Siliziumstreifensensoren für das vorgeschlagene 2S Trigger-Modul durchgeführt, welches erlauben soll, dass Spurenpunkte von Teilchen mit hohem  $p_T$  zur L1 Triggerentscheidung beitragen können. Dieses besteht aus 2 Streifensensoren (10cm x 10cm mit 5cm langen Streifen) in Sandwichkonfiguration und erlaubt eine

leichtgewichtige Anordnung, die mittels konventionellen Verbindungstechniken produziert werden kann. Ein geeignetes Streifendesign soll die Auflösung verbessern und vor allem die Ineffizienz in der Sensormitte, wo die beiden Streifen eines Sensors aufeinandertreffen, verringern. Geeignete Streifenkonfigurationen werden auf einem 4-Zoll-Wafer produziert und anschließend vermessen. Parallel werden mit Hilfe von Synopsys Sentaurus TCAD die Designs simuliert. Im Rahmen meines Vortrages werden unsere Designideen vorgestellt.

T 63.10 Mo 19:05 ZHG 001

**Untersuchung von strahlentoleranten Multi-geometry Pixelsensoren für den zukünftigen CMS Spurdetektor im Rahmen der HPK-Kampagne** — •MATTHIAS BERGHOLZ, WOLFGANG LANGE und WOLFGANG LOHMANN — DESY Zeuthen, Platanenallee 6, 15738 Zeuthen

Um eine größere Messempfindlichkeit für seltene Ereignisse zu erreichen, ist es geplant, die Wechselwirkungsrate des Large Hadron Colliders (LHC) am CERN um den Faktor fünf zu steigern. Durch diese Steigerung ist es nötig, feiner strukturierte und strahlungshärtere Sensoren für den zukünftigen Spurdetektor des CMS Experimentes zu entwickeln. Um eine optimale Wahl der später zugrunde liegenden Produktionstechnologie und des zu verwendenen Sensormaterials treffen zu können, wurde innerhalb der CMS-Kollaboration die sogenannte 'HPK-Kampagne' gestartet. Im Vortrag sollen elektrische Charakterisierungen von bestrahlten und unbestrahlten 'Multi-geometry pixel' (Mpix)-Sensoren aus dieser Kampagne vorgestellt werden. Als Sensor-material wurden 'Float Zone'-, 'Magnetic Czochralski'- und epitaktisches Silizium für unterschiedliche Produktionstechnologien (P-in-N, N-in-P mit p-Stop- bzw. p-Spray-Isolierung zwischen den Pixeln) an bestrahlten und unbestrahlten Pixelsensoren untersucht. Die erzielten Messergebnisse werden im Vortrag vorgestellt. Dabei wird der Einfluss der gewählten Biasmethode ('Punch through biasing' und Polysiliziumwiderstände) auf die gemessenen Größen diskutiert.

## T 64: Halbleiterdetektoren: Forschung und Entwicklung 2

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 001

T 64.1 Di 16:45 ZHG 001

**Optical test stand for SiPM characterisation** — •BENJAMIN GLAUSS, THOMAS HEBBEKER, CARSTEN HEIDEMANN, and MARKUS MERSCHMEYER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Silicon photomultipliers (SiPMs) are versatile and hence interesting semiconductor based detectors for detection of single photons. This makes SiPMs ideal detectors for particle and astroparticle physics experiments. The SiPM characteristics include absolute and relative photon detection efficiency (PDE) and furthermore noise phenomena such as after pulsing and optical crosstalk as well as thermal noise. We have developed a test device, capable of measuring the above in a compact setup featuring devices for pulsing single wavelength LEDs and for providing constant white light that are designed especially for these testing purposes. Readout is carried out via QDC and FADC hardware and all testing mentioned above is integrated in one single setup, running fully automated. One main focus is on the resolution of the optical monochromator for studying the SiPM properties as a function of wavelength. The optical test stand for precision measurements on SiPM characteristics as well as results of these measurements are presented.

T 64.2 Di 17:00 ZHG 001

**Studies on afterpulses and saturation of SiPM with fast UV light pulses** — •MARCO SZALAY for the CALICE-Germany-Collaboration — Max-Planck-Institut für Physik, München — Technische Universität München

Arrays of novel avalanche photodiodes operated in geiger mode called Silicon Photo Multipliers (SiPM) are capable of detecting light with single photon detection efficiency. Their smaller form factor and insensitivity to magnetic fields make them an interesting alternative to photomultiplier tubes (PMT) in fields ranging from medical imaging to high energy physics.

In this talk, the time structure of signals from a SiPM device, standalone and coupled to a plastic scintillator, is investigated. The time distribution of single photons created by short-pulsed intensity-

controlled UV light sources and detected by the SiPM device is reconstructed on a per event basis. By decomposing the recorded waveforms into individual geiger discharges one can obtain the time of arrival with nanosecond precision. This way late components of the signal shape like afterpulses and instantaneous and delayed contributions from the scintillator can be disentangled. The precision of the measurement of the SiPM saturation was optimized and can be used for calibration in order to recover the linearity of such devices on a broader intensity range.

T 64.3 Di 17:15 ZHG 001

**Study of detection efficiency distribution and areal homogeneity of SiPMs** — •MICHAL TESAŘ, CHRISTIAN JENDRYSIK, FRANK SIMON, JELENA NINKOVIĆ, HANS-GÜNTHER MOSER, and RAINER RICHTER — Max Planck Institut for Physics, Munich, Germany

Silicon photomultipliers (SiPM) are a very attractive option for light detection in highly granular scintillator-based sampling calorimeters in future high energy physics experiments at Linear Colliders (ILC, CLIC). The CALICE collaboration has already successfully operated a  $1 \text{ m}^3$  physics prototype with about 8 000 small scintillator tiles, each read out by a SiPM, demonstrating the power of this new technology. We have developed a setup for the measurement of relative photon detection efficiency (PDE), crosstalk probability and other important characteristics of SiPMs to study the performance of different devices. The precise positioning system of the setup together with excellent focusing of the light source provides scanning capabilities that allow a study of the spatial distributions of PDE, crosstalk etc. over large sensor areas with sub-pixel resolution. A brief description of the setup, final results of a study of two types of Hamamatsu MPPCs and first scans of SiPMI devices, developed at MPI Semiconductor Lab, will be presented.

T 64.4 Di 17:30 ZHG 001

**Charakterisierung von HV-MAPS** — •ANN-KATHRIN PERREVOORT<sup>1</sup>, IVAN PERIC<sup>2</sup> und DIRK WIEDNER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Heidelberg — <sup>2</sup>ZITI, Mannheim

Im MU3E-Experiment soll der leptonzahlverletzende Zerfall des Muons in drei Elektronen mit einer um vier Größenordnungen verbesserten Sensitivität gegenüber dem Vorgängerexperiment gemessen werden.

Hierfür wird ein Detektor mit hoher Impuls- und Vertexpauflösung benötigt. Wesentlicher Bestandteil des Spurdetektors bilden HV-MAPS (high voltage monolithic active pixel sensors). Diese Silizium-Pixel-Sensoren besitzen integrierte Elektronik und Null-Unterdrückung. Durch Anlegen einer Hochspannung ( $\sim 60$  V) bildet sich eine Verarmungszone aus. Ein einfallendes Teilchen erzeugt durch Ionisation Elektron-Loch-Paare. Diese Ladungen werden in der Verarmungszone durch Drift aufgesammelt. Dieser Prozess ist relativ schnell ( $O(\mu s)$ ) und erlaubt somit einen Detektorbetrieb bei hohen Raten. Da sich die Verarmungszonen zweier benachbarter Pixel berühren, haben die HV-MAPS einen Füllfaktor von nahezu 100%. Zudem ist es möglich, das Substrat der HV-MAPS zu dünnen, da die aktive Region des Sensors weniger als  $30 \mu m$  dick ist. Somit kann die Menge an Material im Detektor und dadurch die Vielfachstreuung verringert werden.

Es werden hier Messungen an einem im neuen 180nm-HV-CMOS-Prozess hergestellten Prototypen vorgestellt sowie Studien zu Signal-zu-Untergrundverhältnis, Energie- und Doppelpulsauflösung und Pixel-zu-Pixel-Variationen gezeigt.

T 64.5 Di 17:45 ZHG 001

**Track Fitting based on Broken Lines for the MU3E Experiment** — ●MORITZ KIEHN, NIKLAUS BERGER, and ANDRE SCHÖNING — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Germany

The MU3E project is a recently proposed experiment to search for the lepton flavour changing decay  $\mu \rightarrow eee$ . In the Standard Model this decay can occur on the loop-level via neutrino mixing. However, it is highly suppressed with an unobservable branching ratio of  $< 10^{-50}$ . An observation would be a clear sign of new physics. In many models for physics beyond the Standard Model the branching ratio is greatly enhanced (up to  $10^{-12}$ ).

The current MU3E detector design consists of a electron spectrometer build with four cylindrical layers of thin silicon pixel sensors in a solenoidal magnetic field. The low electron momentum (up to about 53 MeV) makes multiple scattering the biggest source of measurement uncertainty. To reach the required sensitivity, a very high track resolution is required. We investigate a new track fitting algorithm based on broken lines [1], that directly takes scattering angles into account. Results of simulation studies for the fit performance in the MU3E experiment are presented.

[1] V.Blobel, NIM A, 566 (2006), 14-17

T 64.6 Di 18:00 ZHG 001

**Pixel sensors capacitance determination with PixCap chip** — ●MIROSLAV HAVRANEK, FABIAN HÜGGING, HANS KRÜGER, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn

The innermost layers of the ATLAS experiment are occupied by a pixel detector, which plays an essential role in the ATLAS tracking system. After years of operation, the sensors and the read-out electronics of the pixel detector will degrade due to the radiation damage. Also, due to the planned LHC luminosity upgrades, the pixel detector will have to cope with higher hit rates and therefore will need an upgrade. Currently three competing sensor technologies exist: silicon planar, silicon 3D and diamond sensors. One of the key parameters of a sensor is the capacitance it couples to the read-out electronics, which determines the noise performance. Knowledge of the pixel capacitance for each sensor type allows a direct comparison of the various sensor technologies. Since the expected pixel capacitance is in order of hundreds femtofarads, a precise capacitance measurement of the fine pitch ATLAS pixel sensors can not be easily achieved by conventional methods. To resolve this problem, we developed the PixCap chip which directly interfaces with sensor pixels and thus performs precise on-sensor capacitance measurement with an accuracy of a few femtofarads. In this presentation, the PixCap design will be introduced and capacitance

measurement results with various ATLAS sensor types will be discussed.

T 64.7 Di 18:15 ZHG 001

**Der Galatea Teststand - Analyse von Oberflächeneffekten in koaxialen n-Typ Germanium Detektoren** — ●SABINE IRLBECK für die GeDET-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland

Messungen mit einem speziell entwickelten 19-fach segmentierten n-Typ High-Purity Germanium Detektor unter Verwendung eines eigens dafür entwickelten Teststands dienen der Untersuchung von oberflächennahen Ereignissen. Ziel ist es, solche Ereignisse in diesem Detektor zu charakterisieren, um damit Ereignisse in Experimenten zu identifizieren, in denen sie als Untergrundereignisse auftreten. Der experimentelle Aufbau sowie erste Messungen mit einer Sr90 Quelle werden präsentiert.

T 64.8 Di 18:30 ZHG 001

**Determination of the crystal axes in segmented germanium detectors** — IRIS ABT, ALLEN CALDWELL, BELA MAJOROVITS, and ●OLEKSANDR VOLYNETS — Max-Planck-Institut für Physik, München, Germany

High-purity germanium detectors are used in a variety of applications in particle and nuclear physics. For some applications, the shapes of the electric pulses collected on the electrodes are of interest. A comparison between measured and simulated pulses may reveal interesting intrinsic properties of the germanium detectors. However, the pulses are sensitive to detector parameters such as the position of the crystallographic axes. The (001) axis is usually aligned with the  $z$  axis of the detector, the position of the  $\langle 110 \rangle$  and  $\langle 100 \rangle$  axes are unknown upon delivery.

A new method to determine the crystallographic axes in an n-type  $\phi$ -segmented germanium detector is presented. The method is based on comparing measured to simulated event rates in the segments. The full absorption peaks for gammas originating from  $^{60}Co$  or  $^{228}Th$  sources were used for the analysis presented here. The accuracy of this method is best for the symmetric case when the source is aligned with the geometrical axis of the crystal. However, good results are also obtained for other source positions, if the position is well known.

T 64.9 Di 18:45 ZHG 001

**Ladungssammlung an der Si-SiO<sub>2</sub>-Grenzschicht in Silizium Streifensensoren vor und nach 1 MGy Gammastrahlung** — ●THOMAS PÖHLSSEN, ROBERT KLANNER, SERGEJ SCHUWALOW, JÖRN SCHWANDT und JIAGUO ZHANG — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Bei segmentierten p+-n-Siliziumzählern kann sich an der Si-SiO<sub>2</sub> Grenzfläche eine Elektron-Akkumulationsschicht ausbilden, die die Feldverteilung und die Ladungssammlung maßgeblich beeinflussen kann. Die Größe der Akkumulationsschicht hängt von den elektrischen Randbedingungen an der SiO<sub>2</sub> Oberfläche, den Oxidladungen und den geladenen Zuständen an der Si-SiO<sub>2</sub> Grenzschicht ab. Röntgenstrahlen erzeugen Oxid- und Grenzschichtladungen. Nach Bestrahlung mit einer Dosis von 1 MGy überdeckt die Akkumulationsschicht fast vollständig den Bereich zwischen den p+ Bereichen.

Mit Hilfe der Transient Current Technique (TCT) werden die Pulsformen an den einzelnen Streifen, die durch fokussiertes Laserlicht der Wellenlänge 660 nm erzeugt werden, untersucht.

Es wird festgestellt, dass es nahe der Oberfläche zu Ladungsverlusten kommen kann, die nicht nur von der Strahlendosis abhängen, sondern auch von der angelegten Spannung, der Vorgeschichte (Spannung von tieferen oder höheren Werten angefahren) aber auch von der Luftfeuchtigkeit. Die Messungen erlauben es auch Rückschlüsse auf das "weighting potential" nahe der Si-SiO<sub>2</sub> Grenzfläche und die Größe der Akkumulationsschicht zu ziehen. Eine qualitative Erklärung für das Auftreten der Ladungsverluste wird gegeben.

T 65: Halbleiterdetektoren: Neue Materialien und Konzepte

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 001

T 65.1 Mi 16:45 ZHG 001

**Dünne Silizium-Sensoren und 3D-Integration für den ATLAS Pixel-Detektor am HL-LHC** — ●PHILIPP WEIGELL<sup>1</sup>, LADISLAV ANDRICEK<sup>2</sup>, ANNA MACCHIOLO<sup>1</sup>, HANS-GÜNTHER MOSER<sup>2</sup>, RICHARD NISIUS<sup>1</sup> und RAINER RICHTER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München, Deutschland — <sup>2</sup>MPI Halbleiterlabor, München, Deutschland

Die geplante Steigerung der Luminosität des LHC Beschleunigers am CERN, HL-LHC, führt zu einer zehnfach erhöhten Intensität der sekundären Hadronen im ATLAS Spurdetektor. Dies macht neue strahlenresistentere Pixelsensoren nötig, da die zur Zeit verwendeten 250  $\mu\text{m}$  dicken Silizium-Sensoren auf Grund steigender Dunkelströme, niedriger Sammeleffizienzen und hoher Depletionsspannungen nicht mehr effizient betrieben werden können. Eine weitere Herausforderung ist die etwa fünffach größere Fläche des geplanten neuen Pixeldetektors die preiswertere Detektoren bedingt.

Unser dafür entwickeltes neuartiges Detektorkonzept nutzt gedünnte n-in-p Siliziumsensoren (75  $\mu\text{m}$  und 150  $\mu\text{m}$  Dicke), deren Funktion nach intensiver Bestrahlung weniger beeinträchtigt wird. Die Sensoren und Auslesechips werden mittels einer innovativen vertikalen Integrations-Technologie, ICV-SLID, zu Detektormodulen verbunden.

Neben den ersten mit dem SLID Verfahren verbundenen Pixeldetektoren mit einer aktiven Dicke von nur 75  $\mu\text{m}$  werden vor allem Ladungsmessungen von dünnen bestrahlten Sensoren vorgestellt. Diese zeigen eine erhöhte Sammeleffizienz im Vergleich zu Sensoren üblicher Dicke.

T 65.2 Mi 17:00 ZHG 001

**Messungen an bestrahlten  $n^+$ -in- $n$  ATLAS Silizium-Pixelsensoren mit unbestrahlter Ausleseelektronik unter Benutzung eines passiven Fanout-Chips** — SILKE ALTENHEINER, CLAUS GÖSSLING, REINER KLINGENBERG, TOBIAS LAPSIN, ●TILL PLÜMER, ANDRÉ RUMMLER, GEORGE TROSKA und TOBIAS WITTIG — TU-Dortmund, Experimentelle Physik IV, Dortmund

ATLAS ist einer der vier großen Detektoren am LHC. Sein innerer Vertexdetektor ist in Form eines hybriden Silizium-Pixeldetektor ausgeführt. Als Vorbereitung auf das HL-LHC Upgrade soll im Laufe der nächsten Jahre der vollständige Austausch des Pixeldetektors vorbereitet werden. Hierbei ist es gefordert, dass die innerste Lage Fluenzen bis zu  $2 \times 10^{16} n_{eq} \text{cm}^{-2}$  aushalten kann. Um die Einflüsse von mittels Bumpbonds verbundenem Sensor und Ausleseelektronik in der F&E auseinander halten zu können, wurde ein Werkzeug (Fanout) entwickelt. Dieser erlaubt es, unbestrahlte Ausleseelektronik (entweder diskret analoge oder Streifenauslese) reversibel und ohne die für Flip-Chip-Montage notwendige Wärmeeinwirkung an den bestrahlten Sensor anzuschließen. Das Fanout-System wird vorgestellt und erste Messungen mit demselben sollen gezeigt werden.

T 65.3 Mi 17:15 ZHG 001

**Studies of proton irradiated  $n^+$ -in- $n$  planar pixel sensors for the ATLAS upgrade** — ●SILKE ALTENHEINER, CLAUS GÖSSLING, REINER KLINGENBERG, TOBIAS LAPSIN, TILL PLÜMER, ANDRÉ RUMMLER, and TOBIAS WITTIG — Experimentelle Physik IV, TU Dortmund, D-44221 Dortmund

The ATLAS experiment at the LHC is planning upgrades of its pixel detector to cope with the luminosity increase foreseen in the coming years within the transition from LHC to HL-LHC. Associated with an increase in instantaneous luminosity is a rise of the target integrated luminosity which directly translates into significant higher radiation damage. These upgrades consist of the installation of a 4th pixel layer, the insertable b-layer IBL, with a mean sensor radius of only 32 mm from the beam axis. Being very close to the beam, the radiation damage of the IBL sensors might be as high as  $5 \cdot 10^{15} n_{eq} \text{cm}^{-2}$  at their end-of-life. The total fluence of the innermost pixel layer after the HL-LHC upgrade might even reach  $2 \cdot 10^{16} n_{eq} \text{cm}^{-2}$ . We have performed systematic measurements of proton irradiated planar pixel SingleChips with the FE-I4 readout chip. First results from lab measurements as well as testbeam measurements will be presented.

T 65.4 Mi 17:30 ZHG 001

**Charakterisierung von planaren- und 3d-Sensor-Modulen für das ATLAS Pixeldetektor Upgrade** — ●DAVID-LEON POHL<sup>1</sup>, MALTE BACKHAUS<sup>1</sup>, JÖRN GROSSE-KNETTER<sup>2</sup>, FABIAN HÜGGING<sup>1</sup>,

JENS JANSSEN<sup>1</sup>, HANS KRÜGER<sup>1</sup>, JENS WEINGARTEN<sup>2</sup> und NORBERT WERMES<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Der ATLAS Pixeldetektor wird 2013 um eine zusätzliche 4. Fassung aus hybriden Silizium-Pixel-Detektoren erweitert, um nach der Erhöhung der Luminosität auf  $10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  und den nicht zu vermeidenden Strahlenschäden eine ausreichende Spurrekonstruktionseffizienz zu gewährleisten. Die zusätzliche Lage ('Insertable B-Layer', kurz: IBL) befindet sich nur 3,1 cm von der Strahlachse entfernt. Dies stellt hohe Anforderungen an die Strahlhärte ( $5 \cdot 10^{15} n_{eq}$ ), den Materialaufwand ( $< 2\% X/X_0$ ) und die Pile-Up Unterdrückung. Daher wurden im Rahmen des IBL Projekts neuartige Sensoren (gedünnt, 3d-Silizium, Diamant) auf ihre Einsatzfähigkeit untersucht und ein neuer Pixelauslesechip (FE-I4) entwickelt. Der IBL soll 2013/14 fertig gestellt werden und aus 168 2-Chip Modulen und 112 1-Chip Modulen bestehen. Die 2-Chip Module sind mit planaren n-in-n Siliziumsensoren realisiert und die 1-Chip Module mit 3d-Siliziumsensoren (CNM/FBK). Prototypen dieser Module wurden charakterisiert und die Ergebnisse werden in dem Vortrag vorgestellt.

T 65.5 Mi 17:45 ZHG 001

**Upgrade of the ATLAS Silicon Strip Detector for the LHC High Luminosity Phase** — ●CONRAD FRIEDRICH — DESY, Zeuthen

Titel: Upgrade of the ATLAS Silicon Strip Detector for the LHC high luminosity phase

According to current planning a major machine upgrade of the LHC towards the so-called High Luminosity LHC (HL-LHC) is foreseen for the years around 2022/23. The upgrade plans involve an extension of the physics program by approximately another 10 years, targeting a total recorded integrated luminosity of  $3000 \text{fb}^{-1}$  per experiment (CMS/ATLAS). This is to be achieved by increasing the instantaneous luminosity up to  $5 \cdot 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . The machine upgrades also result in increased technical requirements for the experiments and make upgrades to their detectors indispensable. The ATLAS experiment plans to replace the whole Inner Detector by a new all-silicon tracker, the design of which is driven by the higher demands on radiation hardness and granularity to guarantee good tracking performance in an environment of extremely increased particle densities. The talk will focus on the challenges involved in the design and development towards a new Silicon micro-strip detector envisaged to replace the current ATLAS Silicon Strip (SCT) and Transition Radiation (TRT) Trackers. An overview of the ongoing work in the construction and testing of prototype detector modules and related read-out and powering electronics for the barrel part, as well as plans towards an upgrade of the SCT end-caps will be presented.

T 65.6 Mi 18:00 ZHG 001

**Untersuchungen zur Ladungsmultiplikation bei hochbestrahlten Siliziumstreifensensoren** — ●LOKMAN ALTAN, TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMM, KARL-HEINZ HOFFMANN und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Durch den Ausbau des LHC zum HL-LHC (high luminosity) am CERN wird die Strahlenbelastung an den Siliziumstreifensensoren gesteigert. Die Luminosität wird dabei in den nächsten Jahren um mindestens einen Faktor fünf erhöht ( $L = 5 \cdot 10^{34} / \text{cm}^2 \text{s}$ ). Die heutigen Siliziumstreifensensoren können dieser immensen Strahlenbelastung auf Dauer nicht standhalten und können schon nach kurzer Zeit ihre volle Leistungsfähigkeit nicht mehr abrufen. Die zu entwickelnden Sensoren müssen in Zukunft einer Fluenz von bis zu  $10^{16} n_{eq} / \text{cm}^2$  standhalten. Entscheidend für die weitere Entwicklung der Siliziumstreifensensoren ist der Einfang freier Ladungsträger an Defekten, die durch die Strahlung induziert werden.

Nach neusten Messungen wird erkennbar, dass die Ladungssammlungseffizienz nach Bestrahlung größer ist und somit eine größere Anzahl an Ladungen nachgewiesen wird. In dieser Arbeit werden die Eigenschaften der Ladungsmultiplikation im Hinblick auf verschiedene Geometrien und Prozessierungsschritte der Streifensensoren bei unterschiedlicher Bestrahlung untersucht.

T 65.7 Mi 18:15 ZHG 001

**Lorentzwinkelmessungen an gemischt bestrahlten Streifensensoren** — TOBIAS BARVICH<sup>1</sup>, FELIX BÖGELSPACHER<sup>1</sup>, WIM DEBOER<sup>1</sup>, ALEXANDER DIERLAMM<sup>1</sup>, FRANK HARTMANN<sup>1</sup>, KARL-HEINZ HOFFMANN<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 (EKP), 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 Strahlenshärte 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. Bisher deckt die Studie gemischt bestrahltes floatzone Material sowie protonbestrahltes floatzone und magnetic-czochralski Material ab. Dieser Vortrag gibt eine Übersicht über die bisher gewonnenen Ergebnisse.

T 65.8 Mi 18:30 ZHG 001

**Einfluss von Strahlenschäden und Annealingzeiten auf die Ladungssammlungseffizienz und das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis von Siliziumstreifensensoren unterschiedlicher Materialien** — TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, WIM DEBOER, ALEXANDER DIERLAMM, ROBERT EBER, •SABINE FRECH, KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Die heutigen Siliziumstreifensensoren sind für den Ausbau des LHC am CERN zum HL-LHC (High luminosity-LHC) nicht mehr geeig-

net, da sie auf Grund der hohen Strahlenbelastung schon nach kurzer Zeit nicht mehr ausreichend Signale liefern können. Daher müssen neue Sensoren entwickelt werden, die der höheren Luminosität und der damit verbundenen höheren Strahlenbelastung standhalten können. Im Rahmen der CMS-Tracker-Kollaboration werden nun Messungen durchgeführt, um das geeignetste Material für Siliziumstreifensensoren für den verbesserten Spurdetektor am CMS zu ermitteln. Es wurden Sensoren sowohl rein mit Protonen, rein mit Neutronen als auch gemischt (mit Protonen und Neutronen) bestrahlt, um wichtige Sensoreigenschaften, wie zum Beispiel die Ladungssammlungseffizienz, das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis, Leckstrom und Annealingverhalten zu untersuchen, die mittels AliBaVa-Auslesesystem gemessen wurden. Im Folgenden werden die Messergebnisse von Siliziumstreifensensoren aus den Materialien "Float-Zone" und "Magnetic-Czochralski" verschiedener Dicken (200 – 320µm) verglichen.

T 65.9 Mi 18:45 ZHG 001

**Untersuchungen zur Strahlenshärte von Silizium Photomultiplier Arrays** — •MIRCO DECKENHOFF und ROBERT EKELHOF — Experimentelle Physik 5, TU Dortmund

Tracking Module aus szintillierenden Fasern mit Silizium Photomultiplier (SiPM) Auslese werden derzeit als Option für ein Upgrade des LHCb-Detektors entwickelt. Um eine Ortsinformation zu erhalten, verwendet man hierzu Arrays von SiPMs. Wegen der zu erwartenden hohen Belastungen ist die Untersuchung der Strahlenshärte dieser SiPM-Arrays von entscheidender Bedeutung.

Im Anschluss an erste Bestrahlungstests der Lichtdetektoren mit Elektronen (ELBE-Quelle Dresden) und Protonen (Centre Antoine Lacassagne, Nizza und Forschungszentrum Garching) wurde ein SiPM-Array am LHCb-Detektor angebracht. Im Vortrag sollen die Ergebnisse dieser in situ Untersuchungen sowie mögliche Konsequenzen für die Verwendung von Silizium Photomultiplier Arrays präsentiert werden.

## T 66: Halbleiterdetektoren: Strahlenshärte und neue Materialien

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 001

T 66.1 Do 16:45 ZHG 001

**Optimierung eines Silizium-Pixelsensors für den European XFEL mit Hilfe von TCAD Simulationen** — •JÖRN SCHWANDT, ECKHART FRETWURST, ROBERT KLANNER und JIAGUO ZHANG — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Im Rahmen des Adaptive Gain Integrating Pixel Detector Projekts (AGIPD) ist ein Silizium-Pixelsensor, der folgende Anforderungen erfüllt, zu entwerfen: 0,1-10<sup>5</sup> 12 keV Photonen/Pixel und XFEL-Puls, eine Dosis von 1 GGy 12 keV Photonen für 3 Jahre Betrieb. Der Sensor soll aus 1024 × 1024 Pixel mit einer Dicke von 500 µm und einer Pixelgröße von 200 × 200 µm<sup>2</sup> bestehen.

Zur Optimierung des Sensors (p<sup>+</sup> Pixel auf n-Silizium) werden TCAD Simulationen, die die Strahlenschäden durch die Röntgenstrahlung berücksichtigen, durchgeführt. Ergebnisse zur Spannungsfestigkeit, zum Dunkelstrom und zur Inter-Pixel-Kapazität als Funktion der Breite und Tiefe der p<sup>+</sup>-Implantierung, des Metallüberhangs, der Oxiddicke und der Guardring-Struktur werden vorgestellt.

T 66.2 Do 17:00 ZHG 001

**Simulation von Siliziumsensoren** — WIM DE BOER, ALEXANDER DIERLAMM, ROBERT EBER, KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER, ANDREAS NÜRNBERG, •CHRISTOPH RENNEBAUM und MIKE SCHMANAU — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Hinsichtlich des Upgrades des LHC (Large Hadron Collider) zum HL-LHC (High Luminosity LHC) wird die Strahlenbelastung in den Siliziumsensoren des CMS Spurdetektor so stark ansteigen, dass die bisherigen Sensoren nach kurzer Zeit funktionsunfähig wären. Deshalb werden zur Zeit viele Materialstudien durchgeführt, um geeignete Sensoren für dieses Strahlungsumfeld zu bauen. Um die Eigenschaften der Materialien zu verstehen werden sie bestrahlt, vermessen und für ein tieferes Verständnis des Materials sowie zur Extrapolation auf die spätere Strahlungsumgebung simuliert. Dazu muss verstanden werden, wie sich Strahlenschäden auf die Eigenschaften der Materialien auswirken. Diese Strahlenschäden werden durch verschiedene Trapmodelle in die Simulationssoftware Silvaco Atlas implementiert, um mittels numerischer Device-Simulationen Observable wie der Leckstrom, die Kapazität und das Signalverhalten vor und nach Bestrahlung nach-

zustellen. Einige dieser Trapmodelle und deren Simulationsergebnisse werden präsentiert.

T 66.3 Do 17:15 ZHG 001

**Investigations of the Radiation Hardness of DEPFET Sensors and the BEAST II Experiment at Belle II** — •TOBIAS KLEINOHL, CARLOS MARINAS, FLORIAN LÜTTICKE, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Deutschland

An upgrade of the existing Japanese flavour factory (KEK, Tsukuba) is foreseen by 2014. The new machine (SuperKEKB) will deliver an instantaneous luminosity 40 times higher than the current machine. To exploit the huge number of events that are expected, the detector (Belle) has to be also updated. To make the high precision measurements needed for the reconstruction of the B meson decay vertices in such a harsh environment, the innermost subdetector of the new experiment, Belle II, will be equipped with highly pixelated DEPFET sensors. With the increased luminosity, not only higher number of physics events will be created, but also much larger background levels are expected. Under these conditions, with expected doses of up to 1 Mrad (10 kGy) per year, the radiation damage of the DEPFET sensors is an issue that has to be deeply investigated. In addition, a safe environment has to be ensured before the installation of the DEPFET vertex detector. In order to study the conditions of the surrounding volume close to the beam pipe under different configurations of the accelerator, a detector able to measure doses and background sources (BEAST II) will be operated before the final Belle II experiment, until a stable beam configuration is found. In this talk, the performance of DEPFET sensors irradiated with different dose levels and the detector concepts for the BEAST II experiment will be presented.

T 66.4 Do 17:30 ZHG 001

**Irradiation studies of DEPFET-like devices with x-rays** — •STEFAN PETROVIC, ANDREAS RITTER, HANS-GÜNTHER MOSER, JELENA NINKOVIC, RAINER RICHTER, LADISLAV ANDRICEK, CHRISTIAN KOFFMANN, and ANDREAS WASSATSCH — Max-Planck-Institut für Physik - Halbleiterlabor

The upcoming upgrade of the Belle-Experiment at KEK will impose

new challenges in radiation hardness for the utilized DEPFET-devices (Depleted p-channel Field Effect Transistor). The upgrade in Belle II will result in an increased luminosity and therefore in a significantly higher radiation dose up to 1 Mrad (10 kGy) per year which the DEPFET-devices need to withstand. Radiation damage through ionizing and non-ionizing radiation is possible. In the case of ionizing radiation positive charge carriers are created that will be collected at the interface between silicon and silicon dioxide. The creation of these charge carriers will result in a threshold voltage shift of the deployed transistors. In order for the detector to remain functional, the operating voltage needs to be adjusted depending on the threshold voltage shift. Therefore a detailed characterization of the voltage shift due to the radiation damage of ionizing radiation is crucial for the correct predicament of the detector operation. The test devices employed for the irradiation studies simulated the behavior at the Si-SiO<sub>2</sub> interface of the DEPFET. The irradiation was executed at the x-ray facility at KIT (Karlsruhe Institute of Technology) with maximum photon energy of 60 keV.

T 66.5 Do 17:45 ZHG 001

**The degradation in signal of the pCVD diamond based Beam Condition Monitors at CMS due to radiation damage.** — ●MORITZ GUTHOFF<sup>1,2</sup>, WIM DE BOER<sup>2</sup>, ANNE DABROWSKI<sup>1</sup>, RICHARD HALL-WILTON<sup>3</sup>, and STEFFEN MÜLLER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>CERN, Geneva, Switzerland — <sup>2</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT, Karlsruhe, Germany — <sup>3</sup>ESS, Lund, Sweden

The very intense and high energetic proton beam at the LHC has an extremely high damaging potential. For the accelerator a Beam Loss Monitor system is in place to detect potentially damaging particle rates using ionization chambers. Inside the CMS experiment polycrystalline CVD diamond detectors are used instead since they are much smaller, giving a comparable signal.

Although diamonds are believed to be radiation hard because of their large displacement energy and their low leakage currents, they can suffer signal loss when placed in extremely intense radiation fields.

This talk introduces the theoretical degradation of detector signal due to radiation. A method of monitoring the detector efficiency by normalizing to instantaneous luminosity and the degradation of the used diamonds due to radiation damage will be presented.

T 66.6 Do 18:00 ZHG 001

**Konzept und Aufbau eines Diamant-basierten Luminositätsmonitors für den ATLAS-Detektor** — ●JENS JANSSEN<sup>1</sup>, FABIAN HÜGGING<sup>1</sup>, HANS KRÜGER<sup>1</sup>, MARLON BARBERO<sup>1</sup>, JENS WEINGARTEN<sup>2</sup>, MATTHIAS GEORGE<sup>2</sup>, HARRIS KAGAN<sup>3</sup> und NORBERT WERMES<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>II. Physikalisches Institut, Universität Göttingen — <sup>3</sup>Department of Physics, Ohio State University

Der Diamond Beam Monitor (DBM) ist ein Arbeitspaket des Insertable B-Layer (IBL) Upgrades des ATLAS-Pixeldetektors. Integraler Bestandteil des DBMs sind 24 FE-I4 Pixel-Auslesechips, dessen strahlensensitive Ausleseelektronik für die neue B-Lage des ATLAS-Pixeldetektors entwickelt worden ist. Die Auslesechips werden mit 21mm x 18mm großen und etwa 500µm dicken polykristallinen Diamant-Sensoren (pCVD) bestückt. Diese 24 Diamant-Module werden in etwa 1m Entfernung vom Wechselwirkungspunkt als 3-lagige Strahlenteleskope um das Strahlrohr angeordnet. Der DBM dient als Ersatz und Ergänzung bestehender Luminositätsmonitore und findet zusätzlich Verwendung als Tracker für die Untersuchung von Halo- und Kollisionspartikeln. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Charakterisierung der Diamant-Module (Labor- und Teststrahlendaten) vorgestellt.

T 66.7 Do 18:15 ZHG 001

**Messung an hochbestrahlten pCVD Diamanten** — ●LARS GRABER, JÖRN GROSSE-KNETTER, ARNULF QUADT und JENS WEINGARTEN — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Für die Messung der Eigenschaften hochbestrahlter Diamanten als Sensormaterial für Spurdetektoren wurde ein Teststand aufgebaut. Dieser ermöglicht es durch radioaktive Quellen im Diamanten deponierte Ladungen zu messen. Die Ladungssammlung wurde durch Bestimmung der charge collection distance (CCD) bei unterschiedlichen Versorgungsspannungen verifiziert.

Die Kapazität der Diamanten wurde in Abhängigkeit der Versorgungsspannung bis ±1,5 kV gemessen. Hierbei zeigten sich Differenzen zwischen dem Verhalten unbestrahlter und hochbestrahlter Diamanten. Der Verlauf der Kapazität bei einer hochbestrahlten Probe kann nicht durch Defektdotierungen erklärt werden. Die bisherigen Ergebnisse und nächsten Schritte werden präsentiert und diskutiert.

T 66.8 Do 18:30 ZHG 001

**Diamond Pixel Detectors in High Radiation Environments** — ●JIEH-WEN TSUNG<sup>1</sup>, MIREK HAVRANEK<sup>1</sup>, FABIAN HÜGGING HÜGGING<sup>1</sup>, HARRIS KAGAN<sup>2</sup>, MICHAEL KARAGOUNIS<sup>1</sup>, HANS KRÜGER<sup>1</sup>, and NORBERT WERMES<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Nußallee 12, Bonn, Germany — <sup>2</sup>Department of Physics, The Ohio State University, 191 W. Woodruff Ave., Columbus, Ohio, U.S.A

Diamond is attractive for sensors of vertex detectors because of its strong radiation-hardness. Its tiny leakage current and smaller capacitance result in low noise. However, silicon (Si) gives larger signals, while its noise level is similar to diamond before irradiation. This situation changes in high radiation environments, e.g. super Large Hadron Collider, at where a particle fluence  $10^{16} n_{eq}/cm^2$  is expected. To compare the diamond and Si pixel detectors, their signal-to-noise ratio (SNR) versus irradiation is estimated. For the signals, the decreasing mean free path of charge carriers versus irradiation is measured using diamond pad detectors, and the results are applied to predict the signal deterioration. The noise is calculated based on a model of the pixel readout circuit, and also simulated using chip design software with the leakage current and input capacitance to the charge sensitive amplifier as key parameters. The input capacitance has never been clearly identified in pixel detectors, so a measuring chip (PixCap) has been developed to directly measure it. With all the mentioned ingredients, the SNR of diamond and silicon pixel detectors is estimated up to  $10^{16}/cm^2$  fluence. Finally, we present the measurements of diamond and Si pixel detectors with the ATLAS FE-I4 pixel readout chip.

T 66.9 Do 18:45 ZHG 001

**Charge collection of scCVD diamond at cold to ultra-cold temperatures** — ●HENDRIK JANSSEN<sup>1</sup>, HEINZ PERNEGGER<sup>1</sup>, VLADIMIR EREMIN<sup>2</sup>, and NORBERT WERMES<sup>3</sup> — <sup>1</sup>CERN, Switzerland — <sup>2</sup>IOFFE — <sup>3</sup>University of Bonn

For the new series of triplet magnets, the Beam Instrumentation Group seeks a detector concept for a Beam Loss Monitor that provides full functionality at ultra-cold temperatures (1.9 K). A fast response time, excellent radiation hardness, long durability and reliability, good SNR, and a broad dynamic range are all critical properties. An obvious candidate for the detector material is single-crystal Chemical-Vapour-Deposited (scCVD) diamond.

A set-up for Transient Current Technique (TCT) measurements for CVD diamonds at ultra-cold temperatures has been put in place at CERN. Helium cooling allows for temperatures down to 1.9 K. Am-241 and Sr-90 sources provide ionizing radiation. Broad-band read-out electronics and a current-sensitive amplifier enable measurement of the transient current.

We will present results of measurements of the temperature dependence of fundamental diamond quantities such as carrier drift mobility and velocity, total charge yield, lifetime and detrapping time constants, and trapping energy levels. Furthermore, the difference between MIP-signals and  $\alpha$ -signals is shown and important results for possible detector operations are derived. A model capable of explaining parts of the data - the plasma effect with associated recombination, trapping and detrapping - will be presented for scCVD diamonds.

## T 67: Halbleiterdetektoren: Strahlenschäden

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: ZHG 001

T 67.1 Fr 8:30 ZHG 001

**Einfluss von Strahlenschäden auf die charakteristischen Streifenkenngrößen von Siliziumstreifensensoren unterschiedlicher Grundmaterialien** — TOBIAS BARVICH, FELIX BÖGELSPACHER, ALEXANDER DIERLAMM, SABINE FRECH, FRANK HARTMANN, ●KARL-HEINZ HOFFMANN, THOMAS MÜLLER und PIA STECK — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Da die aktuellen Siliziumstreifensensoren am LHC, aufgrund der deutlich höheren Strahlenbelastung am HL-LHC, nicht lange funktionieren würden, benötigt man für den Ausbau zum HL-LHC deutlich strahlenhärtere Sensoren. Im Rahmen der CMS Tracker Collaboration wurde eine umfangreiche Messkampagne gestartet, um das am besten geeignete Siliziumgrundmaterial für einen zukünftigen Spurdetektor zu finden. Im Folgenden werden Untersuchungen zur Entwicklung der Streifenkenngrößen nach Bestrahlung gezeigt, welche Aufschluss über die Eignung der verschiedenen Materialien geben. Die Messungen wurden an Float-Zone und Magnetic-Czochralski Siliziumsensoren mit unterschiedlichen Dicken und zu unterschiedlichen Fluenzen bestrahlt durchgeführt.

T 67.2 Fr 8:45 ZHG 001

**Strahlenhärtestudien an Dioden verschiedener Dicke und verschiedenen Typs** — TOBIAS BARVICH<sup>1</sup>, WIM DE BOER<sup>1</sup>, ALEXANDER DIERLAMM<sup>1</sup>, IRENA DOLENC-KITTELMANN<sup>3</sup>, ●ROBERT EBER<sup>1</sup>, JOACHIM ERFLE<sup>2</sup>, MARKUS GABRYSCH<sup>3</sup>, KARL-HEINZ HOFFMANN<sup>1</sup>, THOMAS MÜLLER<sup>1</sup>, THOMAS PÖHLSSEN<sup>2</sup>, NICOLA PACIFICO<sup>3</sup> und PIA STECK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — <sup>2</sup>Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg — <sup>3</sup>CERN

Im Rahmen der groß angelegten Studie zur Ermittlung der zukünftigen Sensortechnologie des CMS-Spurdetektor nach dem Upgrade des LHC werden Dioden eines Herstellers mit verschiedenen Grundmaterialien und verschiedenen Dicken hinsichtlich ihrer Strahlenhärte untersucht. Die Ladungssammlungseffizienz für Dioden, welche mit Protonen, Neutronen oder mit beiden Teilchensorten gemischt zu Fluenzen von mehr als  $F = 10^{14} n_{eq}$  bestrahlt wurden, geben Aufschluss über den Schädigungsgrad der Sensoren. Mittels TCT-Messungen und Simulationen werden Trappingzeiten und elektrische Felder bestimmt, welche das Ladungssammlungsverhalten im Detektor maßgeblich beeinflussen. Auf Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien und Typen wird näher eingegangen.

T 67.3 Fr 9:00 ZHG 001

**Systematische Untersuchung verschiedener Siliziummaterialien auf Strahlenhärte für den HL-LHC** — ●JOACHIM ERFLE<sup>1</sup>, ALEXANDER DIERLAMM<sup>3</sup>, ROBERT EBER<sup>3</sup>, DORIS ECKSTEIN<sup>2</sup>, KARL-HEINZ HOFFMANN<sup>3</sup>, ALEXANDRA JUNKES<sup>1</sup>, EVANGELOS NAGEL<sup>1</sup>, CORALIE NEUBÜSER<sup>1</sup>, ANDREAS NÜRNBERG<sup>3</sup>, THOMAS PÖHLSSEN<sup>1</sup>, CHRISTIAN SCHARF<sup>1</sup>, GEORG STEINBRÜCK<sup>1</sup> und HENNING WENCK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg — <sup>2</sup>DESY Hamburg — <sup>3</sup>Karlsruhe Institut für Technologie

Die geplante Hochluminositätsenergieerweiterung des LHC (HL-LHC) stellt extreme Anforderungen an die Strahlenhärte der Silizium-Sensoren. Um das beste Material für die Erneuerung des CMS-Spurdetektors auszuwählen, wurden im Rahmen einer CMS-weiten Mess- und Bestrahlungskampagne verschiedene Teststrukturen und Sensoren mit verschiedenen Siliziummaterialien (Magnetic Czochralski, Float-Zone und epitaktisches Silizium) produziert. Der erste Teil des geplanten Bestrahlungs- und Messprogramms wurde mittlerweile durchgeführt. Erste Ergebnisse zu Leckstrom, effektiver Dotierungskonzentration sowie Ladungssammlung werden vorgestellt.

T 67.4 Fr 9:15 ZHG 001

**Bestimmung der Lebensdauern von Ladungsträgern in strahlengeschädigtem Silizium** — ●THOMAS PÖHLSSEN, JOACHIM ERFLE und ECKHART FRETWURST — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Zur Bestimmung der Lebensdauern der Ladungsträger in strahlengeschädigtem Silizium existieren unterschiedliche Methoden. Die für Fluenzen bis einige  $10^{14} \text{ cm}^{-2}$  etablierte Charge Correction Method setzt konstante und feldunabhängige Lebensdauern der Ladungsträger voraus. Bei höheren Fluenzen können die Daten mit dieser Annahme nicht beschrieben werden, da bei hohen Spannungen weniger Ladungsträger-

verluste auftreten als erwartet.

Bei Fluenzen über  $10^{15} \text{ cm}^{-2}$  werden Lebensdauern ermittelt, die um ein Faktor 2 über den Extrapolationen von Messungen bei kleinen Fluenzen liegen.

Verschiedene Methoden zur Bestimmung der Lebensdauern werden vorgestellt und diskutiert.

T 67.5 Fr 9:30 ZHG 001

**Eigenschaften von p-Typ Silizium-Dioden nach Bestrahlung mit Protonen und Neutronen** — ●CORALIE NEUBÜSER, ECKHART FRETWURST, ALEXANDRA JUNKES, ROBERT KLANNER, THOMAS PÖHLSSEN und ROXANA RADU — Universität Hamburg

$n^+ - p - p^+$  Silizium-Sensoren gelten als gute Kandidaten für den Einsatz in Spurdetektoren in Experimenten am geplanten *high luminosity* Large Hadron Collider (*hl* LHC). Die effektive Dotierungskonzentration und der Sperrstrom von p-Typ Flächendioden wurden nach der Bestrahlung mit 23 GeV Protonen und 1 MeV Neutronen mit äquivalenten Neutronenflüssen im Bereich von  $\Phi_{eq} = 1 \times 10^{11} - 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  mit Hilfe von Kapazitäts-Spannungs (CV) und Strom-Spannungs (IV) Charakteristika untersucht. Zusätzlich wurden die Abhängigkeiten der Konzentration der strahleninduzierten Defekte im Siliziumkristall von der Tiefe im Detektor und die Gesamtkonzentrationen mit Hilfe von Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS) bestimmt. Die Resultate werden mit Ergebnissen von Messungen an n-Typ Dioden verglichen.

T 67.6 Fr 9:45 ZHG 001

**Study of point and cluster related defects in electron irradiated silicon** — ●ROXANA RADU<sup>1,2</sup>, ECKHART FRETWURST<sup>1</sup>, and IOANA PINTILIE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institute for Experimental Physics, University of Hamburg — <sup>2</sup>National Institute of Material Physics, Bucharest

This work focuses on the investigation radiation damage due to electrons responsible for the degradation of silicon detectors. This radiation damage is primarily due to bulk damage, consisting of isolated point and extended cluster defects. 1 MeV electrons produce point defects, cluster effects already start at about 6 MeV and the ratio between point and cluster dominated defect formation increases with the electron energy. Changing the electron energy thus allows to study the differences between point and cluster defects.

For this study silicon pad diodes fabricated from STFZ,DOFZ and EPI on Cz substrate are used. All diodes are p+-n+ structures with sensitive area of 5x5 mm<sup>2</sup>, thickness of about 290 um and 50 um respectively, and a resistivity 5 kOhm\*cm and 60 Ohm\*cm respectively. The irradiations were done at the PTB Braunschweig with 6 MeV electrons and fluences between  $1e12 - 1.5e15 \text{ e/cm}^2$ . To study the defect kinetics the technique of isothermal annealing at 80C was used. Measurements of I-V, C-V characteristics were performed in order to extract the macroscopic parameters like depletion voltage, leakage current and effective doping concentration. TSC and DLTS analyses allowed to detect centers which trap free carriers in the material and to determine the trapping parameters of defect levels and their impact on the device electrical properties. First results will be presented.

T 67.7 Fr 10:00 ZHG 001

**Aufbau und Charakterisierung eines Messstandes zur Untersuchung strahlengeschädigter Siliziumsensoren mit einer  $\beta$ -Quelle** — ●HENNING KRÖHNKE, ROBERT KLANNER, SERGEJ SCHUWALOW und GEORG STEINBRÜCK — Universität Hamburg Institut für Experimentalphysik

Zur Untersuchung strahlengeschädigter Siliziumkristalle wurde ein Messstand aufgebaut, mit dem die Signale von Elektronen einer 90-Sr  $\beta$ -Quelle in Silizium-Flächendioden im Temperaturbereich zwischen  $-30^\circ\text{C}$  und  $+60^\circ\text{C}$  vermessen werden können. Im Rahmen einer CMS-Messkampagne zur Entwicklung strahlenharder Siliziumsensoren für den hl-LHC (high-luminosity LHC) soll insbesondere die Abhängigkeit der Ladungssammlung als Funktion der Dosis der Bestrahlung und der Teilchensorte bei verschiedenen Temperaturen untersucht werden. Im Vortrag werden der Aufbau des Messstandes beschrieben und erste Messergebnisse vorgestellt.

T 67.8 Fr 10:15 ZHG 001

**Annealing study of defects at the Si-SiO<sub>2</sub> interface introduced by 12 keV X-rays** — ●JIAGUO ZHANG<sup>1</sup>, ECKHART FRETWURST<sup>1</sup>,

ROBERT KLANNER<sup>1</sup>, IOANA PINTILIE<sup>2</sup>, and JOERN SCHWANDT<sup>1</sup> —  
<sup>1</sup>Institute for Experimental Physics, Hamburg University, Luruper  
 Chaussee 149, D-22761 Hamburg, Germany — <sup>2</sup>National Institute of  
 Materials Physics, P. O. Box MG-7, Bucharest-Magurele, Romania

The European X-ray Free Electron Laser (XFEL) will deliver 30,000  
 fully coherent, high brilliance X-ray pulses per second with duration  
 below 100 fs. This will allow the recording of diffraction patterns of single  
 molecules and the study of ultra-fast processes. Silicon pixel sensors  
 will be used to detect the diffraction images. In 3 years of operation

the sensors will be exposed to doses of up to 1 GGy of 12 keV X-rays.  
 At these X-ray energies defects, i.e. fixed oxide charges and interface  
 traps, will build up at the Si-SiO<sub>2</sub> interface over exposure time. We  
 have investigated as function of the 12 keV X-ray dose the microscopic  
 defects in test structures fabricated by CiS and Hamamatsu. Addition-  
 ally, annealing studies have been carried out at 50°C, 60°C and  
 80°C for irradiated test structures. The frequency factors and activa-  
 tion energies of the defects have been determined so that the long term  
 behaviour of irradiated sensors at room temperature can be predicted  
 using the results of this study.

## T 68: Halbleiterdetektoren: Laufende Experimente und Elektronik

Zeit: Montag 16:45–18:45

Raum: ZHG 005

T 68.1 Mo 16:45 ZHG 005

**Elektrische Modelle für Silizium-Photomultiplier** — ●CARSTEN  
 HEIDEMANN, THOMAS HEBBEKER, MARKUS MERSCHMEYER und FLO-  
 RIAN SCHEUCH — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Die Entwicklung von Detektoren mit Silizium-Photomultipliern  
 (SiPM) ist ein aktives Feld der Forschung. Im Zuge der Upgrades bei  
 den Experimenten am LHC ist die Verwendung von SiPMs an vielen  
 Stellen geplant, da sie sich zur Detektion von kleinsten Lichtmengen  
 auf sehr kleinem Raum eignen.

Zum Verständnis des Zeitverhaltens und des Ausgangssignal, zum  
 Design der Frontend-Elektronik und zur vollständigen Simulation von  
 SiPMs benötigen wir das Verständnis des elektrischen Verhaltens (Mo-  
 dell).

Es finden sich einige Ansätze in Literatur, in der Regel werden  
 elementare SiPM-Signale für verschiedenen Betriebsparameter erfasst  
 und anschließend mit den Spice-Simulationen verglichen. Neben dem  
 normalen SiPM-Signal dienen aber auch Impedanzmessungen und  
 Strom-Spannungs-Kennlinien zur Verbesserung des ermittelten elek-  
 trischen Modells. In diesem Vortrag werden Ergebnisse von eben die-  
 sen Messungen und der Vergleich mit den Spice-Simulationen präsent-  
 tiert.

T 68.2 Mo 17:00 ZHG 005

**STiC und KLauS - ASICs zur Signalauslese von Silizium-  
 Photomultipliern** — MARKUS DORN, ●TOBIAS HARION, HANS-  
 CHRISTIAN SCHULTZ-COULON, WEI SHEN und GVIDAS SIDLAUSKAS  
 — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg

Moderne Teilchendetektoren, wie sie für Experimente der Hochenergie-  
 physik als auch der Medizinphysik entwickelt werden, verwenden zu-  
 nehmend Silizium-Photomultiplier zur Lichtauslese von Szintillatoren.  
 SiPMs sind neuartige Photodetektoren, welche sich durch ihre Kom-  
 paktheit, Insensitivität gegenüber Magnetfeldern und hohe Zeitauf-  
 lösung auszeichnen. Die hohe Verstärkung dieser Sensoren führt zu ei-  
 nem grossen Ausgangsstrom, wodurch eine strommodus-basierte Aus-  
 lesetechnik ermöglicht wird. Basierend auf diesem Konzept wurden die  
 ASICs KLauS und STiC entwickelt.

Für den Einsatz im hadronischen Kalorimeter der CALICE Kollabo-  
 ration wurde der KLauS Chip entwickelt. Dieser ermöglicht eine Lad-  
 ungsmessung des Signals mit einem hohen dynamischen Bereich, so-  
 wie die Möglichkeit des Power Gatings, womit eine sehr geringe Lei-  
 stungsaufnahme erreicht werden kann.

Der STiC Chip wurde für Flugzeitexperimente entwickelt und ist dar-  
 auf optimiert, eine präzise Messung der Signalzeiten zu ermöglichen.  
 Der ASIC ist damit für Anwendungen, welche eine hohe Zeitauf-  
 lösung im Pikosekundenbereich erfordern, geeignet.

Neben Charakterisierungsmessungen der bestehenden Chipversionen  
 stellen wir die Neuerungen einer weiterentwickelten Version des STiC  
 Chips vor.

T 68.3 Mo 17:15 ZHG 005

**Characterization of the 3D IC prototype FETC4 for the AT-  
 LAS experiment at HL-LHC** — ●DAVID ARUTINOV, MALTE BACK-  
 HAUS, MARLON BARBERO, TOMASZ HEMPEREK, MICHAEL KARAGO-  
 UNIS, HANS KRÜGER, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut,  
 Universität Bonn

ATLAS is one of the multipurpose experiments located at the Large  
 Hadron Collider at CERN. Several upgrades are foreseen for the LHC  
 which assume luminosity ramp-up to  $5 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . The current  
 pixel Front-End IC can not cope with the increased hit rates and radi-

ation levels encountered at the High Luminosity LHC. 3D electronics  
 targets ATLAS pixel detector innermost layer upgrades. The concept  
 of 3D electronics is to split a circuit into several tiers, and integrate  
 them vertically using special techniques, e.g. Through Silicon Via and  
 inter-tier bonding. This leads to smaller pixel sizes with more func-  
 tionalities and opens attractive possibilities of technology mixing in  
 an integrated monolithic 3D IC stack. Significant progress has been  
 made in this direction. Separate tiers as well as 3D stacks in different  
 configurations have been tested. Test results and future steps will be  
 presented in this talk.

T 68.4 Mo 17:30 ZHG 005

**Operational experience with the ATLAS Pixel Detector at  
 the LHC.** — ●CECILE LAPOIRE and NORBERT WERMES — Physikali-  
 sches Institut Universitaet Bonn

The ATLAS Pixel Detector is the innermost detector of the ATLAS  
 experiment at the Large Hadron Collider at CERN, providing high-  
 resolution measurements of charged particle tracks in the high radia-  
 tion environment close to the collision region. This capability is vital for  
 the identification and measurement of proper decay times of long-lived  
 particles such as b-hadrons, and thus vital for the ATLAS physics pro-  
 gram. The detector provides hermetic coverage with three cylindrical  
 layers and three layers of forward and backward pixel detectors. It con-  
 sists of approximately 80 million pixels that are individually read out  
 via chips bump-bonded to 1744 n-in-n silicon substrates. In this talk,  
 results from the successful operation of the Pixel Detector at the LHC  
 will be presented, including monitoring, calibration procedures, timing  
 optimization and detector performance. The detector performance is  
 excellent: 96,3% of the pixels are operational, noise occupancy and hit  
 efficiency exceed the design specification, and a good alignment allows  
 high quality track resolution.

T 68.5 Mo 17:45 ZHG 005

**Can we measure charge at the Semiconductor Tracker,  
 ATLAS detector ?** — ●MADALINA STANESCU-BELLU — DESY,  
 Zeuthen, Germany

Within the Inner Detector, ID, of the ATLAS detector at the Large  
 Hadron Collider, there is the Silicon Strips Detector (Semiconductor  
 Tracker, SCT), which provides precise momentum resolution, but not  
 dE/dx measurements. Therefore, we try to see if we can reconstruct in-  
 side the SCT the dE/dx values from the limited Time-Over-Threshold  
 information and the number of strips in a cluster, and compare the  
 results with the better resolution dE/dx reconstructed in the Pixel de-  
 tector, another subsystem of the ID. The analysis uses data recorded  
 in 2010, with 7 TeV center-of-mass energy and minimum bias events.  
 The first results are very encouraging, however, measuring dE/dx in a  
 strip detector is still speculative. The long term goal is to track changes  
 in the collected charge and not to do particle identification.

T 68.6 Mo 18:00 ZHG 005

**Depletionstiefenmessung im ATLAS Pixel Detektor** —  
 BENIAMINO DI GIROLAMO<sup>2</sup>, STEPHEN GIBSON<sup>2</sup>, JÖRN GROSSE-  
 KNETTER<sup>1</sup>, ●ANDRE SCHORLEMMER<sup>1,2</sup>, ARNULF QUADT<sup>1</sup> und  
 JENS WEINGARTEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Georg-August-  
 Universität Göttingen — <sup>2</sup>CERN

Die innerste Komponente des ATLAS Experiments ist der Pixel De-  
 tektor. Die Halbleitersensoren des ATLAS Pixel Detektors haben eine  
 Dicke von 250  $\mu\text{m}$  und werden zurzeit vollständig depletiert betrieben.  
 Die Strahlenbelastung durch den LHC hat jedoch eine Veränderung

der effektiven Dotierung der Halbleitersensoren zur Folge. Um sicherzustellen, dass der Detektor vollständig depletiert bleibt, muss die Betriebsspannung mit der Zeit erhöht werden. Da die maximale Spannung limitiert ist, wird die Depletionstiefe mit zunehmender Bestrahlung des Detektors abnehmen. Durch den Rückgang des sensitiven Volumens im Sensor wird die Effizienz des Detektors verringert. Die Depletionstiefe wird mit Hilfe der Cluster-Größe und der rekonstruierten Spur des entsprechenden Teilchens gemessen. Da die Messung Teilchenspuren verwendet, kann sie kontinuierlich während der gesamten Betriebszeit des LHC durchgeführt werden. Dieser Vortrag erläutert die Methode der Messung und stellt erste Ergebnisse vor.

T 68.7 Mo 18:15 ZHG 005

**Veränderung der Sensoreigenschaften des CMS Streifendetektors im laufenden Betrieb am LHC** — ●CHRISTIAN BARTH<sup>1</sup>, FRANK HARTMANN<sup>1</sup>, THOMAS MÜLLER<sup>1</sup>, STEFANO MERSI<sup>2</sup>, FRANCESCO PALMONARI<sup>3</sup> und ALEXANDER DIERLHAMM<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — <sup>2</sup>Dipartimento di Fisica and INFN of Florence, Sesto Fiorentino, Italy — <sup>3</sup>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Pisa, Italy

Der CMS Streifen Tracker ist der größte Silizium Detector seiner Art. Voraussichtlich wird er über 10 Jahre lang am LHC betrieben werden. Um Alterungsprozesse der Sensoren durch Bestrahlung und thermische Fluktuationen zu überwachen, ist es wichtig frühzeitig Veränderungen von Kerneigenschaften, wie etwa dem Leckstrom oder der Verarmungsspannung, quantitativ zu erkennen und mit den Erwartungen zu vergleichen. Auf diesem Hintergrund stellen wir zwei Messverfahren, um die Verarmungsspannung im laufenden Betrieb zu bestimmen, vor. Die erste verwendet Signale von Treffern rekonstruierter

Teilchenspuren, die zweite basiert auf Rauschmessungen. Darüber hinaus vergleichen wir unsere bisherigen Messungen der Leckstrom- und Depletionsspannungsveränderungen mit den Vorhersagen des etablierten Strahlenschädigungsmodells.

T 68.8 Mo 18:30 ZHG 005

**Fehlerszenarien des CMS-Trackers und deren Auswirkungen auf die Spurrekonstruktion** — ●MATTHIAS GEISLER, OLIVER POOTH und ACHIM STAHL — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Seit nunmehr fast zwei Jahren ist der LHC und mit ihm das CMS Experiment am CERN in Betrieb. Der Siliziumstreifendetektor (SiStrip-Tracker), welcher in einer Entfernung von 20 cm bis 110 cm zur Strahlachse positioniert ist, vermisst dabei die Spuren geladener Teilchen. Die spezielle Aufgabe dieses Subdetektors ist es, die einzelnen Spurpunkte der durchgehenden Teilchen zu identifizieren und damit die Trajektorien dieser Teilchen mit höchst möglicher Genauigkeit und Effizienz zu rekonstruieren. Während der ersten beiden Betriebsjahre des LHC hat der SiStrip-Tracker sehr zuverlässig Daten genommen. Nichtsdestotrotz sind partielle Ausfälle des SiStrip-Trackers möglich, z. B. durch Defekt einer Stromversorgung. Infolge eines konkreten Falles ganz zu Beginn der Laufzeit wurden einige Fehlerszenarien konstruiert, in denen einzelne Teile des Subdetektors ausfallen. An Hand dieser Szenarien wird der Einfluss solcher „toten Bereiche“ auf die Spurrekonstruktion studiert.

Dieser Vortrag gibt eine kurze Übersicht über diese simulierten Szenarien und über die Folgen für einfache Analysen und Konsequenzen für den Particle-Flow-Algorithmus zur Jet-Rekonstruktion.

## T 69: Halbleiterdetektoren: Modulbau und Test

Zeit: Dienstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 005

**Gruppenbericht** T 69.1 Di 16:45 ZHG 005  
**The Insertable B-Layer: A fourth innermost pixel layer for ATLAS** — ●FABIAN HÜGGING — Physikalisches Institut, Universität Bonn

The upgrade for the ATLAS detector will undergo different phases towards HL-LHC. The first upgrade for the Pixel Detector will consist in the construction of a new pixel layer which will be installed during the long shutdown of the LHC machine in 2013/14 (Phase 0 Upgrade). The new detector, called Insertable B-Layer (IBL), will be inserted between the existing pixel detector and a new (smaller radius) beam-pipe at a radius of about 3.2 cm. The IBL requires the development of several new technologies to cope with the increase of radiation and pixel occupancy as well as to improve the physics performance of the existing pixel detector. In order to achieve these goals the pixel size is reduced and the material budget is minimized by using new lightweight mechanical support materials and a CO<sub>2</sub> based cooling system. The project is now well advanced and enters the construction phase. An overview of the project status with particular emphasis on the IBL layout, specifications, performance and module development including hybridization technologies is presented.

T 69.2 Di 17:05 ZHG 005

**Leistungsfähigkeit und Testergebnisse des IBL Auslesechip FE-I4** — ●MALTE BACKHAUS<sup>1</sup>, MARLON BARBERO<sup>1</sup>, JÖRN GROSSE-KNETTER<sup>2</sup>, FABIAN HÜGGING<sup>1</sup>, JENS JANSSEN<sup>1</sup>, HANS KRÜGER<sup>1</sup>, DAVID-LEON POHL<sup>1</sup>, JENS WEINGARTEN<sup>2</sup> und NORBERT WERMES<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Nussallee 12, 53115 Bonn — <sup>2</sup>II. Physikalisches Institut, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen

Für das geplante ATLAS Pixeldetektor Upgrade Insertable B-Layer (IBL) wurde ein neuer Auslesechip entwickelt. Der erste Prototyp (FE-I4A) mit einer vollständigen Pixelmatrix und Peripherie wurde im September 2010 submittiert und seit Oktober 2010 ausgiebig alleine und als hybrider Pixeldetektor in Prototypmodulen mit verschiedenen Sensorkonzepten getestet. Für die Experimentversion (FE-I4B) wurden aufgrund der Testergebnisse minimale Änderungen implementiert und Teststrukturen entfernt. Im Vortrag werden die Leistungsfähigkeit des FE-I4A und auch die Mängel erläutert und die resultierenden Änderungen in FE-I4B zusammengefasst. Ein weiterer Schwerpunkt des Vortrags ist die Entwicklung und Struktur des Testsystems USBpix, dass für alle Charakterisierungen des FE-I4A und der Prototypmodule

genutzt wurde und momentan auf sämtliche Produktionstests von IC Tests auf Waferlevel bis zu Modultests vorbereitet wird.

T 69.3 Di 17:20 ZHG 005

**Modulbau und Test für das ATLAS-Upgrade in Freiburg** — ●SVEN WONSAK, THOMAS BARBER, THOMAS DILGER, KARL JAKOBS, DIETER JOOS, INES MESSMER und ULRICH PARZEFALL — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Physikalisches Institut

Die Luminosität des LHC (Large Hadron Collider) soll in etwa 10 Jahren um eine Größenordnung gesteigert werden zum HL-LHC (High Luminosity LHC). Dies geht einher mit einer deutlichen Erhöhung der Strahlenbelastung für die Detektoren was wiederum zu vermehrten Strahlenschäden führt. Für das ATLAS-Experiment ist daher 2022 ein größeres Upgrade (Phase 2) geplant. Im innere Detektor (ID) wird der gesamte SCT (Semiconductor Tracker) ausgetauscht und anstelle des Übergangstrahlungsdetektors werden weitere Halbleiter-Detektor-Lagen eingesetzt.

Das offizielle Designkonzept weist für den neuen Detektor eine deutlich höhere Integrationsdichte als der heutige SCT auf. Im Stave-Konzept wird die Ausleseelektronik auf die aktive Oberfläche der Sensoren geklebt und diese wiederum auf einen Träger (Stave: 1 bis 2 Meter lang). Bevor die Module auf den Stave geklebt werden erfolgen verschiedene Qualitätstests der Hybride und des gesamten Moduls mit Hilfe des HSIO (High Speed I/O System, entwickelt in Stanford). Erste Barrel-Module wurden in Freiburg erfolgreich hergestellt und getestet. Die Resultate werden in diesem Vortrag vorgestellt.

T 69.4 Di 17:35 ZHG 005

**Module concepts with ultra thin FE chips and Through Silicon Vias for the upgrades of the ATLAS pixel detector** — MARLON BARBERO, ●LAURA GONELLA, FABIAN HÜGGING, HANS KRUEGER, and NORBERT WERMES — Physikalisches Institut Uni Bonn, Nussallee 12, 53115 Bonn

The development of trackers for High Energy Physics experiments at high luminosity poses strict requirements on the material budget to allow good vertexing and b-tagging performance. State-of-the-art silicon technologies offer a variety of processes that can be used to achieve light modules design. Together with IZM Berlin we investigated the thinning of FE (Front-End) chips down to 90um, and developed a dedicated flip chip process to assure a reliable mechanical and electrical connection between thin FE chips and sensor. The selected flip chip

method is currently used for the production of modules for the IBL (Insertable B-Layer) project, the first ATLAS pixel detector upgrade. Results from the characterization of IBL modules with 100 and 150um thin FE chip will be shown. For future upgrades of the ATLAS pixel detector we propose more advanced module concepts with Through Silicon Vias (TSVs). IZM offers two via last TSV processes, Straight Side Wall TSVs and Tapered Side Wall TSVs. Both processes were successfully demonstrated with ATLAS pixel readout electronics (FE-I2/3). Results from prototype modules with planar sensor and 90um thin FE-I2 with Tapered TSV and back side redistribution layer will be shown.

T 69.5 Di 17:50 ZHG 005

**Charakterisierung von Silizium-Sensoren für den CMS-Spurdetektor am HL-LHC** — LUTZ FELD, WACLAW KARPINSKI, KATJA KLEIN, JAN SAMMET, ●JAKOB WEHNER und MICHAEL WLOCHAL — RWTH Aachen University, 1. Physikalisches Institut B

Im Rahmen des Upgrades des LHC zum HL-LHC wird unter anderem der CMS-Spurdetektor auf Basis von Silizium-Streifen- und Pixel-Sensoren erneuert. Um für dieses zukünftige Upgrade eine optimale Auswahl der Design-Parameter und des verwendeten Detektormaterials zu treffen, werden derzeit im Rahmen der HPK-Kampagne Studien durchgeführt, in denen ausgewählte Teststrukturen bzgl. ihres elektrischen und Signal-zu-Rausch-Verhaltens unter Bestrahlung mit Protonen und Neutronen untersucht werden. Um an der HPK-Kampagne teilnehmen zu können, wurden in Aachen zwei Messstände aufgebaut. Diese ermöglichen sowohl die elektrische Charakterisierung der Sensoren, als auch die Bestimmung ihres Signal-zu-Rauschverhaltens. Der Vortrag stellt den Messaufbau sowie Messergebnisse, die auf diesem erzielt wurden, vor.

T 69.6 Di 18:05 ZHG 005

**Teststationen für das Phase 1-Upgrade des CMS-Pixeldetektors** — TOBIAS BARVICH, ●STEFAN HEINDL, STEFAN HEITZ, JAN HOSS, ULRICH HUSEMANN, THOMAS MÜLLER, SIMON SPANNAGEL und THOMAS WEILER — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Der Pixeldetektor des CMS-Experiments am LHC wird im Jahr 2016 ersetzt, um auch bei einer Luminosität von  $2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  eine Datennahme mit hoher Effizienz zu ermöglichen und gleichzeitig das Tracking durch eine größere Anzahl von Spurpunkten zu verbessern.

Deshalb wird im Zentralbereich ein neues Design mit dann vier Detektorlagen zum Einsatz kommen, wobei die äußerste Lage komplett in Deutschland gebaut wird. Das KIT produziert dafür die Hälfte der benötigten Detektormodule (ca. 350 Stück).

Zur Vorbereitung dieser Produktion wurden mehrere Teststationen aufgebaut, mit denen die Funktionalität der verwendeten Auslesechips geprüft und eine Kalibration der Detektormodule durchgeführt werden kann.

Im Vortrag werden die einzelnen Teststationen und ihre Funktion vorgestellt. Außerdem werden erste Ergebnisse präsentiert.

T 69.7 Di 18:20 ZHG 005

**Kalibration von Pixelmodulen für das CMS-Upgrade** — TOBIAS BARVICH, STEFAN HEINDL, STEFAN HEITZ, ●JAN HOSS, ULRICH HUSEMANN, SIMON SPANNAGEL und THOMAS WEILER — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Der Ausbau des LHC auf 14 TeV in den Jahren 2013/14 und der damit einhergehende Anstieg der Luminosität auf  $2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  stellen erhöhte Anforderungen an die Detektoren der vier Experimente, vor allem hinsichtlich Strahlenhärte und Auslesegeschwindigkeit. Im Falle des CMS-Experiments soll Ende 2016 der komplette Pixeldetektor

ausgetauscht werden. Um die Auslesegeschwindigkeit zu erhöhen, kommen modifizierte Chips mit vergrößerten Speichern zum Einsatz. Außerdem soll die Anzahl der sensitiven Lagen von drei auf vier erhöht werden, um Spurrekonstruktion und insbesondere b-tagging zu verbessern. Die Hälfte der Module für diese vierte Lage soll am KIT gebaut werden, dabei versteht man unter einem Modul den Verbund von sensitivem Detektormaterial und Ausleseelektronik. Zur Qualifizierung der produzierten Module soll eine Kalibration mittels charakteristischer Röntgenstrahlung durchgeführt werden, das heißt, es soll ein möglichst linearer Zusammenhang zwischen Detektorsignal und Energie des detektierten Teilchens bestimmt werden. In diesem Vortrag werden Studien zur Einzelmodul-Kalibration vorgestellt, vor allem hinsichtlich Temperaturabhängigkeit und Streuung der Kalibrationsparameter zwischen verschiedenen bestrahlten und unbestrahlten Modulen.

T 69.8 Di 18:35 ZHG 005

**Aufbau einer Pixelmodul-Produktionsstraße für das CMS-Pixel-Upgrade** — TOBIAS BARVICH, STEFAN HEINDL, STEFAN HEITZ, JAN HOSS, ULRICH HUSEMANN, ●SIMON SPANNAGEL und THOMAS WEILER — Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT

Um bei einer erhöhten Luminosität des LHC von  $2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  weiterhin exzellente Ergebnisse zu liefern, muss der Pixeldetektor des CMS-Experiments im Rahmen des Phase-I-Upgrades ausgetauscht werden (geplant für Ende 2016). Der neue Detektor besteht aus vier anstatt bisher drei Lagen, zudem kommen neue Readout-Chips zum Einsatz, die über einen erweiterten Buffer verfügen. Außerdem soll das Materialbudget im Bereich der Spurdetektoren verringert und Spurfindung mit vier Raumpunkten im Pixeldetektor bis zu Pseudorapiditäten von  $|\eta| = 2.5$  ermöglicht werden. In Karlsruhe werden 350 Module für die vierte Lage des Barrel-Pixeldetektors produziert und getestet. Hierfür ist der Aufbau einer Produktionsstraße mit entsprechenden Präzisionswerkzeugen und Probe Stations nötig. Aufbauend auf den Erfahrungen des Paul-Scherrer-Instituts von der Produktion des aktuellen CMS-Pixeldetektors werden in Kooperation mit den anderen Produktionszentren Werkzeuge und Testverfahren für die verschiedenen Arbeitsschritte entwickelt. Der Vortrag gibt einen aktuellen Statusbericht über die Produktion am Standort Karlsruhe.

T 69.9 Di 18:50 ZHG 005

**Bump Bonding Verfahren beim CMS-Pixeldetektor Upgrade** — TOBIAS BARVICH<sup>1</sup>, THOMAS BLANK<sup>2</sup>, MICHELE CASELLE<sup>2</sup>, STEFAN HEINDL<sup>1</sup>, ●STEFAN HEITZ<sup>1,2</sup>, JAN HOSS<sup>1</sup>, ULRICH HUSEMANN<sup>1</sup>, BENJAMIN LEYRER<sup>2</sup>, SIMON SPANNAGEL<sup>1</sup>, MARC WEBER<sup>2</sup> und THOMAS WEILER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik (EKP), KIT — <sup>2</sup>Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE), KIT

Nach dem bevorstehenden Upgrade des LHCs auf 13-14 TeV in den Jahren 2013/2014 soll eine Luminosität von  $2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  erreicht werden. Um weiterhin eine gute Eventregistrierung zu gewährleisten, kommt es zu einem Austausch des CMS-Pixeldetektors.

Zur Verbindung der Sensoren mit den Auslesechips kommt es zum Einsatz des Bump-Bonding-Verfahrens. Wir untersuchen eine bestimmte Variante des Bump-Bondings, die auf „gold stud balls“ beruht. Sowohl der Sensor als auch der Auslesechip werden mit gold stud balls versehen und anschließend per flip-chip-Technik miteinander verbunden. Bei dieser Technologie gilt es nun die „Free Air Balls“ zu optimieren. Diese werden erzeugt, indem man den Draht, welcher etwas aus der Kapillare hervortritt, anschnilt. Die Optimierung kann durch Variation folgender Parameter realisiert werden: Durchmesser des Golddrahtes, verwendete Kapillare, sowie die EFO (Electronic Flame-Off) Parameter Strom, Zeit, Elektrode und Drahtlänge.

In diesem Vortrag wird das Verfahren erklärt, und es werden erste Studien der Parameteroptimierung vorgestellt.

## 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, Universitaet 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 KEBB.

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 sub-

system, 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 Intitut 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 instantane Luminosität ermöglicht. Ein DEPFET Pixel bestehen 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 Pixelgeometrien 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

**Pixel-detektor-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 Pixel-detektors (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.

## T 71: Kalorimeter 1

Zeit: Montag 16:45–18:15

Raum: VG 1.102

T 71.1 Mo 16:45 VG 1.102

**Realisierung und Test eines technischen Prototypen für ein bildgebendes Hadronkalorimeter** — ●BENJAMIN HERMBERG für die CALICE-Germany-Kollaboration — DESY, Hamburg, Germany

Die CALICE Kollaboration entwickelt ein hoch granulares Stahl-Plastikszintillator-Sampling-Kalorimeter für einen Detektor an einem zukünftigen  $e^+e^-$  Linearbeschleuniger. Für das Kalorimeter verwendet man Szintillatorlagen, die in einzelne Kacheln segmentiert sind und individuell von Silizium Photovervielfachern (SiPMs) ausgelesen werden. Mit einem technischen Prototypen für dieses Kalorimeter will man Fragen wie die Umsetzbarkeit eines Detektors mit entsprechender mechanischer Stabilität und Leistung (Skalierbarkeit) sowie die Integration der Elektronik in die Kalorimeterlagen beantworten. Der Prototyp wird um die 2600 Kanäle umfassen, was einer vollständigen Kalorimeterlage entsprechen wird. Das Konzept und der derzeitige Status des technischen Prototypen, einschließlich erster Ergebnisse vom Testaufbau am DESY werden in diesem Vortrag vorgestellt.

T 71.2 Mo 17:00 VG 1.102

**Teilchenschauer im CALICE Wolfram-Hadronkalorimeter** — ●CLEMENS GÜNTER für die CALICE-Germany-Kollaboration — Desy, Hamburg

Die Beschleunigerexperimente der nächsten Generation erfordern Detektoren mit deutlich verbesserter Jet Energieauflösung, um das volle Potential dieser Maschinen für Präzisionsmessungen und neue Entdeckungen voll auszuschöpfen. Die CALICE Kollaboration wurde gegründet um verschiedene Technologien für zukünftige Kalorimeter zu entwickeln und zu evaluieren.

Ein mögliches Design für ein Hadron Kalorimeter ist das AHCAL (Analoge Hadron Calorimeter). Das AHCAL ist ein Szintillator Sandwich Kalorimeter mit Silizium Photovervielfacher (SiPM) Auslese, welches die notwendige feine longitudinale und laterale Segmentierung, die für die Anwendung des Particle Flow Algorithmus Voraussetzung ist, aufweist. Als Absorbermaterial wird Wolfram verwendet, in der Vergangenheit wurde auch Eisen als Absorbermaterial evaluiert.

In den Jahren 2010 und 2011 wurden an den PS und SPS Teststrahleinrichtungen am CERN Daten bei Strahlenergien zwischen 2 und 300 GeV aufgezeichnet. In diesem Beitrag werden Ergebnisse zur Kalibration sowie zur Analyse der Schauertopologie gezeigt.

T 71.3 Mo 17:15 VG 1.102

**Ortsauflösung des analogen HCAL Prototypen der CALICE Kollaboration** — ●JULIAN SAUER, SEBASTIAN WEBER und CHRISTIAN ZEITNITZ für die CALICE-Germany-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal

Die CALICE Kollaboration entwickelt ein hochgranulares analoges hadronisches Kalorimeter (HCAL) für einen zukünftigen Linear-Collider-Detektor. Ziel ist, unter Verwendung von Particle Flow Analyse, eine bisher unerreichte Jetenergieauflösung des Detektors zu erzielen. Dafür ist eine exzellente Ortsauflösung des Kalorimeters von entscheidender Bedeutung.

Die Realisierbarkeit des Kalorimeterkonzepts, basierend auf Szintillatorkacheln mit Silizium-Photomultipliauslese, konnte bereits an Hand eines Prototypen erfolgreich demonstriert werden. In mehreren Teststrahlkampagnen wurden Messungen mit verschiedenen Teilchen über einen weiten Energiebereich durchgeführt. Die Messdaten werden nun hinsichtlich der dem Kalorimeter eigenen Ortsauflösung ausgewertet.

Vorgestellt werden der Status der Analyse sowie Ergebnisse für die Ortsauflösung elektromagnetischer Schauer im analogen HCAL Prototypen.

T 71.4 Mo 17:30 VG 1.102

**A multiparticle jet simulation for PandoraPFA using the CALICE testbeam data.** — ●SERGEY MOROZOV for the CALICE-Germany-Kollaboration — DESY/University of Hamburg

To perform validation studies for International Linear Collider (ILC) the CALICE collaboration has developed and constructed a highly granular analog hadron calorimeter prototype (AHCAL) based on iron absorber plates and scintillator tiles with a silicon photo-multiplier (SiPM) read out. This detector provides highly segmented 3D images which are used to study electromagnetic and hadronic showers. The CALICE data collected at testbeams in CERN and FNAL will serve to validate the concept of particle flow reconstruction algorithm (PFA) as an innovative method to achieve the required  $30\%\sqrt{E}$  jet energy resolution. An overview of using the CALICE testbeam data samples to build multiparticle jets for a particle flow validation studies will be given. The first results of using the PandoraPFA algorithms on "pseudo-real" jets in the highly granular hadron calorimeter will be presented.

T 71.5 Mo 17:45 VG 1.102

**Optimierung des Algorithmus zur Kalibration der SiPM des analogen hadronischen Kalorimeters der CALICE-Kollaboration** — ●MATHIAS GÖTZE, OSCAR HARTBRICH, JULIAN SAUER, SEBASTIAN WEBER und CHRISTIAN ZEITNITZ für die CALICE-Germany-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal

In der Kalorimeterentwicklung sind Silizium-Photomultiplier (SiPM) eine viel versprechende Alternative zu herkömmlichen Photomultiplierrohren. Sie sind kompakt, magnetfeldresistent und benötigen eine vergleichsweise niedrige Versorgungsspannung. Damit sind sie prädestiniert für den Einsatz direkt im Kalorimetervolumen. Dieser Ansatz wird in einem Kalorimeterdesign der CALICE-Kollaboration verfolgt, welcher für einen zukünftigen Detektor an einem Linearbeschleuniger bestimmt ist. Das Ziel ist, durch eine feine Segmentierung des Kalorimeters Particle-Flow-Analysen zu ermöglichen und somit eine bisher unerreichte Jetenergieauflösung zu erzielen. Diese Segmentierung soll mittels Szintillatorkacheln mit SiPM-Auslese erreicht werden. Da das Signal der SiPM starken produktionsbedingten Schwankungen unterliegt und von Temperatur und Versorgungsspannung abhängt, ist es nötig, die SiPM-Signale zu kalibrieren. Dies geschieht mittels eines Kalibrationssystems, welches Lichtpulse aus einer LED in die Szintillatorkachel einkoppelt. Mit dem so entstehenden Signal ist die Bestimmung des Verstärkungsfaktors möglich. In Rahmen dieses Vortrags werden verschiedene Algorithmen zur Bestimmung des Verstärkungsfaktors vorgestellt und miteinander verglichen.

T 71.6 Mo 18:00 VG 1.102

**Simulation von Silizium Photomultipliern** — ●PATRICK ECKERT für die CALICE-Germany-Kollaboration — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg

Silizium-Photomultiplier (SiPMs) sind neuartige Photodetektoren die sich vor allem durch ihre Kompaktheit, Insensitivität gegenüber magnetischen Feldern und ein exzellentes Photon-Zählvermögen auszeichnen. Auf Grund dieser Eigenschaften eignen sich SiPM für eine Vielzahl von Anwendungen, wie z.B. die Auslese von Szintillationslicht in der

Kalorimetrie.

Das Ansprechverhalten von SiPMs ist durch eine Vielzahl von Effekten bestimmt. Dies erfordert eine detaillierte Charakterisierung um das Sensorsignal zu verstehen, den optimalen Arbeitspunkt zu finden und einen stabilen Betrieb zu gewährleisten. Basierend auf Ergebnissen der Sensor-Charakterisierung wurde eine detaillierte SiPM Simulation entwickelt, welche abhängig von den grundlegenden SiPM-Eigenschaften

das Ansprechverhalten für beliebige Betriebsbedingungen modelliert. Dies ermöglicht es mit minimalem Messaufwand die Betriebsparameter für verschiedene Anwendungen anzupassen und zu optimieren.

In dem Vortrag werden die Simulation und Validierungsmessungen im gesamten dynamischen Bereich des SiPMs vorgestellt, sowie mit der Simulation durchgeführte Studien zum Einfluss verschiedener Effekte wie Rauschen und Übersprechen auf die Photon-Zählaufösung.

## T 72: Kalorimeter 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: VG 1.102

T 72.1 Di 16:45 VG 1.102

**Entwicklung von Ausleseelektronik für das Flüssig-Argon-Kalorimeter des ATLAS-Detektors am HL-LHC** — ●ANDY KIELBURG-JEKA, ANDREAS GLATTE, ANDREAS MEYER, STEFFEN STÄRZ und ARNO STRAESSNER — Institut für Kern- und Teilchenphysik, TU Dresden, D-01062 Dresden

Für den Betrieb des ATLAS-Detektors bei höchsten Luminositäten am HL-LHC soll die Ausleseelektronik der Flüssig-Argon-Kalorimeter zunächst verbessert und später ersetzt werden. Dies dient der Anpassung des Triggers an den HL-LHC und der Verbesserung der Strahlenhärte der Elektronik. Zunächst ist geplant, die Granularität der Trigger-Signale zu erhöhen, wozu die auf dem Detektor installierte Elektronik erweitert wird. Die anschließende digitale Datenverarbeitung mit einem Datenvolumen von etwa 2,4 Tbit/s soll im sogenannten Digital Processing System (DPS) erfolgen. Das DPS soll die prozessierten Daten sowohl an den Level-1 Hardware-Trigger als auch an die Software-Trigger und das DAQ-System von ATLAS senden.

Zur Entwicklung einer zweiten Generation des Auslesesystems, bestehend aus etwa 30 DPS-Modulen, wurde als Test-Plattform die Advanced Telecommunications Computing Architecture (ATCA) gewählt. Diese ermöglicht die Implementation serieller Datentransfers wie multi-Gb Ethernet zwischen verschiedenen Auslesekarten und zu externen Modulen, z.B. zur Kommunikation mit dem Software-Trigger und dem DAQ-System. Im Vortrag wird über erste Ergebnisse einer FPGA-basierten multi-Gb Ethernet-Schnittstelle berichtet, welche mit einem DPS-Prototypen in einem ATCA-Testaufbau gewonnen wurde.

T 72.2 Di 17:00 VG 1.102

**Das (s)T3B Experiment - Die Zeitaufösung hadronischer Schauer in hochgranularen Kalorimetern mit Wolfram oder Stahl Absorber** — ●CHRISTIAN SOLDNER<sup>1,2</sup>, LARS WEUSTE<sup>1,2</sup> und FRANK SIMON<sup>1,2</sup> für die CALICE-Germany-Kollaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München — <sup>2</sup>Excellence Cluster 'Universe', TU München

Das Konzept des Compact Linear Collider, eines zukünftigen  $e^+e^-$ -Beschleunigers mit einer Kollisionsenergie von bis zu 3 TeV, stellt besondere Anforderungen an die Kalorimeter eines Gesamtdetektorsystems. Für CLIC wird die Verwendung von Wolfram als Absorbermaterial favorisiert um eine zuverlässige Energiemessung hadronischer Schauer bei hohen Energien zu ermöglichen, während für das Konzept des International Linear Collider Stahl als Absorbermaterial der Hadronenkalorimeter ausreicht. Gegenwärtig ist die zeitaufgelöste Propagation hadronischer Schauer in Wolfram experimentell noch nicht hinreichend erforscht. Das T3B Experiment wurde speziell dafür entwickelt. Es besteht aus einer Kette von 15 Plastikszintillatorkacheln, deren Lichtsignal durch kleine Photosensoren (SiPMs), detektiert und durch Oszilloskope mit einer Abtastrate von 1.25 GHz digitalisiert wird. Dieser Kachelstreifen wurde hinter den semidigitalen und analogen CALICE Hadronkalorimetern, die mit einer Stahl- bzw. Wolframabsorberstruktur ausgestattet waren, montiert und hat während der CALICE Teststrahlphase 2010/2011 am PS und SPS des CERN Hadronschauer in einem Energiebereich von 2 – 300 GeV zeitlich vermessen. Neueste Analyseergebnisse werden hierzu präsentiert.

T 72.3 Di 17:15 VG 1.102

**Systemstudie der LED basierten SiPM Kalibration des technischen Prototypen des analogen HCAL der CALICE Kollaboration** — ●OSKAR HARTBRICH für die CALICE-Germany-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Deutschland

Im Rahmen der CALICE Kollaboration wird ein hochgranulares analoges Kalorimeter auf der Basis von Szintillatorkacheln mit Silizium-Photomultiplier-Auslese für einen künftigen linearbeschleuniger-

Detektor entwickelt.

Teil der voll integrierten Ausleseelektronik des technischen Prototypen ist ein LED basiertes System zur kanalweisen Kalibration der Silizium-Photomultiplier. Funktionalität und Leistungsfähigkeit des Kalibrationssystems werden an ersten Kalorimetermodulen untersucht. Ziel ist die Entwicklung einer auf ein komplettes Kalorimeter skalierbaren Kalibrationsroutine.

Im Rahmen des Vortrags werden erste Testergebnisse des Kalibrationsystems präsentiert.

T 72.4 Di 17:30 VG 1.102

**Optimierung von Scintillationskachel / Silizium Foto - Vielfacher (SiPM) - Systemen für ein hadronisches Kalorimeter** — ERIKA GARUTTI, MARCO RAMILLI und ●SEBASTIAN LAURIEN für die CALICE-Germany-Kollaboration — Universität Hamburg, Hamburg, Germany

Silizium Foto - Vielfacher (SiPM) ermöglichen den Bau von räumlich hoch auflösenden Kalorimetern für "Particle-Flow"-Kalorimetrie bei TeV Teilchenkollisionsexperimenten. Die CALICE Kollaboration untersucht solche Detektorkonzepte. Die geringe Größe und der einfache Betrieb der SiPMs ermöglichen Kalorimeter mit mehreren Millionen Szintillationskacheln, die jeweils von einem SiPM ausgelesen werden. Die Einheiten Kachel + SiPM zeichnen sich durch Kennzahlen wie Lichtausbeute pro minimal ionisierendem Teilchen, Uniformität des Signals über die Fläche der Kachel, Übersprechen benachbarter Kacheln und dynamischer Bereich der SiPMs aus. Die präzise Bestimmung dieser Parameter wird sowohl die Kalibrierung des Detektors erleichtern und andererseits die Optimierung bestehender Kachel + SiPM Systeme ermöglichen.

Mit Blick auf eine zukünftige Massenproduktion für ein Kalorimeter wurde eine systematische Studie für verschiedene Reflexionsbeschichtungen und Koppelungen der SiPM an die Kacheln begonnen. Erste Messungen und die Systematik der Optimierung werden vorgestellt.

T 72.5 Di 17:45 VG 1.102

**Entwicklung eines automatisierten Charakterisierungssystems für szintillierenden Kacheln mit SiPM Auslese** — ●THORWALD KLAPDOR-KLEINGROTHAUS für die CALICE-Germany-Kollaboration — Kirchhoff Institut für Physik, Heidelberg

Die CALICE Kollaboration entwickelt ein hadronisches Kalorimeter, für den Einsatz am ILC. Dieses Kalorimeter soll eine hohe Granularität haben, um eine genaue Teilchenidentifikation und mit Hilfe des Particle-Flow-Konzepts eine hohe Energieauflösung zu ermöglichen. Um dies zu erreichen, werden szintillierende Kacheln mit SiPM's zur Auslese verwendet. Silizium-Photomultiplier (SiPM) sind neuartige Photodetektoren, die sich durch besondere Eigenschaften wie Insensitivität gegenüber Magnetfeldern auszeichnen und sich so gut für ein analoges hadronisches Kalorimeter (AHCAL) eignen. Um die geforderte hohe Granularität zu erreichen sind ca. 8 Millionen Kachel-SiPM-Einheiten notwendig, die durch ein automatisiertes Charakterisierungssystem vor dem Bau des Kalorimeters getestet werden sollen. Hierzu wird derzeit ein Konzept entwickelt, sodass in möglichst kurzer Zeit alle relevanten Qualitätsparameter gemessen werden können. Mit dem Prototyp, bestehend aus einem Positioniersystem und spezieller Ausleseelektronik, sollen verschiedene Techniken erprobt werden, wie zum Beispiel das Ansprechverhalten der Kacheln auf unterschiedliche Signalquellen (UV-LED,  $\beta$ -Emitter ( $^{90}\text{Sr}$ )) sowie der Aufbau für unterschiedliche Messungen und in Hinblick auf die Messzeit optimiert werden. In diesem Vortrag werden erste Messergebnisse vorgestellt.

T 72.6 Di 18:00 VG 1.102

**Simulation des NA62-Myonvetodetektors** — ●MARIO VORMSTEIN — Institut für Physik, Johannes Gutenberg - Universität, Mainz

Im NA62-Experiment wird der sehr seltene Kaonzerfall  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  vermessen werden. Für dessen Verzweigungsverhältnis gibt es sehr genaue theoretische Vorhersagen, die in der Größenordnung  $10^{-10}$  liegen. Im Experiment sollen in zwei Jahren Datennahme 100  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ -Ereignisse mit einem Signal zu Untergrund Verhältnis von 10:1 gemessen werden. Um dieses Verhältnis zu erreichen, ist der Myonveto-detektor von entscheidender Bedeutung, da der Hauptanteil des Untergrunds durch Myonen verursacht wird, die effizient unterdrückt werden müssen. Dies wird mit einem Eisen-Szintillator-Sandwich-Kalorimeter realisiert. Die Auslese der Szintillatoren erfolgt über wellenlängenschiebende Fasern.

Die Simulation des Myonvetodetektors wird mit Geant4 realisiert und als Hilfsmittel bei der Optimierung des Detektorbaus eingesetzt. Desweiteren wird die zu erwartende Myonenunterdrückungseffizienz bestimmt, indem Pionen- und Myonenschauer im Kalorimeter simuliert werden. Im Rahmen dieses Vortrags werden Ergebnisse der Untersuchungen der Myonenunterdrückung vorgestellt.

T 72.7 Di 18:15 VG 1.102

**Construction of the Moun Veto Detector for the NA62 Experiment** — ●DAVID LOMIDZE — Institut für Physik, Johannes Gutenberg University Mainz, Germany

The rare decay  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  is an excellent process to study the physics of flavour because of its very clean nature. The NA62 experiment at the CERN SPS aims to collect about 100  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$  events in two years of data taking with a signal-to-background ratio of 10:1. To suppress events from the main decay channel  $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu$  (BR = 68%), a nearly perfect muon-pion separation of  $1:10^{11}$  is needed. The electromagnetic and hadronic calorimeters need to provide a muon suppression of  $10^{-5}$ . In the calorimeters, rare  $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu$  events with a catastrophic energy

loss of the muon are of particular concern. These events can only be separated from the signal by distinguishing electromagnetic showers from hadronic showers. For this, a muon veto detector (MUV) as a standard iron-scintillator sandwich calorimeter with fine segmentation is being constructed. Each scintillator strip is read out by wave length shifter (WLS) fibers.

For the MUV construction, the quality of each of the 1100 scintillating strips is tested on an automatic test line. Several samples of WLS fibers and several PMTs have been tested. This talk reports about all the elements used in the construction of the detector and its main characteristics (scintillator properties, grove, gluing, wrapping, choosing WLS fibers and test of considered PMTs)

T 72.8 Di 18:30 VG 1.102

**Positron Emission Tomography Imaging Sensitivity Improvement Study** — GARUTTI ERIKA<sup>1</sup>, ALESSANDRO SILENZI<sup>2</sup>, and ●CHEN XU<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg, Deutschland

Positron Emission Tomography (PET) is a non invasive imaging technique used in nuclear medicine, for which radioactive tracer substances are injected into the patient. Improvement of the detector sensitivity would decrease to dose on the patient therefore lower the risk of the potential health damage caused by the exposure to the injected radioactive tracer. A method of making use of Compton scattering events in the scintillating crystals which are otherwise discarded may improve the overall photon sensitivity of the detector. A GEANT4 simulation of multiple crystal channels together with detailed modelling of silicon photomultipliers for read out is carried out to investigate the method. Results are compared to the data obtained with a PET prototype.

## T 73: DAQ-Systeme

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: VG 1.102

T 73.1 Mi 16:45 VG 1.102

**ROD DSP Entwicklung innerhalb des IBL Upgrade Projektes** — JÖRN GROSSE-KNETTER, ●NINA KRIEGER und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Die jetzige innerste Lage des ATLAS Pixel Detektors ist mit einer Distanz von 5 cm zum Wechselwirkungspunkt der Proton-Proton Strahlen einer hohen Strahlendosis ausgesetzt. Nach einigen Jahren LHC Laufzeit wird daher die Vertexplosion erheblich nachlassen. Um diesem entgegenzuwirken, wurde eine neue B-Lage IBL geplant, die in den jetzigen Pixel Detektor eingeschoben werden kann. Innerhalb dieses Projektes wurde ein neuer Auslesechip FEI4 und eine neue Auslesekarte ROD. Der auf dieser Karte befindliche DSP Chip generiert Kommandosignale, die direkt an den neuen Chip gesendet werden. Der Vortrag stellt die ersten Tests mit dem neuen IBL ROD, insbesondere dem DSP, vor. Weiterhin wird auf die Anpassung der DSP Firmware an den neuen Auslesechip FEI4 eingegangen.

T 73.2 Mi 17:00 VG 1.102

**Design und Aufbau der Online-PC-Farm des NA62-Experiments am CERN** — ●JONAS KUNZE — Universität Mainz

Das NA62-Experiment stellt als Präzisionsexperiment mit einem kontinuierlichen Strahl ungewöhnliche Anforderungen an das Trigger-System. Während des ca. 5 Sekunden andauernden Strahls fallen über 100 TB an Rohdaten an. Diese müssen anschließend innerhalb der nächsten 15 Sekunden prozessiert sein, bevor erneut neue Daten anfallen. Durch diese zeitversetzte Datenverarbeitung ist, im Vergleich zu Collider-Experimenten mit festen Bunch-Crossing-Raten, beim NA62-Experiment eine effiziente Ausnutzung der Ressourcen nur mit unkonventionellen Methoden möglich. Der Vortrag gibt einen Überblick über die dafür gefundenen Lösungen.

T 73.3 Mi 17:15 VG 1.102

**The Data Handling Processor(DHP) for the DEPFET Pixel Vertex Detector** — ●MIKHAIL LEMARENKO, TOMASZ HEMPEREK, HANS KRÜGER, and NORBERT WERMES — Universität Bonn, Bonn, NRW

A major upgrade of the current Japanese B-Factory (KEKB) is planned by the fall of 2015. Together with this new machine (Su-

perKEKB), also a new detector, BelleII, will be operated to fully exploit the higher luminosity, 40 times larger than the previous experiment. One of the major changes in the new experiment will be the introduction of a new sub-detector, close to the interaction point, to allow a precise reconstruction of the decay vertices of the B meson systems. This pixel detector, based on the DEPFET technology, will consist of 20 modules arranged in two cylindrical layers around the beam pipe. Each of the modules will be read-out independently by a combination of analog and digital ASICs placed at both ends of each sensor. The digital chip, the Data Handling Processor (DHP), is designed to control the readout chain and to pre-process and compress the data. The chip structure and the latest results will be presented.

In this talk a general overview of the DEPFET sensor with a focus on the DATA processing part, i.e. DHP chip development, will be presented.

T 73.4 Mi 17:30 VG 1.102

**FPGA Based Data Reduction Algorithm for the Belle-II DEPFET Detector** — ●DAVID MÜNCHOW, SÖREN FLEISCHER, THOMAS GESSLER, WOLFGANG KÜHN, JENS-SÖREN LANGE, and BJÖRN SPRUCK — II. Physikalisches Institut, Universität Gießen

for the Belle-II PXD Collaboration

The readout system of the pixel detector (PXD) at the future Belle-II experiment will have to cope with an estimated input data rate of  $\leq 21.6$  GB/s. The hardware platform of the readout system is going to be ATCA-based Compute Node (CN) with Xilinx Virtex-5 FX70T FPGAs. The large data rate must be reduced by a factor  $\sim 10$  before being sent to the event builder. The reduction is done by a region-of-interest (ROI) algorithm based upon e.g. track finding on the high level trigger (HLT).

The free/occupied buffer management, ROI selection, and data unpacking algorithms, programmed in VHDL for the FPGAs, will be explained in detail. Performance results for 100/200 MHz clocks and 32/64 bit bus width will be presented.

This work is supported by BMBF under grant number 05H10RG8.

T 73.5 Mi 17:45 VG 1.102

**Data Concentrator for the BELLE II DEPFET Pixel Detector** — ●MICHAEL SCHNELL, CARLOS MARIÑAS, and JOCHEN DINGFELDER — Physikalisches Institut, Universität Bonn

The innermost two layers of the BELLE II detector located at the KEK facility in Tsukuba, Japan, will be covered by high granularity DEPFET pixel (PXD) sensors. This leads to a high data rate of around 60 Gbps, which has to be significantly reduced by the Data Acquisition System. To perform the data reduction the hit information of the surrounding silicon strip detector (SVD) is used to define so-called Regions of Interest (ROI) and only hits inside these ROIs are saved. The ROIs are computed by reconstructing track segments from SVD data. A data reduction of up to a factor of 10 can be achieved this way. All the necessary processing stages, the receiving and multiplexing of the data on many optical links from the SVD, the track reconstruction and the definition of the ROIs, are performed by the Data Concentrator. The planned hardware design is based on a distributed set of Advanced Mezzanine Cards (AMC) each equipped with a Field Programmable Gate Array (FPGA) chip.

In this talk, the firmware development of the algorithms and the hardware implementation of the Data Concentrator are discussed. In addition, preliminary studies of track reconstruction algorithms, that could be used for FPGA-based tracking, are presented.

T 73.6 Mi 18:00 VG 1.102

**Prototype System Tests of the Belle II PXD DAQ System\*** — SÖREN FLEISCHER<sup>1</sup>, •THOMAS GESSLER<sup>1</sup>, WOLFGANG KÜHN<sup>1</sup>, JENS SÖREN LANGE<sup>1</sup>, ZHEN'AN LIU<sup>2</sup>, DAVID MÜNCHOW<sup>1</sup>, BJÖRN SPRUCK<sup>1</sup>, HAO XU<sup>2</sup>, and JINGZHOU ZHAO<sup>2</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Gießen — <sup>2</sup>Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences

For the Belle II PXD Collaboration.

The data acquisition system for the Belle II DEPFET Pixel Vertex Detector (PXD) is designed to cope with a high input data rate of up to 21.6 GB/s. The main hardware component will be AdvancedTCA-based Compute Nodes (CN) equipped with Xilinx Virtex-5 FX70T FPGAs.

The design for the third Compute Node generation was completed recently. The xTCA-compliant system features a carrier board and 4 AMC daughter boards.

First test results of a prototype board will be presented, including tests of (a) The high-speed optical links used for data input, (b) The two 2 GB DDR2-chips on the board and (c) Output of data via ethernet, using UDP and TCP/IP with both hardware and software protocol stacks.

\*This work is supported by BMBF under grant 05H10RG8.

T 73.7 Mi 18:15 VG 1.102

**Fast serial data transmission for the DEPFET Belle II pixel detector** — •MANUEL KOCH, CARLOS MARIÑAS, HANS KRÜGER, and NORBERT WERMES — Universität Bonn

A two layer vertex pixel detector, built based on the DEPFET technology, is the core component for the Belle II experiment at the super flavor factory SuperKEKB in Japan. The pixel detector produces an estimated total zero-suppressed data rate of 256 Gbit/s, which is to be transmitted over 160 high speed links with an individual rate of 1.6 Gbit/s each. Challenges for the design of the serial links include a

transmission distance exceeding 15 m, a radiation hard material selection, and high attenuation due to available material budget and space constraints. Modern transmission techniques including pre-emphasis and equalization are necessary to achieve a reliable data transmission; similarly are precise measurements and simulation model extractions needed for the characterization of all high-speed interconnect components. This talk summarizes the challenges, design efforts, and results of the DEPFET collaboration for the high-speed data transmission lines.

T 73.8 Mi 18:30 VG 1.102

**Upgrade der Backend-Ausleseelektronik für den LHCb Outer Tracker** — •STEFAN SWIENTEK — Experimentelle Physik 5, TU Dortmund

Das kommende Upgrade des LHCb Detektors erfordert eine Erneuerung der Ausleseelektronik. Durch diese soll eine Verarbeitung aller Ereignisse bei einer Bunch-Crossing-Rate von 40 MHz ermöglicht werden.

Gezeigt werden die Pläne für eine derartige Auslese des LHCb Outer Tracker auf dem sogenannten TELL40-Board. TELL40 bezeichnet die Weiterentwicklung der momentan verwendeten Backend-Komponente. Außerdem wird eine an der TU Dortmund entwickelte Erweiterungskarte für Testsysteme mit Stratix IV PCIe Boards vorgestellt. Diese Karte stellt acht optische Transceiver zur Verfügung um realitätsnahe Testbedingungen zu schaffen.

T 73.9 Mi 18:45 VG 1.102

**The CTA Medium Size Telescope Prototype, a Test Bench for the Array Control Software.** — •EMRAH BIRSIN<sup>1,3</sup>, BAGMEET BEHERA<sup>2</sup>, HENDRYK KÖPPEL<sup>2</sup>, DAVID MELKUMYAN<sup>2</sup>, IGOR OYA<sup>1</sup>, TORSTEN SCHMIDT<sup>2</sup>, ULLRICH SCHWANKE<sup>1</sup>, PETER WEGNER<sup>2</sup>, STEPHAN WIESAND<sup>2</sup>, and MICHAEL WINDE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstrasse 15, D-12489 Berlin, Germany — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY, Platanenallee 6, D-15738 Zeuthen, Germany — <sup>3</sup>for the CTA consortium

CTA (Cherenkov Telescope Array) will be the largest ground-based gamma-ray observatory ever built. Two arrays are foreseen to be build, one in the Southern and one in the Northern hemisphere. A prototype for the Medium Size Telescope (MST) type (diameter: 12 m) will be installed in Berlin in early 2012. This MST prototype will be composed of the mechanical structure, drive system and mirror facets with an active mirror control system. The stability of the mechanical structure will be investigated with CCD cameras and a weather station. Furthermore the ALMA Common Software (ACS) distributed control framework will be used as readout and control system for the MST, allowing to evaluate the software with the future use for the whole CTA array in mind. The design of the control software is following the concepts and tools under evaluation within the CTA consortium, like the use of a UML based code generation framework for ACS component modeling, and the use of OPC Unified Architecture (OPC UA) for hardware access. In this contribution the progress in the implementation of the control system for this CTA prototype telescope is described.

## T 74: Experimentelle Methoden 1

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: VG 0.111

T 74.1 Mo 16:45 VG 0.111

**Absolute luminosity measurement at LHCb with beam-gas imaging** — •COLIN BARSCHEL — CERN, CH-1211 Genève 23, Switzerland

A novel technique to measure the absolute luminosity at the Large Hadron Collider (LHC) using beam-gas interactions has been successfully used in the LHCb experiment. The Beam-Gas Imaging method (BGI) has the potential to surpass the accuracy of the commonly used \*van der Meer scan\* method (VDM) but has been limited by the low statistic so far. A new device has been installed in the LHCb experiment to increase the pressure around the interaction point by mean of gas injection during dedicated fills.

This talk presents the principles of the gas injection and the improvements expected with the increased pressure. Furthermore the gas injection will now help to evaluate the so-called ghost charges and also to better quantify the intensities per bunch. Those uncertainties are

becoming the dominating factor because the uncertainty on the total beam current have been reduced.

T 74.2 Mo 17:00 VG 0.111

**Entwicklung von Physik-Datenanalysen im Webbrowser** — •MATTHIAS KOMM<sup>1</sup>, HANS-PETER BRETZ<sup>1</sup>, MARTIN ERDMANN<sup>1</sup>, ROBERT FISCHER<sup>1</sup>, ANDREAS HINZMANN<sup>1,2</sup>, DENNIS KLINGEBIEL<sup>1</sup>, GERO MÜLLER<sup>1</sup>, MARCEL RIEGER<sup>1</sup>, JONATHAN STEFFENS<sup>1</sup>, JAN STEGGEMANN<sup>1</sup> und TOBIAS WINCHEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>CERN

VISPA@WEB ist eine Server-Client basierte Entwicklungsumgebung für visuelle Physikanalysen im Webbrowser. Mit Web2.0 -Technologien wird der Webbrowser zur Konfiguration und Darstellung der Analyse benutzt, wobei auf dem Server die Analyse gespeichert und ausgeführt werden kann. Die C++ Klassenbibliothek PXL (Physics eXtension Library) stellt auf dem Server hierfür alle erforderlichen Funktionalitäten bereit, um eine modulare Analyse aus den Bereichen der Hochenergie-

und Astroteilchenphysik zu entwickeln. Durch das Python-Interface von PXL ist es Anwendern möglich, einfache Analysealgorithmen in Python bereitzustellen, wohingegen rechenintensive Analysealgorithmen, wie z.B. Input/Output, vom unterliegenden C++ Code profitieren. Auch andere C++- oder Python- Bibliotheken können in die Analyse integriert werden. Die Umgebung verfügt darüber hinaus über ein Erweiterungssystem. Anwender können damit eigene analysespezifische Funktionalität erzeugen.

VISPA@WEB ist somit eine neuartige Entwicklungsumgebung dessen Anwendungsfall von einfachen Lehrbeispielen bis hin zu komplexen wissenschaftlichen Analysen wie der Messung von Top-Quarks am LHC reicht.

T 74.3 Mo 17:15 VG 0.111

**Green's function based density estimation** — ●PETER KOVESARKI, IAN C. BROCK, and ADRIANA ELIZABETH NUNCIO QUIROZ — Physikalisches Institut Universität Bonn, Bonn, Germany  
A method was developed based on Green's function identities to estimate probability densities. This can be used for likelihood estimations and for binary classifications. It offers several advantages over neural networks, boosted decision trees and other, regression based classifiers. For example, it is less prone to overtraining, and it is much easier to combine several samples. Some capabilities will be demonstrated using ATLAS data.

T 74.4 Mo 17:30 VG 0.111

**Bayesian Analysis Toolkit - BAT** — FREDERIK BEAUJEAN<sup>1</sup>, ALLEN CALDWELL<sup>1</sup>, DANIEL KOLLÁR<sup>1</sup>, KEVIN KRÖNINGER<sup>2</sup>, ●SHABNAZ PASHAPOUR<sup>2</sup>, and ARNULF QUADT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max-Planck-Institute for Physics — <sup>2</sup>University of Göttingen

Statistical treatment of data is an essential part of any data analysis and interpretation. Different statistical methods and approaches can be used, however the implementation of these approaches is complicated and at times inefficient.

The Bayesian Analysis Toolkit (BAT) is a software package developed in C++ framework that facilitates the statistical analysis of the data using Bayesian Theorem. The tool evaluates the posterior probability distributions for models and their parameters using Markov Chain Monte Carlo which in turn provide straightforward parameter estimation, limit setting and uncertainty propagation. Additional algorithms, such as Simulated Annealing, allow extraction of the global mode of the posterior.

BAT sets a well-tested environment for flexible model definition and also includes a set of predefined models for standard statistical problems. The package is interfaced to other software packages commonly used in high energy physics, such as ROOT, Minuit, RooStats and CUBA.

We present a general overview of BAT and its algorithms. A few physics examples are shown to introduce the spectrum of its applications. In addition, new developments and features are summarized.

T 74.5 Mo 17:45 VG 0.111

**Anti-Nuclei Identification using ToF at the Belle Experiment** — ●DIEGO SEMMLER, WOLFGANG KÜHN, SÖREN LANGE, MATTHIAS ULLRICH, MILAN WAGNER, and MARCEL WERNER — Justus Liebig Universität, Gießen, Deutschland

The search for anti-nuclei (anti-deuterons, anti-<sup>3</sup>He, anti-tritons) in e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> collisions at the Belle experiment is an ongoing longterm analysis project at Gießen. The standard identification via  $\frac{dE}{dx}$  (Bethe-Bloch formula) in the drift chamber has the disadvantage of a mass/charge ambiguity. We present result of a new identification technique calculating (a) the charge from  $\frac{dE}{dx}$  and ToF and (b) the mass from the momentum (via track curvature) and ToF. Background suppression by matching the charged drift chamber tracks with other detectors (e.g. Calorimeter or Cerenkov) will be presented as well.

T 74.6 Mo 18:00 VG 0.111

**Abschätzung von Materialeffekten während des Spurfits bei Belle II** — ●PHILIPP OEHLER, MARTIN HECK, THOMAS KUHR und MICHAEL FEINDT — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Beim geplanten Ausbau des Belle-Experiments am SuperKEKB-Beschleuniger in Japan wird eine um den Faktor 40 verbesserte Luminosität angestrebt, um eine höhere Sensitivität für Effekte neuer Physik zu erlangen. Um die Sensitivität weiter zu verbessern werden neue hochpräzise Detektoren eingesetzt, die neue Methoden in der Spur-

parameterabschätzung notwendig machen, um ihr Potential optimal auszuschöpfen. Um das zu bewerkstelligen setzen wir das sehr flexible GENFIT-Paket ein. Das Paket enthält verschiedene Methoden zur Abschätzung von Effekten während der Propagation der Spuren durch Material, unter anderem eine auf Geant3 basierende. Da die Simulation des Belle II-Experiments auf Geant4 basiert, streben wir die Implementation einer ähnlichen Methode auf Geant4 Basis an.

T 74.7 Mo 18:15 VG 0.111

**Rekonstruktion semileptonischer Zerfallsmode von B-Mesonen am Belle-Experiment** — ●KARSTEN KIRCHGESSNER, MARTIN HECK, THOMAS KUHR, ANZE ZUPANC und MICHAEL FEINDT — KIT - Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik, Campus Süd / Geb. 30.23, Wolfgang-Gaede-Str. 1, 76131 Karlsruhe

Im Rahmen des Belle-Experiments wurden im japanischen Forschungszentrum für Teilchenphysik KEK etwa 770 Millionen B $\bar{B}$ -Mesonen-Paare über die  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz erzeugt. Die bisherige Methode der vollständigen Rekonstruktion von hadronischen Zerfallsmode von B-Mesonen wurde mit einem hierarchischen Ansatz und der Anwendung von neuronalen Netzwerken und Wahrscheinlichkeitsrechnung signifikant verbessert.

Die verbleibenden Spuren im Detektor lassen sich demnach dem Zerfall des zweiten, noch nicht rekonstruierten B-Mesons zuordnen, für dessen Untersuchung damit eine optimale Ausgangslage gegeben ist. Insbesondere können nun auch ansonsten schwer handhabbare Zerfallskanäle betrachtet werden - beispielsweise solche mit den für Detektoren unsichtbaren Neutrinos.

Da semileptonische Zerfallsmode ein sehr großes Verzweigungsverhältnis besitzen, liegt die Erweiterung dieser Rekonstruktionsmethode auf die entsprechenden Zerfallskanäle nahe, um für weitere Analysen eine größere Statistik an Ereignissen zur Verfügung stellen zu können.

T 74.8 Mo 18:30 VG 0.111

**Vollständige Rekonstruktion von B<sup>0</sup>-, B<sup>+</sup>- und B<sub>s</sub><sup>0</sup>-Mesonen in  $\Upsilon(5S)$  Zerfällen** — ●MATTHIAS HUSCHLE, THOMAS KUHR, ANZE ZUPANC, MICHAEL FEINDT, SEBASTIAN NEUBAUER und DANIEL ZANDER — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT

Die vollständige Rekonstruktion ist als Rekonstruktionsverfahren für B<sup>0</sup>- und B<sup>+</sup>-Zerfälle der  $\Upsilon(4S)$ -Resonanz am Belle-Experiment etabliert und bringt mit dem Einsatz multivariater Analysemethoden eine signifikante Steigerung sowohl in der Rekonstruktionseffizienz als auch in der Anzahl verfügbarer Zerfallskanäle gegenüber schnittbasierten Methoden.

Der hierarchische Aufbau der vollständigen Rekonstruktion erlaubt die Erweiterung auf Zerfälle der  $\Upsilon(5S)$ -Resonanz. Von besonderem Interesse sind hierbei Zerfälle von B<sub>s</sub><sup>0</sup>-Mesonen und möglichen geladenen Resonanzen oberhalb der  $\Upsilon(4S)$ -Schwelle. Durch die höhere Anzahl an möglichen direkten Zerfallsprodukten und deutlich geringere kinematische Einschränkungen ergeben sich jedoch neue Herausforderungen bei der Rekonstruktion der B-Mesonen.

T 74.9 Mo 18:45 VG 0.111

**Messung der Effizienz der Vorwärtselektronen im ATLAS-Detektor.** — REGINA CAPUTO, FRANK ELLINGHAUS, ●DEYWIS MORENO und STEFAN TAPPROGGE — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55099 Mainz

Der Vorwärtsbereich des ATLAS-Detektors ( $|\eta| > 2,5$ ) ist nur durch die Vorwärtskalorimeter, jedoch nicht durch das Spursystem abgedeckt. Die Identifikation von Teilchen ist daher nur durch Informationen über die Energiedeposition möglich. Elektronen im Vorwärtsbereich spielen eine wichtige Rolle, z.B. in Studien zum Wirkungsquerschnitt des Z-Bosons als Funktion der Rapidität oder zur Vorwärts-Rückwärts Asymmetrie. Die Zunahme von Vorwärtselektronen erhöht den messbaren Bereich der Rapidität des Z-Bosons von  $0 < |Y| < 2.4$  auf  $0 < |Y| < 3.6$ .

Um die Effizienz der Identifikation von Elektronen zu bestimmen wird die Tag-and-Probe-Methode (T&P) benutzt. In der Methode hilft ein zentrales identifiziertes Elektron ein Vorwärtselektron zu finden, indem die invariante Masse der beide Elektronen der Ruhemasse des Z-Bosons entspricht. In diesem Vortrag werden Daten aus Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktenenergie von  $\sqrt{s} = 7$  TeV am LHC analysiert. Die Kriterien zur Identifikation der Elektronen werden erläutert und die Identifikationseffizienzen im Vorwärtsbereich werden diskutiert. Am Ende werden die Effizienzen in Daten mit denen in MC-Simulationen verglichen.

T 75: Experimentelle Methoden 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: VG 0.111

T 75.1 Di 16:45 VG 0.111

**Inner Detector tracking performance with high pile-up in ATLAS** — ●CHRISTOPH WASICKI — DESY, Zeuthen

ATLAS is a multi purpose detector predominantly designed for the reconstruction of  $pp$ -collisions at the Large Hadron Collider. An important ingredient for the event reconstruction is the tracking of charged particles. In ATLAS this is achieved deploying two different silicon detectors and a transition radiation tracker. The spatial information returned by the sensitive detector elements when traversed by charged particles are clustered to discrete space points. Dedicated tracking algorithms reconstruct the original track of the charged particle. This becomes more difficult with higher numbers of particles, i.e. a higher number of space points.

With the increase of the instantaneous luminosity in 2012 there will be up to 40 pile-up collisions per bunch crossing. Hence ATLAS standard tracking is not feasible anymore with respect to the rate of wrongly reconstructed tracks and reconstruction time. New tracking cuts have been studied to speed up track reconstruction and reduce the fake rate while keeping reconstruction efficiency stable.

T 75.2 Di 17:00 VG 0.111

**A time-over-threshold based approach for particle identification with the ATLAS TRT detector** — KLAUS DESCH<sup>1</sup>, MARKUS JÜNGST<sup>2</sup>, ●MARTIN SCHULTENS<sup>1</sup>, and SIMONE ZIMMERMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Bonn — <sup>2</sup>CERN

While passing through a medium, charged particles lose energy due to ionization as described by the Bethe-Bloch formula. Since this energy loss ( $dE/dx$ ) is dependent on  $\beta\gamma = p/m$ , it can be used for particle identification.

The outermost part of the ATLAS Inner Detector is the Transition Radiation Tracker (TRT). The track reconstruction in this detector is based on drift time measurement in gas-filled straw tubes. The Time-Over-Threshold (TOT) of the read-out signal of a TRT hit is correlated with the specific energy loss of the ionizing particle. Combining the TOT information of several hits leads to a track-based variable, which can be used for estimating the  $dE/dx$  of the track.

In this presentation different approaches for the determination of a TOT-based  $dE/dx$  variable are explored. Additionally the extraction of a Time-Over-Threshold from the detector read-out is optimized. The different versions are compared with respect to the resulting separation power between different particles.

T 75.3 Di 17:15 VG 0.111

**Validierung von Trackjets im ATLAS-Experiment** — ●INGO BURMEISTER, REINER KLINGENBERG, CHRISTIAN JUNG und HENDRIK ESCH — TU-Dortmund

Bei vielen Analysen am ATLAS-Experiment stellt die Ungenauigkeit der Jet-Energy-Scale (JES) eine der größten Systematiken dar. Trackjets werden, anders als Calojets, anhand der Spuren im inneren Detektor ohne Kalorimeterinformationen rekonstruiert. Somit sind sie weitestgehend unabhängig von den Unsicherheiten der JES.

Um diesen Vorteil ausnutzen zu können, werden Trackjets systematisch auf ihre Eigenschaften untersucht. Um sie für weitere Analysen zu validieren, werden insbesondere die Unterschiede und die Performance der Trackjets im Vergleich zu Calojets bestimmt. In diesem Vortrag wird ein Status zu diesen Studien gezeigt und exemplarisch für die Zerfallslängenmethode dargestellt, wie Trackjets für die Bestimmung der Top-Masse verwendet werden können.

T 75.4 Di 17:30 VG 0.111

**Rekonstruktion neutraler Pionen in  $\tau$ -Zerfällen im ATLAS-Detektor** — ●BENEDICT WINTER, WILLIAM DAVEY, JOCHEN DINGFELDER und MICHEL JANUS — Physikalisches Institut, Universität Bonn

$\tau$ -Leptonen werden am LHC als wichtige Signaturen z.B. für Supersymmetrie oder Higgs-Zerfälle intensiv untersucht. Bei etwa 2/3 aller hadronischen  $\tau$ -Zerfälle treten neutrale Pionen auf. Kennt man die Anzahl der  $\pi^0$  in einem  $\tau$ -Zerfall kann man die Zerfallskanäle  $\tau \rightarrow \pi\nu$ ,  $\tau \rightarrow \rho\nu$  und  $\tau \rightarrow a_1\nu$  trennen. Das ermöglicht eine verbesserte  $\tau$ -Identifikation durch eine von der Anzahl der  $\pi^0$  abhängigen Optimierung, kann aber auch in physikalischen Analysen wie Studien der  $\tau$ -Polarisation genutzt werden.

Im Rahmen des Vortrags werden Pläne zur Weiterentwicklung eines existierenden Algorithmus vorgestellt, mit dem neutrale Pionen in  $\tau$ -Zerfällen in ATLAS rekonstruiert werden können. Er beruht auf einer Subtraktion der Energie des geladenen Pions auf Kalorimeterzelebene und identifiziert  $\pi^0$  in der verbliebenen Energieverteilung des elektromagnetischen Kalorimeters. Dies ermöglicht auch dann eine Rekonstruktion des Zerfalls, wenn die Energiedepositionen des geladenen und neutraler Pionen überlappen. In simulierten  $Z \rightarrow \tau\tau$ -Ereignissen wird die gegenwärtige Leistungsfähigkeit des  $\pi^0$ -Algorithmus untersucht. Ferner wird sie mit der Effizienz anderer Algorithmen bei ATLAS verglichen, die neutrale Pionen nicht auf Zell- sondern nur auf Cluster-ebene identifizieren.

T 75.5 Di 17:45 VG 0.111

**Tau Rekonstruktion und Identifikation mit PanTau** — KLAUS DESCH<sup>1</sup>, PHILIP BECHTLE<sup>1</sup>, PETER WIENEMANN<sup>1</sup>, SEBASTIAN FLEISCHMANN<sup>2</sup>, ROBINDRA PRABHU<sup>3</sup>, MARK HODGKINSON<sup>4</sup>, SEBASTIAN MATBERG<sup>1</sup>, TIM BELOW<sup>1</sup> und ●CHRISTIAN LIMBACH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Bonn — <sup>2</sup>Universität Wuppertal — <sup>3</sup>University College London — <sup>4</sup>University of Sheffield

Die effiziente und zuverlässige Identifikation von Tau-Leptonen spielt eine wichtige Rolle in einer umfassenden Suche nach vorhergesagten und möglichen Phänomenen am LHC - zum Beispiel beim Zerfall des Standardmodell Higgs Bosons in zwei Tau-Leptonen und beim Zerfall eines elektrisch geladenen supersymmetrischen Higgs Bosons in ein Tau-Lepton.

In diesem Vortrag wird ein alternativer Ansatz zur Rekonstruktion und Identifikation von Tau-Leptonen im ATLAS-Detektor vorgestellt. Dieser Algorithmus, *PanTau*, basiert auf Energiefluss-Objekten und identifiziert Tau-Leptonen aufgrund der Topologie ihrer Zerfallsprodukte und ermöglicht es so, sehr detaillierte Informationen über die Eigenschaften des Tau-Zerfalls zu erhalten.

Weiter werden die neuesten Entwicklungen der Leistungsfähigkeit dieses Ansatzes illustriert, durch die *PanTau* ein mit bestehenden Algorithmen vergleichbares Niveau in Signaleffizienz und Untergrundunterdrückung zeigt.

T 75.6 Di 18:00 VG 0.111

**Performance des PanTau-Algorithmus zur Tau-Rekonstruktion** — KLAUS DESCH<sup>1</sup>, PHILIP BECHTLE<sup>1</sup>, PETER WIENEMANN<sup>1</sup>, ROBINDRA PRABHU<sup>2</sup>, SEBASTIAN FLEISCHMANN<sup>3</sup>, MARK HODGKINSON<sup>4</sup>, CHRISTIAN LIMBACH<sup>1</sup>, TIM BELOW<sup>1</sup> und ●SEBASTIAN MATBERG<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Bonn — <sup>2</sup>University College London — <sup>3</sup>Universität Wuppertal — <sup>4</sup>University of Sheffield

Die Suche nach verschiedenen supersymmetrischen Teilchen sowie nach dem Standardmodell-Higgs-Boson im ATLAS-Experiment am LHC hängt unter anderem von der effizienten Rekonstruktion und Identifikation von Tau-Leptonen in der Offline-Analyse ab.

In den letzten Jahren ist der *PanTau*-Algorithmus, welcher auf der Benutzung von Energie-Fluss-Objekten basiert, stetig weiterentwickelt worden.

Um die Implementierung dieser Methode zu kontrollieren, werden umfangreiche Vergleiche zwischen ATLAS Daten- und MC-Rekonstruktion verwendet. Dieser Vortrag geht weiterhin explizit auf die Leistungsfähigkeit dieser Methode ein und stellt Ergebnisse ihrer Anwendung auf ATLAS-Daten vor.

T 75.7 Di 18:15 VG 0.111

**Tau Identification Efficiency Measurement in the ATLAS Experiment using a  $Z \rightarrow \tau\tau$  Tag and Probe sample** — ●FEDERICO SCUTTI, WILLIAM DAVEY, and JOCHEN DINGFELDER — Physikalisches Institut der Universität Bonn

The talk is focused on a fitting method for the measurement of the  $\tau$  identification efficiency, in the ATLAS experiment, using a sample of  $Z \rightarrow \tau\tau$ . These events are selected with a tag-and-probe method in which a  $\tau$  decays in the leptonic channel (tag) and the other  $\tau$  in hadrons (probe).

Distributions of characteristic variables of  $\tau$  decays, such as the number of tracks originated by the decay of the probe  $\tau$ , can be fitted using template functions to model the signal and the background contributions.

The fit is performed with the distributions before and after the iden-

tification process has been performed. The templates can be obtained from the Monte Carlo simulations for the signal, and using data driven techniques for the background.

This new method is expected to increase the precision of this measurement with respect to an older method which does not employ a fit to any distribution of  $\tau$  decays variables.

T 75.8 Di 18:30 VG 0.111

**Optimierung der Spur-Rekonstruktion bei ATLAS** — ●THIJS CORNELISSEN — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42097 Wuppertal

Die Rekonstruktion von Spuren im Spurdetektor bei ATLAS hat schon beim Anfang vom Physikprogramm am LHC eine außergewöhnliche

Präzision erreicht. In nur einigen Monaten erreichten die gemessene Resolutionsen die nominelle Werten, die von der Simulation erwartet werden. Die Optimierung von den Algorithmen hat die Leistung von der Spurrekonstruktion noch mehr steigern lassen. So ist die Fehlrekonstruktionsrate von Spuren in Jets ein Faktor zwei verringert worden, was die Leistung von der Identifikation von b-jets sehr günstig beeinflusst hat. Die erste Ergebnisse von der neuer 'brem'-rekonstruktion zeigen eine deutlich verbesserte Effizienz fuer die Rekonstruktion von Spuren von Elektronen. Neben den Verbesserungen in der Qualität von den rekonstruierten Spuren sind auch erhebliche Fortschritte gemacht worden in der Geschwindigkeit von den Algorithmen. Die Spurrekonstruktion wird also vorbereitet sein auf den Daten in 2012, wo die Pileup-Bedingungen noch viel schwieriger sein werden als vorher.

## T 76: Computing 1

Zeit: Mittwoch 16:45–18:45

Raum: VG 0.111

T 76.1 Mi 16:45 VG 0.111

**A live statistics monitoring system for the ATLAS distributed data management system** — ●THOMAS BEERMANN<sup>1</sup>, PETER MÄTTIG<sup>1</sup>, and GRAEME STEWART<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Bergische Universität Wuppertal — <sup>2</sup>CERN

DQ2 is the distributed data management system of the ATLAS experiment. It manages more than 80 petabytes of experiment data on over 120 grid sites in the Worldwide LHC Computing Grid. The DQ2 system provides a common interface allowing interactions with ATLAS data without knowledge of the heterogenous grid systems. It maintains a central catalogue of all data stored on the ATLAS grid. Many users are working concurrently on the system, putting in new or accessing existing data. Each operation on the system is traced and there are multiple use cases where the system would benefit from live statistics computed over this data, e.g. dynamic data placement based on the popularity of datasets. This talk will present a new live statistics monitoring system for DQ2 that is currently in development.

T 76.2 Mi 17:00 VG 0.111

**ATLAS job distribution: Status and Evolution** — ●ROD WALKER<sup>1</sup>, ADIL AKTAS<sup>2</sup>, ANTON GAMEL<sup>2</sup>, TORSTEN HARENBERG<sup>3</sup>, SERGEY KALININ<sup>3</sup>, GEN KAWAMURA<sup>4</sup>, KAI LEFFHALM<sup>5</sup>, JOERG MEYER<sup>6</sup>, ANDREAS PETZOLD<sup>7</sup>, CEDRIC SERFON<sup>1</sup>, JAN ERIK SUNDERMANN<sup>2</sup>, and GUENTER DUCKECK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>LMU Muenchen — <sup>2</sup>U Freiburg — <sup>3</sup>BU Wuppertal — <sup>4</sup>U Mainz — <sup>5</sup>Desy — <sup>6</sup>U Goettingen — <sup>7</sup>KIT Karlsruhe

We will first give an overview of the current status of ATLAS worldwide production and analysis, with the main focus on the german sites. We will then briefly present several recent or ongoing developments. An important issue is to maximize the available resources by using non-dedicated sites which have special constraints or do not provide the standard Grid setup. The manpower load for a site is very much reduced by not requiring a local storage element(SE), and we describe how sites can share a network-near SE. ATLAS software effectively demands a particular OS, and many shared sites will not provide this. We discuss how virtualization is being investigated to address this. Lastly, it is anticipated that an increasing amount of resources will be economically accessible via Cloud APIs - we present prototype usage of the StratusLab reference cloud.

T 76.3 Mi 17:15 VG 0.111

**Data access at Tier2s in ATLAS** — ADIL AKTAS<sup>1</sup>, GUENTER DUCKECK<sup>2</sup>, ANTON GAMEL<sup>1</sup>, TORSTEN HARENBERG<sup>3</sup>, ●SERGEY KALININ<sup>3</sup>, GEN KAWAMURA<sup>4</sup>, KAI LEFFHALM<sup>5</sup>, JOERG MEYER<sup>6</sup>, ANDREAS PETZOLD<sup>7</sup>, CEDRIC SERFON<sup>2</sup>, JAN-ERIK SUNDERMANN<sup>1</sup>, and RODNEY WALKER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Uni Freiburg, Freiburg im Breisgau — <sup>2</sup>LRZ/LMU, München — <sup>3</sup>BUW, Wuppertal — <sup>4</sup>Uni Mainz, Mainz — <sup>5</sup>DESY-ZN, Zeuthen — <sup>6</sup>Goegrid, Göttingen — <sup>7</sup>KIT/SCC, Karlsruhe

The LHC experiments have developed very complex and powerful data distribution systems which provide detailed information on overall data distribution and usage. However, this covers the actual data usage only partially, since access from locally submitted jobs is not included. A set of tools has been developed at Bergische Universitaet Wuppertal and Ludwig-Maximilians-Universitaet Munich to fill this gap for sites which use dCache as the storage system. These tools also provide means to

obtain filtered accounting information and reveal data access patterns which are not available in the standard dCache monitoring. We will present the typical usage patterns for two Tier2 sites (BUW, LRZ) for the case of ATLAS but also other VOs active at BUW.

T 76.4 Mi 17:30 VG 0.111

**Cloud Monitoring für die ATLAS-DE Cloud** — GEORG JAHN, EREKLE MAGRADZE, ●JÖRG MEYER, ARNULF QUADT und CHRISTIAN WEHRBERGER — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland

Für den Betrieb einzelner ATLAS Tier-1/2 Zentren sowie der gesamten deutschen Cloud sind verschiedenste Monitoring Informationen relevant, die aus unterschiedlichen Quellen stammen. Das sogenannte Cloud Monitoring ist ein Projekt, das alle wichtigen Informationen für die ATLAS-DE Tier-1 und Tier-2 Zentren übersichtlich zusammenfasst und auf einer Webseite darstellt. Das Projekt wird vorgestellt und die Struktur im einzelnen erklärt. Es werden Erfahrungen und Weiterentwicklungen gezeigt, da das Projekt ständig an neue Monitoring-Anforderungen angepasst wird.

T 76.5 Mi 17:45 VG 0.111

**Validation of ATLAS distributed analysis resources using HammerCloud** — ●FEDERICA LEGGER, PHILIPPE CALFAYAN, GUENTER DUCKECK, JOHANNES EBKE, JOHANNES ELMSHEUSER, CHRISTOPH ANTON MITTERER, DOROTHEE SCHALE, CEDRIC SERFON, and RODNEY WALKER — Ludwig-Maximilians-Universität München

Data from the LHC (Large Hadron Collider) are routinely being analysed over the grid. More than 100 sites worldwide are used daily for ATLAS data reconstruction and simulation (centrally managed by the production system) and for distributed user analysis. Frequent validation of the network, storage and CPU resources is necessary to ensure high performance and reliability of such a complex infrastructure. We report on the development, optimization and results of an automated functional testing suite using the HammerCloud framework. Functional tests are short light-weight applications covering typical user analysis and production schemes, which are periodically submitted to all ATLAS grid sites. Sites that fail or are unable to run the tests are automatically excluded from the PanDA brokerage system, therefore avoiding user or production jobs to be sent to problematic sites. We show that stricter exclusion policies help to increase the grid reliability, and the percentage of user and production jobs aborted due to network or storage failures can be sensibly reduced using such a system.

T 76.6 Mi 18:00 VG 0.111

**Überwachung von Festplattenlesefehlern an einem Tier-2-Zentrum** — ●JENNIFER STOLL<sup>1</sup>, ANDREAS NOWACK<sup>1</sup> und ACHIM BURDZIAK<sup>2</sup> — <sup>1</sup>III. Phys. Institut B, RWTH Aachen — <sup>2</sup>I. Phys. Institut B, RWTH Aachen

Die RWTH Aachen ist ein Tier-2-Zentrum im Worldwide LHC Computing Grid (WLCG). Das Grid-Cluster verfügt über mehr als 1500 Festplatten, auf denen Daten gespeichert und abgerufen werden können.

Gelegentlich treten auf einigen dieser Festplatten Lesefehler auf, die vorerst nicht kritisch sind, da die Daten durch RAID-Systeme redundant gespeichert sind. Kritisch wird es erst, wenn für diese Festplatten

ein besonders schneller Anstieg der Lesefehler zu verzeichnen ist.

Für die Vorbeugung von Datenverlusten und die Überwachung der Festplatten ist es nützlich zu wissen, wie sich die Lesefehler einer oder mehrere Festplatten entwickeln. Hierfür wird ein Programm vorgestellt, welches die Eigenschaften der einzelnen Festplatten – z.B. Seriennummer, Hostname, Größe, SATA-Version, Firmware – sowie die Historie der Lesefehlerzahl, der Lesezugriffe und der Betriebszeiten der Festplatte in eine Datenbank schreibt. Diese Datenbank kann graphisch ausgewertet werden und zur Prognose von Festplattenausfällen verwendet werden.

T 76.7 Mi 18:15 VG 0.111

**Learning and Decision-making Monitoring System for Grid Sites** — GEORG JAHN, ●EREKLE MAGRADZE, JÖRG MEYER, ARNULF QUADT, and CHRISTIAN WEHRBERGER — II. Physikalisches Institut Georg-August Universität Göttingen, Deutschland

Large scale computing systems, such as WLCG have a very complex infrastructure with more than hundred scientific computing centers called sites. The sites define the computational and storage power of WLCG. Each computing center by itself is a complex system with different components and each of them is monitored for characteristics and status of resources. Monitoring of site systems and central services of WLCG is a lively research area.

Nowadays there are numbers of monitoring tools dedicated for retrieving the statuses of site infrastructure and central services of WLCG. As a result, there is a big flow of monitoring information

from the tools, which is analysed daily by site and central services administrators. Automatisation of analytical processing of the information from various monitoring sources and consequently issuing appropriate actions to solve particular problems appearing at sites, or among the central services, is a promising way to increase the site performance and availability.

A first meta-monitoring system with features of learning and decision-making for the administration of sites will be presented. The tool is being developed and tested at the WLCG ATLAS Tier-2 center Goe-Grid. The technical approach based on Artificial Neural Networks and Fuzzy Sets Theory will be discussed.

T 76.8 Mi 18:30 VG 0.111

**Accessing dCache with standard protocols** — ●OLEG TSIGENOV and ANDREAS NOWACK — III. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen

The dCache storage management software is used extensively and successfully at many German high energy physics Grid Tier sites. A permanent development is necessary to accomplish the adoption of the software to react on changing models of data processing. Also tools for the users to facilitate the handling of their data sets stored at the Grid are necessary.

This talk will present how users can use the standard protocols like WebDAV and NFS4.1 to manage data stored on dCache pools along with an overview about new features in dCache foreseen for the future.

## T 77: Computing 2

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: VG 0.111

T 77.1 Do 16:45 VG 0.111

**Sicherer Rückkanal zur Echtzeitsteuerung von Grid-Jobs** — ●RAPHAEL AHRENS und PETER MÄTTIG — Bergische Universität Wuppertal

Der Job Execution Monitor (JEM) ist die an der Bergischen Universität Wuppertal entwickelte Software zur Job-zentrischen Überwachung von ATLAS-Grid-Jobs. Zur Erfüllung dieser Aufgabe überwacht JEM die System-Metriken auf dem Worker Node, die Ausführung und den Fortschritt von Python- und Bash-Skripten, den Inhalt von frei spezifizierten Log-Dateien und den Status, den Start und das Ende von Benutzerprozessen.

Eine generelle Aktivierung all dieser Komponenten ist aus Performancegründen nicht zielführend und auch meist unnötig. Aus diesem Grund wird derzeit für JEM ein System entwickelt, das es gestattet, einzelne JEM-Komponenten dynamisch zur Laufzeit eines Jobs hinzuzufügen oder zu beenden.

Dieses System basiert auf einem Rückkanal zur Anpassung des Monitoring-Levels und der Monitoring-Abdeckung. Für einen solchen Rückkanal ergeben sich hohe Anforderungen an die Autorisation und Authentifikation des steuernden Benutzers sowie an die Absicherung der Nutzer-Job-Kommunikation. Hierzu wird bestehende Sicherheitsinfrastruktur eingesetzt und erweitert.

Dieser Vortrag stellt die Architektur und die Sicherheitsmechanismen des JEM-Rückkanals vor und diskutiert die technische Realisierung von Protokollmechanismen wie die Erzeugung von Sitzungsschlüsseln und Autorisierungslisten.

T 77.2 Do 17:00 VG 0.111

**Intensives Analysistask- / Sitemonitoring mit Hilfe von JEM** — ●FRANK VOLKMER und PETER MÄTTIG — Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal, Deutschland

Der Job Execution Monitor (JEM) ist die an der Bergischen Universität Wuppertal entwickelte Software zur Job-zentrischen Überwachung von ATLAS-Grid-Jobs. Die Aggregation der Monitoringdaten einzelner überwachter Jobs, also Systemmetriken, Netzwerklast und Speicherverbrauch erlauben es, Informationen über Analysistasks oder einzelne Sites zu extrahieren und zusätzliche Monitoringinformationen bereit zu stellen. Diese Daten stehen live zur Verfügung, auch während der Job noch läuft und erlauben dadurch eine unmittelbare Reaktion auf Probleme.

Ein zentraler ActivationService stellt dem PanDA-Pilot Informationen zur Verfügung ob und wie ein einzelner Job überwacht werden soll. Dies stellt sicher, dass die Auswahl zu überwachender Jobs über mög-

lichst alle Analysistasks und Grid Sites gleich verteilt ist, ohne dass die zentralen Auswertungsstrukturen dabei überlastet werden. Dieser Vortrag gibt eine Übersicht über die Analysen und die nötigen Mechanismen, um diese durchzuführen.

T 77.3 Do 17:15 VG 0.111

**Überwachung des Grid-Ressourcen-Zentrums GoeGrid mit HappyFace** — ●GEORG JAHN, EREKLE MAGRADZE, JÖRG MEYER, ARNULF QUADT und CHRISTIAN WEHRBERGER — Georg-August Universität, Göttingen, Deutschland

Um eine hohe Produktivität zu gewährleisten, wird das Göttinger Rechen-Cluster GoeGrid (ein ATLAS Tier-2 Zentrum des LHC Computing Grid) ständig von mehreren Programmen überwacht. Zur einfacheren und effektiveren Wartung wird das Meta-Monitoring System HappyFace eingesetzt, das eine Zusammenfassung von Überwachungsinformationen aus verschiedenen Quellen erstellt. Dabei werden viele Standard-Module genutzt, es wurden jedoch auch bestehende Module erweitert und völlig neue Module eigens entwickelt; zudem wurde auch an den HappyFace Kernmodulen gearbeitet. Viele der Änderungen sind in die öffentliche HappyFace Version eingearbeitet worden, um schließlich auch andere Rechenzentren von den Beiträgen profitieren zu lassen.

T 77.4 Do 17:30 VG 0.111

**Hotfile- und Flaschenhals-Erkennung im GoeGrid-dCache-System** — ●CHRISTIAN WEHRBERGER, GEORG JAHN, EREKLE MAGRADZE, JÖRG MEYER und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland

Der ausfallfreie und produktive Betrieb von Grid-Ressourcen für das ATLAS-Experiment am LHC bedingt den Einsatz effizienter und verlässlicher Überwachungssysteme sowie Verbesserungstechniken. Eine dieser Ressourcen stellt dCache, ein explizit für den Einsatz in der Hochenergie-Physik entwickeltes Massenspeicher-Verwaltungssystem, dar. Daher wird im Rahmen dieses Vortrags die Leistung von dCache exemplarisch am ATLAS Tier-2-Zentrum GoeGrid betrachtet. Typische Nutzungsmuster wie Dateigrößen-Verteilungen, aber auch Charakteristika wie Geschwindigkeiten von Datentransfers und Zugriffshäufigkeiten, insbesondere häufig verwendeter Dateien (hotfiles), werden analysiert. Darüber hinaus wurde auch eine Flaschenhals-Erkennung durchgeführt, die im GoeGrid Komponenten identifiziert, welche die Leistung des dCache-Systems limitieren. Die Resultate dieser Analysen wurden zur Erstellung einer Echtzeit-Überwachungssoftware für GoeGrid eingesetzt.

T 77.5 Do 17:45 VG 0.111

**Entwicklung und Evaluierung von automatischer Vektorisierung im CMS Software Framework** — ●THOMAS HAUTH<sup>1,2</sup> und DANILO PIPARO<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>CERN, Genf, Schweiz

Das Auswerten der enormen Datenmengen des CMS Detektors am LHC wird mit einem objekt-orientierten C++ Framework durchgeführt. Mit steigender Komplexität der aufgezeichneten Ereignisse werden neue Anforderungen an die Computersysteme des Experiments gestellt. Einer der Wege dem steigenden Rechenaufwand entgegenzutreten besteht darin die Rechenkapazität der verwendeten CPUs voll auszunutzen. Moderne CPUs verfügen über Vektoreinheiten, in denen eine mathematische Operation auf mehrere Fließkommazahlen zeitgleich angewendet werden kann.

Moderne Compiler sind in der Lage, aus regulärem C++ Programmcode Maschinencode zu erzeugen, welcher die Vektoreinheiten von CPUs ausnutzt. Dieser Prozess wird Auto-Vektorisierung genannt. In diesem Vortrag wird die zu Grunde liegende Technologie und die Merkmale des verwendeten Compilers erläutert. Ausserdem wird anhand von ausgewählten Beispielen die Verwendung von Auto-Vektorisierung im CMS Software Framework erläutert.

Durch die Anwendung von Auto-Vektorisierung in bestimmten CMS Rekonstruktionsalgorithmen konnte deren Laufzeit mehr als halbiert werden.

T 77.6 Do 18:00 VG 0.111

**Entwurf eines nutzer-zentrierten Computing-Modells für die deutsche CMS-Gemeinschaft** — ●OLIVER OBERST, GÜNTER QUAST und MANUEL ZEISE — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Die schnell wachsenden Datenmengen des CMS-Experiments am Large Hadron Collider erfordern optimierte, den sich verändernden Bedingungen anpassende und effiziente Analyseumgebungen für die Nutzer der beteiligten Institute.

Den deutschen CMS-Mitgliedern stehen umfangreiche Computing-Ressourcen innerhalb Deutschlands zur Verfügung, welche jedoch dezentral bereit gestellt werden. Hierdurch ist die gleichzeitige und effiziente Nutzung aller deutscher CMS-Ressourcen nicht gewährleistet. Die Nutzer müssen entsprechend ihre Analyseumgebung und ihre Arbeitsabläufe den jeweils benutzten Rechnerressourcen anpassen. Die Untersuchung der verschieden Datenanalyseverfahren innerhalb der deutschen CMS-Gemeinschaft und die Einbeziehung der Nutzermeinungen zeigte, dass ein deutschlandweites, homogenes und nutzer-zentriertes DCMS-Computing-Modell die entstehenden Engpässe verhindern, beziehungsweise die Nutzbarkeit aller Ressourcen verbessern würde.

Der Vortrag stellt eine solche vereinheitlichte Infrastruktur auf Basis der bereits von CMS genutzten GlideinWMS-Technik vor, welcher den Nutzern einen zentralen und interaktiven Zugang zu allen DCMS-Ressourcen ermöglichen würde, inklusive Lastenausgleich zwischen den Standorten bei einer homogenen Arbeitsumgebung.

T 77.7 Do 18:15 VG 0.111

**Analyse und Diskussion des derzeitigen Computing-Modells innerhalb der deutschen CMS-Gemeinschaft** — OLIVER OBERST, GÜNTER QUAST und ●MANUEL ZEISE — Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Den deutschen CMS-Mitgliedern stehen umfangreiche Rechner- und Speicherkapazitäten zur Verfügung. Neben lokalen Computing-Ressourcen sind dies insbesondere die National Analysis Facility (NAF) in Hamburg, das Tier-2 in Aachen sowie die National Resources at GridKa (NRG) am Tier-1 in Karlsruhe.

Der Vortrag analysiert die bestehenden Rechnernutzungsmodelle verschiedener Analysegruppen innerhalb der deutschen CMS-Gemeinschaft. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Nutzbarkeit aus Sicht der Anwender sowie Ansatzpunkte für mögliche Verbesserungen im Arbeitsablauf und in der zur Verfügung stehenden Infrastruktur. Diese Optimierungen werden in einem neuen Gesamtkonzept für das Computing-Modell der deutschen CMS-Gemeinschaft zusammengefasst.

T 77.8 Do 18:30 VG 0.111

**The future ZEUS analysis model in context of HEP data preservation.** — ●JANUSZ MALKA — DESY, Hamburg, Germany

The ZEUS data preservation project has been established in collaboration with DESY-IT in order to replace the current analysis framework beyond 2012. Such model is being developed and is based on the Common Ntuple project, already started in 2006. The data and wide range of the Monte Carlo samples is preserved in a simple flat ROOT ntuple format. The ability of simulation of small Monte Carlo samples will be also provided to ensure access to new theory's predictions. The validation framework of such a scheme using the virtualisation techniques which allow to validate ZEUS software against the change in operating system are explored.

T 77.9 Do 18:45 VG 0.111

**ZEUS documentation archive in context of HEP data preservation project.** — ●KATARZYNA WICHMANN — DESY, Hamburg, Germany

A project to allow long term access and physics analysis of ZEUS data (ZEUS data preservation) has been established in collaboration with the DESY-IT group. Parallel to preserving and validating the ZEUS real data and Monte Carlo samples, there is an ongoing work on preserving as much as possible documentation for future data analysis. A cooperation between ZEUS, DESY-IT and the library was established for document digitization and long-term preservation of collaboration web pages. The ZEUS internal documentation has already been stored within the HEP documentation system INSPIRE. Existing digital documentation, needed to perform physics analysis also in the future, is being centralized and completed.

## T 78: Trigger

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: VG 0.111

T 78.1 Fr 8:30 VG 0.111

**Deadtime corrections of luminosity in the ATLAS experiment** — ●GABRIEL ANDERS — Kirchhoff-Institut für Physik, Heidelberg, Deutschland — CERN, Genf, Schweiz

At the Large Hadron Collider near Geneva bunched beams of protons or lead ions are collided with unprecedented energies. The general purpose detector ATLAS is located at one of the four interaction points and is searching amongst others for new physics beyond the Standard Model. In order to measure cross sections for a given physics process, the knowledge of the precise integrated luminosity is essential. Due to readout limitations of the data acquisition system and detector hardware not all collisions can be recorded, that is, deadtime is introduced at the first level trigger. In this talk I will present an overview of the different types of deadtime in ATLAS and how to measure it. I will also present a technique for correcting the integrated luminosity of a physics analysis for deadtime, which accounts for bunch dependent effects of trigger deadtime and response.

T 78.2 Fr 8:45 VG 0.111

**Faktorisierung von Dimuon-Trigger-Effizienzen** — MATTHIAS HAMER, CARSTEN HENSEL und ●JANNIK HOFESTÄDT — II. Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Die hohen Wechselwirkungsraten am LHC stellen eine besondere Herausforderung für die Triggersysteme des ATLAS-Detektors dar. Bei den meisten Analysen mit Leptonen im Endzustand wurde in der Vergangenheit auf einzelne hochenergetische Leptonen getriggert. Für Analysen mit mehr als einem Lepton im Endzustand bieten Multilepton-Trigger, wie z.B. Dimuon-Trigger, eine gute Alternative: Dimuon-Trigger liefern bei wesentlich geringeren Schwellen für transversale Impulse  $p_T$  vergleichsweise geringe Triggerraten.

Im Allgemeinen müssen die Dimuon-Trigger-Effizienzen in Abhängigkeit von den Eigenschaften jedes der beteiligten Myonen (mindestens:  $p_T$ , Pseudorapidität  $\eta$  und Azimutwinkel  $\phi$ ) bestimmt werden. Da die Effizienz eines Triggers direkt aus Daten bestimmt wird, führt eine geringe Rate wie beim Dimuon-Trigger zu großen statistischen Unsicherheiten.

Die Effizienzen der Trigger für einzelne Myonen kann mit wesentlich mehr Statistik bestimmt werden. Wir haben getestet, unter welchen

Voraussetzungen die Dimyon-Trigger-Effizienzen in die Effizienzen der Trigger für einzelne Myonen faktorisieren und welchen Einfluss ein solches Vorgehen auf die systematischen Unsicherheiten hat.

T 78.3 Fr 9:00 VG 0.111

**Berücksichtigung von Trigger-Effizienzen in Physik-Analysen** — ●HAMER MATTHIAS, HENSEL CARSTEN und KOHN FABIAN — Georg-August-Universität Göttingen

Bei der Auswertung der vom ATLAS-Detektor aufgezeichneten Daten werden verschiedene Strategien verfolgt, um die Performance der jeweils genutzten Trigger zu berücksichtigen, beispielsweise beim Vergleich von Daten mit Monte Carlo Simulationen (MC). Ein Ansatz beruht auf der Simulation der relevanten Trigger im MC und der Applikation eines Korrekturfaktors um Unterschiede in den Trigger-Effizienzen zwischen Daten und MC auszugleichen. Eine weitere Strategie ist das Umgewichten von MC Ereignissen mit aus Daten bestimmten Trigger-Effizienzen. In einem Vergleich der beiden Methoden werden die Vorteile des zweitgenannten Verfahrens aufgezeigt. Im weiteren wird die Nutzung von Trigger-Effizienzen, die mit einer sogenannten Tag & Probe Methode auf einem definierten Datensatz bestimmt werden, für das Umgewichten von MC Ereignissen eines beliebigen Physikprozesses gerechtfertigt sowie auf die Berechnung von Unsicherheiten auf die Summe der Ereignisgewichte eingegangen und Anwendungsbeispiele gezeigt.

T 78.4 Fr 9:15 VG 0.111

**Trigger Combination Method for Jet Eta-Intercalibration at ATLAS** — ALESSANDRA BAAS and ●YURIY DAVYGORA — Universität Heidelberg, Kirchhoff-Institut für Physik, Im Neuenheimer Feld 227, 69120 Heidelberg, Deutschland

For any physical or performance analysis, an unbiased data sample is required. One possible source of systematical bias is the trigger selection. To eliminate this bias, usually, for every investigated range of e.g. transverse momentum of the studied physical object, the sample is selected by a trigger which is fully efficient in the given range and delivers most statistics. Sometimes, however, this statistics is not enough to obtain the needed precision such that combining samples selected by several triggers may yield more statistics.

The different trigger samples must be combined correctly to obtain the true distributions of investigated quantities. The method discussed here is the so called exclusion method. It is tested by applying it to the problem of jet eta-intercalibration of the ATLAS calorimeter. The goal of the latter is to achieve equal calorimeter response to hadronic jets of equal transverse momentum in all calorimeter regions by studying the balance between the two leading jets in dijet events. The method is shown to deliver results consistent with official results obtained by currently standard methods, while providing smaller statistical uncertainties.

T 78.5 Fr 9:30 VG 0.111

**An FPGA based demonstrator for a topological processor in the future ATLAS Level1-Calo trigger** — ●EDUARD SIMIONI, ANDREAS EBLING, BRUNO BAUSS, ULRICH SCHÄFER, VOLKER BÜSCHER, REINHOLD DEGELE, WEINA JI, CARSTEN MEYER, SEBASTIAN MORITZ, STEFAN TAPPROGGE, and VOLKER WENZEL — Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55128 Mainz

In 2014 LHC will collide proton bunches at the nominal energy of 14 TeV with an increased luminosity up to  $3 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . To keep the trigger efficiency high in spite of the increase in event rate, an extra electronics module will be added in the L1-Calo trigger chain: the Topological Processor (TP).

With the TP, topological event information currently processed at Level2 will be available within the L1-Calo latency budget. Information on angles between jets and/or leptons can be used to reduce the trigger rates.

From a hardware point of view the TP requires fast optical I/O and large bandwidth. This is provided by the most advanced FPGAs on the market (with embedded multi Gb/s transceivers) and multi Gb/s opto converters. These technologies have been implemented into an advanced TCA form factor board, "GOLD", as a demonstrator for the ATLAS TP.

In this presentation the tests performed on the "GOLD" demonstrator are summarized, including a characterization of the high speed links (opto converters and transceivers) and tests of topological algorithms

in their firmware incarnation for measuring latency and performance.

T 78.6 Fr 9:45 VG 0.111

**COMPASS calorimetric trigger in 2012 run : motivation and implementation** — ●STEFAN HUBER, JAN FRIEDRICH, BERNHARD KETZTER, IGOR KONOROV, MARKUS KRÄMER, DMYTRO LEVIT, ALEXANDER MANN, and THIEMO NAGEL — Technische Universität München

For the COMPASS experiment at CERN a dedicated run for studies on chiral perturbation theory is planned for 2012. By impinging pions to a Nickel target, at very low momentum transfer, final states containing an outgoing photon or neutral pions are produced.

In order to select these events a new calorimetric trigger, reusing the already existing readout electronics, is implemented. A backplane module as well as a central trigger module is developed on which the hits from the individual cells are collected and further processing is done. The implementation as well as the first test results will be presented.

This project is supported by the BMBF, the Maier-Leibnitz-Laboratorium der Universität München und der Technischen Universität München as well as the Exzellenzcluster "Origin and Structure of the Universe".

T 78.7 Fr 10:00 VG 0.111

**Das neue Multichip-Modul des ATLAS Kalorimeter-Triggers** — ●JAN JONGMANN — Kirchhoff Institut für Physik, Heidelberg

Der Level-1 Kalorimeter-Trigger des ATLAS Experiments am LHC hat die Aufgabe physikalische Objekte (Elektronen, Taus, Jets) sowie fehlende und totale transversale Energie in den Kalorimetern des Detektors zu finden. Die analogen Signale von etwa 7200 Trigger Tovern werden zunächst im Prä-Prozessor digitalisiert und ihre transversale Energie und die entsprechende Strahlkreuzung werden bestimmt. Die dazu verwendeten Algorithmen sind fest in einem ASIC auf dem sogenannten Multichip-Modul (MCM) implementiert. Anschließend werden die digitalen Signale in zwei Prozessoren, dem Cluster-Prozessor (CP) und dem Jet-Energy-Prozessor (JEP), weiterverarbeitet. Der CP identifiziert Elektron/Photon- und Hadron/Tau-Kandidaten, während der JEP Jets findet und die fehlende und totale transversale Energie berechnet.

Zur Zeit wird ein neues MCM (nMCM) entwickelt. Die wichtigste Neuerung ist der Ersatz des ASIC durch einen wiederprogrammierbaren FPGA, welcher die Aufgaben des ASIC übernimmt, aber auch die Verwendung zusätzlicher bzw. verbesserter Algorithmen ermöglicht. Zwei Beispiele sind eine kontinuierliche Pedestal-Korrektur und Verbesserungen bei der Bestimmung der Strahlkreuzung saturierter Signale. Momentan werden die bereits vorhandenen Algorithmen im FPGA implementiert und getestet und neue Algorithmen entwickelt.

In diesem Vortrag wird das nMCM präsentiert, Testergebnisse werden vorgestellt und neue Algorithmen diskutiert.

T 78.8 Fr 10:15 VG 0.111

**Betriebsüberwachung und Konfigurationstests am zentralen Trigger bei ATLAS** — ●RUTH PÖTTGEN<sup>1,2</sup>, STEFAN TAPPROGGE<sup>2</sup> und THORSTEN WENGLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>CERN — <sup>2</sup>Johannes Gutenberg - Universität Mainz

Für eine effektive Datennahme, die die vorhandenen Ressourcen optimal nutzt, ist ein verlässlich funktionierendes Triggersystem essentiell. Das Triggersystem des ATLAS-Experiments am LHC in Genf besteht aus 3 Stufen, die jeweils immer komplexere Selektionen zulassen. Eine Schlüsselfunktion nimmt dabei die zentrale Einheit der ersten Stufe (Central Trigger Processor - CTP) ein, die unter anderem für die Verteilung der Zeitsignale im gesamten Detektorsystem sorgt. Verschiedene Überwachungsfunktionen, die im laufenden Betrieb die Kontrolle der Synchronisation der Zeitsignale erlauben, werden ein Teil des Vortrags sein.

Eine vollständiger Satz von Entscheidungskriterien - ein sogenanntes Triggermenü - muss zwischen allen Stufen konsistent konfiguriert werden, wobei im Fall der ersten Stufe, die auf speziell konstruierter Elektronik basiert, insbesondere die Einschränkungen durch die vorhandenen Strukturen berücksichtigt werden müssen. Dazu muss jedes Menü vor der Implementierung sorgfältig im Labor getestet werden. Die Automatisierung einiger der dafür notwendigen Prozesse wird in diesem Vortrag vorgestellt.

T 79: Beschleunigerphysik 1

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: VG 1.103

T 79.1 Mo 16:45 VG 1.103

**Migration of the S-DALINAC Accelerator Control System to an EPICS-based System\*** — ●MARTIN KONRAD, CHRISTOPH BURANDT, RALF EICHHORN, JOACHIM ENDERS, and NORBERT PIETRALLA — Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany

The S-DALINAC has been controlled by a non-standard hand-made control system for twenty years. During the last years the development of this control system did not keep up with the needs of the operators. A lot of time had to be invested into the development of basic functionality that modern control system frameworks already provide. EPICS was chosen as a basis for all new components because of its reliability and its active community. Up to now several major accelerator subsystems have been successfully migrated to EPICS and Control System Studio.

Simultaneous to the work on the software the network infrastructure has been changed radically to improve security. Extensive use of virtualization techniques helps to increase availability and to centralize administrative tasks. Automatic deployment ensures reproducibility and fast disaster recovery.

\*Supported by DFG through SFB 634.

T 79.2 Mo 17:00 VG 1.103

**Commissioning report on the RFQ of the HITRAP decelerator** — ●MICHAEL MAIER<sup>1</sup>, ROLAND REPNOW<sup>2</sup>, FRANK HERFURTH<sup>1</sup>, STEPAN YARAMISHEV<sup>1</sup>, DENNIS NEIDHERR<sup>1</sup>, GLEB VOROBYEV<sup>1</sup>, and NIKITA KOTOVSKIY<sup>1</sup> — <sup>1</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Commissioning of the HITRAP decelerator behind the Experimental storage ring (ESR) has been difficult and not fully successful yet. According to simulations the present RFQ design requires beam with an input energy of 530 keV/u. This is above the limit of the IH decelerator which has been designed for 500 keV/u output energy.

In order to verify the simulation results the RFQ has been set up together with a test bench behind a pelletron accelerator at the Max Planck Institute for nuclear physics in Heidelberg. This pelletron provides DC beam with  $A/q < 3$  in the desired energy range of 450 - 550 keV/u.

This setup allows for a rapid scan through this otherwise difficult to reach parameter space. Additionally it will serve a second time as a commissioning setup for the next RFQ electrode design matched to the IH output energy.

In this contribution the simulations and the experimental results of this test are compared as well as a first design study for a new RFQ decelerator structure is presented.

T 79.3 Mo 17:15 VG 1.103

**Untersuchung der photoinduzierten Feldemission von Elektronen aus flachen Goldkathoden** — ●BENJAMIN BORNEMANN, STEPHAN MINGELS, DIRK LÜTZENKIRCHEN-HECHT und GÜNTER MÜLLER — Bergische Universität Wuppertal, FB C - Physik, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

Die photoinduzierte Feldemission (PFE) kombiniert die kurze Pulsdauer eines Lasers mit der geringen Emittanz feldemittierter Elektronen aus Metall- oder Halbleiterkathoden für robuste, hochbrillante Elektronenquellen. Bisherige Messungen zur PFE wurden nur an Kathoden mit Spitzen zum Beispiel aus W, Si oder ZrC durchgeführt. Deshalb wurde an der BUW ein UHV-PFE-Messsystem mit Gitterelektrode (Feldstärken bis zu 400 MV/m), durchstimmbarem Laser (0.5-5.9 eV) und Elektronenspektrometer (<38 meV Auflösung) aufgebaut [1]. Damit ist es erstmals gelungen, an flachen polykristallinen Goldkathoden sowohl die Schottky-induzierte Photoemission als auch die PFE nachzuweisen. Die Messung der Quanteneffizienz als Funktion der Feldstärke und Anregungsenergie zeigte starke Resonanzen mit einer Breite von etwa 20 meV. Diese können mittels XRD-Messungen auf die elektronische Bandstruktur zurückgeführt werden. Weitere Messungen sind an einkristallinen Goldkathoden geplant.

[1] B. Bornemann et al., Rev. Sci. Instr., in press.

Gefördert durch das BMBF-Verbundforschungsprojekt FSP301-05K10PXA.

T 79.4 Mo 17:30 VG 1.103

**Das neue Injektionssystem für den Linac II bei DESY** — ●CLEMENS LIEBIG und MARKUS HÜNING — DESY, Hamburg

Für den Linac II, der die Beschleunigerkette bei DESY mit Elektronen und Positronen versorgt, ist ein neues Injektionssystem geplant. Dieses soll die Strahlverluste von ca. 60% bis zum Positronenkonverter und die damit einhergehende Aktivierung vermeiden und einen zuverlässigen Betrieb sichern. Es besteht hauptsächlich aus einer 6A/100kV Triodengun, Buncher und dispersiver Sektion zur Energiekollimation und liefert Elektronen mit 5 MeV Energie. Die neuartige Buncherstruktur stellt einen Hybrid aus Stehwellen- und Wanderwellenstruktur dar und ermöglicht einen kompakten Aufbau und guten Elektroneneinfang. Der überwiegende Teil ist eine Wanderwellenstruktur in der  $2\pi/3$  Mode, an die eine Einfangzelle in der  $\pi$  Mode angekoppelt ist. Die Funktion der Injektorkomponenten sowie das gesamte Injektionssystem und die Beschleunigung in den Linacabschnitten wurden in Simulationen optimiert. Zusätzlich wird das Design in einem Teststand vor dem endgültigen Einbau geprüft. Dieser wird seit August 2011 betrieben und zum vollständigen Injektor von der Gun bis zur dispersiven Sektion ergänzt. Teststand und späterer Injektor sind mit umfangreicher Diagnostik ausgestattet. Neben dem Aufbau des Injektionssystems werden Simulationsergebnisse und Messungen am Teststand vorgestellt.

T 79.5 Mo 17:45 VG 1.103

**Ein neuer Injektor für Hochstrombetrieb und Einzelpulsakkumulation an ELSA\*** — ●SEBASTIAN MEY, FRANK FROMMBERGER, WOLFGANG HILLERT, NADINE HOFMANN, FABIAN KLARNER und MANUEL SCHEDLER — ELSA Elektronen-Stretcher-Anlage, Bonn, Deutschland

Für die geplante Strahlstromerhöhung an der Elektronen-Stretcher-Anlage ELSA des Physikalischen Instituts der Universität Bonn wurde ein neuer Injektor bestehend aus einer thermischen Elektronenquelle, einem Bunchingsystem aus subharmonischem Prebuncher und S-Band Wanderwellenbuncher und einem Linearbeschleuniger entwickelt und aufgebaut. Zum Studium von Single-Bunch-Instabilitäten verfügt die Quelle zusätzlich über einen Kurzpuls Betriebsmodus zur Einzelpulsakkumulation im Stretcherring.

Im Rahmen des Vortrages wird sowohl der Aufbau des neuen Injektors als auch das Timingsystem zur Einzelpulsakkumulation vorgestellt. Außerdem werden erste Messungen zur Pulslänge und zum Strahlstrom im Injektor präsentiert.

\* Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB/TR16.

T 79.6 Mo 18:00 VG 1.103

**Injektor für polarisierte Elektronen am S-DALINAC\*** — ●YULIYA FRITZSCHE<sup>1</sup>, KURT AULENBACHER<sup>2</sup>, THORE BAHLO<sup>1</sup>, CHRISTOPH BURANDT<sup>1</sup>, CHRISTIAN ECKARDT<sup>1</sup>, RALF EICHHORN<sup>1</sup>, JOACHIM ENDERS<sup>1</sup>, MARTIN ESPIG<sup>1</sup>, FLORIAN HUG<sup>1</sup>, MARTIN KONRAD<sup>1</sup>, NERAJ KURICHYANIL<sup>1</sup> und MARKUS WAGNER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt — <sup>2</sup>Institut für Kernphysik, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Eine Quelle polarisierter Elektronen wurde am Darmstädter Linearbeschleuniger S-DALINAC installiert. Polarisierte Elektronen werden produziert nach dem Beschuss einer GaAs-Photokathode mit einem gepulsten Ti:Saphir Laser oder einem Dioden-laser. Die Strahlführung des neuen Injektors umfasst ein Wien-Filter zur Spinmanipulation, ein 100-keV-Mott-Polarimeter zur Messung der Polarisation, einen Chopper sowie eine zweistufige Prebuncher-Sektion. Eine zweizellige Einfangstruktur ergänzt den supraleitenden Injektor-Linac für die Beschleunigung von 100-keV-Elektronenstrahlen. Um die Strahlpolarisation des beschleunigten Elektronenstrahls überwachen zu können, ist ein Mott-Polarimeter sowie ein Compton-Transmissions-Polarimeter hinter dem supraleitenden Injektor bei Elektronenenergien zwischen ca. 5 und 10 MeV platziert. Wir berichten über die Anforderungen und Erfolge des neuen polarisierten Injektors.

\*Gefördert durch die DFG in Rahmen des SFB 634.

T 79.7 Mo 18:15 VG 1.103

**Ein Compton-Polarimeter für ELSA\*** — ●REBECCA ZIMMERMANN, JÜRGEN WITTSCHE und WOLFGANG HILLERT — Physikalisches Institut, Universität Bonn, Germany

Die Beschleunigeranlage ELSA am Physikalischen Institut der Univer-

sität Bonn ist in der Lage, einen spinpolarisierten Elektronenstrahl auf eine Energie von bis zu 3,5 GeV zu beschleunigen. Polarisationsmessungen erfolgen derzeit lediglich unmittelbar hinter der polarisierten Quelle oder nach der Extraktion des Strahls zu den angeschlossenen Hadronenphysik-Experimenten. Eine Messung der transversalen Elektronenpolarisation in ELSA findet bislang nicht statt. Ein Compton-Polarimeter wird in Zukunft eine zum Strahlbetrieb parallele Polarisationsmessung erlauben. Zwar ist die Compton-Polarimetrie ein etabliertes Verfahren in der Beschleunigerphysik, die Inbetriebnahme an ELSA wird jedoch durch die vergleichsweise niedrige Strahlenergie erschwert. Dadurch ergeben sich besonders hohe Anforderungen an den als Quelle des polarisierten Lichts zum Einsatz kommenden Laser sowie an den Nachweisdetektor für die rückgestreuten Photonen. In diesem Beitrag werden die einzelnen Komponenten des Compton-Polarimeters vorgestellt und auf die speziellen Anforderungen an ELSA eingegangen.

\*Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB/TR 16

T 79.8 Mo 18:30 VG 1.103

**Dynamic Effects of Energetic Beam on Solid Target Material for Positron Production** — ●OLUFEMI S. ADEYEMI<sup>1</sup>, VALENTYN KOVALENKO<sup>1</sup>, ANDRIY USHAKOV<sup>1</sup>, LARISA I. MALYSHEV<sup>1</sup>, GUDRID A. MOORTGAT-PICK<sup>1,2</sup>, ANTHONY F. HARTIN<sup>2</sup>, SABINE RIEMANN<sup>3</sup>, and FRIEDRICH STAUFENBIEL<sup>3</sup> — <sup>1</sup>University of Hamburg, Hamburg — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg — <sup>3</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron, Zeuthen

One of the big challenges for any future linear collider projects is to generate enough positrons to provide the required high luminosity. The International Linear Collider (ILC) foresees to generate polarized positrons via undulator radiation where the produced photon beam hits a solid Titanium alloy target. The bombardment of such a high-

intense photon beam on titanium alloy deposits a huge amount of energy unto a very small spot on the target. Instantaneously this process changes the dynamical behaviour and the physical characteristic of the target material. This work presents a preliminary investigation of the dynamical behaviour of different solid target materials under such intense beams. In particular changes in the temperature and the induced stress are evaluated and discussed.

T 79.9 Mo 18:45 VG 1.103

**Dynamische Korrektur der Gleichgewichtsbahn während der schnellen Beschleunigungsphase an ELSA** — ●JENS-PETER THIRY, ANDREAS DIECKMANN, ANDREAS BALLING, FRANK FROMMBERGER und WOLFGANG HILLERT — Elektronen-Stretcher-Anlage ELSA, Physikalisches Institut, Universität Bonn

An der Beschleunigeranlage ELSA werden für Experimente der Hadronenphysik unter anderem polarisierte Elektronen auf bis zu 2,4 GeV beschleunigt. Um während der Beschleunigung den hohen Polarisationsgrad zu erhalten, sind Maßnahmen notwendig zu denen insbesondere eine gute Kontrolle der vertikalen Gleichgewichtsbahn gehört.

Der Beschleunigungsvorgang findet bei ELSA in weniger als 300 ms statt, was einer Rampgeschwindigkeit von 4 GeV/s entspricht. Dabei soll die mittlere vertikale Abweichung der Gleichgewichtsbahn von der Sollbahn während der gesamten Beschleunigung auf unter 50  $\mu\text{m}$  korrigiert werden. Hierzu stehen in allen 32 Quadrupolen Strahllagemonitore zur Verfügung, die mit einer Rate von 1 kHz ausgelesen werden. Während der Beschleunigungsphase werden mittels vertikaler Korrekturmagnete schnelle Feldstärkeänderungen im Millisekundenbereich appliziert.

In diesem Vortrag wird die zur Kontrolle der Gleichgewichtsbahn verwendete Hardware und der erfolgreiche Einsatz der dynamischen Korrektur vorgestellt.

## T 80: Beschleunigerphysik 2

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: VG 1.104

T 80.1 Mo 16:45 VG 1.104

**Zweiter Schall zur Lokalisierung von Wärmequellen** — ARNULF QUADT<sup>1</sup>, MICHAEL UHRMACHER<sup>1</sup>, ●HANNES VENNEKATE<sup>1</sup>, JENS WEINGARTEN<sup>1</sup> und WOLFGANG WEINGARTEN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Georg-August Universität Göttingen, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen — <sup>2</sup>CERN, Genf, Schweiz

Zweiter Schall wird vermehrt zur Lokalisierung von Oberflächenfehlern bei supraleitenden Kavitäten eingesetzt. Die Methode bietet eine einfache und kostengünstige Alternative zum aufwendigeren Temperature Mapping. Das entscheidende Problem bei dieser Technik ist die zeitliche Auflösung des Zweiten Schall Signals. Hierbei hilft sowohl konsequente Rauschunterdrückung als auch ein besseres Verständnis des Signals selbst. An zwei Messständen, einem in Göttingen und einem am CERN, wurden, zwecks qualitativer Untersuchung des Signals, Wärmepulse in superfluidem Helium erzeugt und die so entstehenden Signale des Zweiten Schalls aufgezeichnet. Das Ziel dabei war die Entwicklung von einfachen Kriterien zur automatisierten Datenanalyse. Zusätzlich wurde mit den gewonnen Erfahrungen im Rahmen des SPL-Projektes (Superconducting Proton Linac) am CERN ein Teststand für eine einzellige, supraleitenden Kavität mit Sensoren für den Zweiten Schall ausgestattet.

T 80.2 Mo 17:00 VG 1.104

**Automatische Bildbearbeitung zwecks Oberflächencharakterisierung von supraleitenden Niob Hochfrequenz-Cavities** — ●MARC WENSKAT, SEBASTIAN ADERHOLD, ECKHARD ELSSEN, SVEN KARSTENSEN, FELIX SCHLANDER und LEA STEDER — DESY

Die optische Inspektion von supraleitenden Niob Cavities nach der abgeschlossenen Oberflächenbehandlung ist eine wichtige Methode zur Untersuchung von feldlimitierenden Oberflächenunregelmäßigkeiten. Einzelne Defekte in einer einzelnen Zelle einer 9-Zellen-Cavity können den maximalen Beschleunigungsgradienten einschränken, während die generelle Oberflächenbeschaffenheit der Zelle das Quench-Verhalten stark beeinflusst. DESY hat sowohl die Inspektion als auch die Bildanalyse der kritischen Regionen einer Cavity automatisiert. Mit einer Punkt-Auflösung in der Größenordnung von 10  $\mu\text{m}^2$  wird das Datenvolumen umfangreich und eine systematische Untersuchung notwendig. Die Ziele der Entwicklung von Bildbearbeitungsalgorithmen sind ei-

ne automatische Charakterisierung der Oberflächeneigenschaften von Cavities sowie eine Defekterkennung. Das erste Ziel hilft bei der Qualitätssicherung der Behandlungen während der Produktion und das zweite zielt auf eine Erhöhung des Gradienten in der Produktion. Der Status und die Möglichkeiten der Bildbearbeitung für den European XFEL und den ILC werden vorgestellt.

T 80.3 Mo 17:15 VG 1.104

**Untersuchungen zur Antwort eines OST auf den Zweiten Schall** — ARNULF QUADT, BENJAMIN SCHRÖDER, MICHAEL UHRMACHER, HANNES VENNEKATE, JENS WEINGARTEN und ●BENJAMIN WILLENBERG — II. Physikalisches Institut, Georg-August Universität Göttingen, Deutschland

Oscillating Superleak Transducer (OST) werden als Detektoren des Zweiten Schalls in suprafluidem Helium benutzt, um Quenchpunkte supraleitender Hochleistungskavitäten zu lokalisieren. Der Göttinger Teststand zu diesem Verfahren erzeugt mithilfe eines ohmschen Widerstands einen Wärmepuls und simuliert so eine reale Quenchsituation. Mit der Möglichkeit, insbesondere die geometrische Anordnung der Komponenten sowie die Stärke des Wärmepulses zu variieren, erlaubt dieser Aufbau Studien zum genaueren Verständnis der Antwort eines OST auf den Zweiten Schall. Ausgehend von Experimenten am Göttinger Teststand wird eine u.a. auf mathematische Methoden gestützte Argumentation entwickelt, die über die Reproduzierbarkeit der Signale und die zuverlässige Bestimmbarkeit des Startzeitpunktes die Detektierbarkeit von Reflexionen des Zweiten Schalls belegt und eine Erklärung für das in Göttingen beobachtete, auffällig lange Signal in Eigenschwingungen des OST findet.

T 80.4 Mo 17:30 VG 1.104

**Thermoströme und eingefrorener magnetischer Fluss: Untersuchungen an supraleitenden Niobproben und HF-Resonatoren** — ●JULIA-MARIE VOGT, JENS KNOBLOCH, OLIVER KUGELER und ANDREAS JANKOWIAK — Helmholtz-Zentrum Berlin, Deutschland

CW-Beschleuniger werden vorzugsweise mit supraleitenden HF-Resonatoren betrieben, um die thermischen Verluste gering zu halten. Diese sind mehrere Größenordnungen kleiner als in normalleitenden Resonatoren und über die Güte  $Q_0$  bestimmt.  $Q_0$  ist bestimmt

durch die Qualität des verwendeten Materials (RRR, Kristallinität, Oberflächenbehandlung, ...), durch physikalisch grundlegende Phänomene (BCS Widerstand) und darüber hinaus auch von "magnetischen Verlusten". Ursache für letzteres sind eingefrorene Flussschläuche, die dissipative Beiträge zum Oberflächenwiderstand liefern. Durch eine Minimierung des anwesenden Flusses im Augenblick des supraleitenden Phasenübergangs während des Abkühlens kann dieser Effekt klein gehalten werden. Eine Abschirmung des Systems von äußeren Feldern (insbesondere des Erdmagnetfelds) ist dafür von Nöten, genauso müssen auch Felder die im Material selbst entstehen unterbunden werden. Eine Quelle dieser Felder sind durch Temperaturgradienten induzierte Ströme. Es wird eine qualitative und quantitative Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Temperaturgradienten und eingefrorenem Fluss an Niobproben und an HF-Resonatoren dargestellt.

T 80.5 Mo 17:45 VG 1.104

**Test neuer SRF Cavities für das S-DALINAC Injektor Upgrade\*** — ●SVEN SIEVERS, JENS CONRAD, RALF EICHHORN, FLORIAN HUG, MARTIN KONRAD, THORSTEN KÜRZEDER und PATRICK NONN — Institut für Kernphysik, TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

Der Experimentierplatz DHIPS hinter dem Injektor des S-DALINAC erlaubt im Moment Kernresonanzfluoreszenz-Experimente bei einer Energie von bis zu 10 MeV und einem Strahlstrom von maximal 60  $\mu$ A. Um Messzeiten zu verkürzen und neue Experimente zu ermöglichen soll zukünftig ein Elektronenstrahl mit 14 MeV und 200  $\mu$ A zur Verfügung gestellt werden. Für dieses Upgrade wurden in Zusammenarbeit mit Industriepartnern drei neue supraleitende Beschleunigungsstrukturen gefertigt und anschließend von uns getestet. Über die Ergebnisse werden wir berichten.

\*Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634.

T 80.6 Mo 18:00 VG 1.104

**Influence of BCP treatments on roughness and field emission from Nb** — ●STEFAN LAGOTZKY<sup>1</sup>, ALIAKSANDR NAVITSKI<sup>1</sup>, GÜNTER MÜLLER<sup>1</sup>, and PETER KNEISEL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>University of Wuppertal, D-42097 Wuppertal, Germany — <sup>2</sup>TJNAF, VA 23606 Newport News, USA

Enhanced field emission (EFE) from particulate contaminations and surface irregularities is one of the field limitations of the high gradient superconducting Nb cavities required for XFEL and ILC. While the number density and size of particulates can be much reduced by high pressure water rinsing (HPR), dry ice cleaning, and clean room assembly, the optimum choice of the Nb crystallinity and polishing are still under discussion [1]. Moreover, for the actual XFEL cavities two different schemes are used, i.e. "Final EP" and "BCP Flash." The influence of such preparation methods on EFE, however, has been less studied yet. Therefore, we have systematically measured the surface roughness of single-crystal Nb as function of the removed damage layer with BCP (d=20, 40, 80, 120  $\mu$ m) by means of optical profilometry and AFM. Different measures for the surface roughness, i.e. average and rms roughness, power spectral density, and 2D discrete Fourier transform were used. Correlated EFE and SEM investigations on these samples after HPR have identified surface irregularities as main emitter type. The activated onset fields shift from 80 MV/m (d=20  $\mu$ m) to 180 MV/m (d=120  $\mu$ m) in accordance to the roughness.

[1] Reschke et al., Phys. Rev. ST Accel. Beams 13, 071001-1 (2010). Acknowledgements to D. Reschke and J. Ziegler at DESY for HPR; fundings by HGF Alliance and the BMBF project 05H09PX5.

T 80.7 Mo 18:15 VG 1.104

**Unterschiedliche Ansätze zur Simulation elektromagnetischer Felder für SPL Resonatoren** — ●CONG LIU, WOLFGANG F.O. MÜLLER, WOLFGANG ACKERMANN und THOMAS WEILAND — Institut

für Theorie Elektromagnetischer Felder, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

Für die Beschleunigerresonatoren der SPL-Studie (Superconducting Proton Linac bei CERN) müssen die elektromagnetischen Felder präzise berechnet werden, da die Moden höherer Ordnung (HOMs) zu Instabilitäten des Teilchenstrahles führen können. Um die elektromagnetischen Felder in SPL-Kavitäten zu berechnen, werden drei unterschiedliche Ansätze bei TEMF verfolgt: Eigenmodeanalyse mit Hexaedergittern im Frequenzbereich, Eigenmodeanalyse mit Hexaedergittern im Zeitbereich, Eigenmodeanalyse mit Tetraedergittern. In diesem Vortrag werden die Prinzipien der drei numerischen Ansätze vorgestellt und verglichen. Zudem werden die berechneten Ergebnisse vorgestellt.

T 80.8 Mo 18:30 VG 1.104

**Vorbereitung auf das CW-LINAC-Demonstrator Projekt** — ●VIKTOR GETTMANN<sup>1</sup>, MICHAEL AMBERG<sup>1</sup>, SUSANNE JACKE<sup>1</sup>, WINFRIED BARTH<sup>1,2</sup>, SASCHA MICKAT<sup>1,2</sup>, KURT AULENBACHER<sup>3</sup>, ULRICH RATZINGER<sup>4</sup>, HOLGER PODLECH<sup>4</sup> und FLORIAN DZIUBA<sup>4</sup> — <sup>1</sup>HIM,Mainz — <sup>2</sup>GSI,Darmstadt — <sup>3</sup>IKP,Mainz — <sup>4</sup>IAP, Frankfurt am Main

Die Realisierung des ersten Abschnitts eines neuen supraleitenden(sc) continuous wave (cw) LINAC ist 2013 geplant. Das Projekt nennt sich "cw LINAC Demonstrator" und wird durch das Helmholtz-Institut Mainz (HIM) finanziert. Das Ziel ist ein "full Performance-Test" an der GSI-HLI einer neuen 217 MHz sc CH-Kavität die durch das Institut für Angewandte Physik (IAP) der Universität Frankfurt ausgelegt ist. Nach einer Engineering-Studie für den Kryostaten, wurde ein Rahmen entwickelt, um die Kavität und die beiden Magnetspulen zu tragen. Eine Nuclotron-Aufhängung, analog zu den SIS-100 Magneten für FAIR wird hier verwendet um die Verschiebungen der Komponenten beim Abkühlvorgang zu minimieren. Eine weitere Herausforderung ist die Induktion der Magneten von 9,3 T bis 50 mT bei der Kavität innerhalb weniger Zentimeter durch bewegliche Ausgleich-Spulen zu reduzieren. Diese und andere technische Lösungen für die kryogene Umgebung des Demonstrators werden hier behandelt.

T 80.9 Mo 18:45 VG 1.104

**SRF multicell cavity design using cubic and higher order spline cavity profiles\*** — ●BERNARD RIEMANN, ALESSANDRO FERRAROTTO, and THOMAS WEIS — Zentrum für Synchrotronstrahlung, TU Dortmund University

To operate accelerating structures with a high duty cycle up to CW operation, while maintaining high average acceleration gradients above 10<sup>7</sup> V/m, superconducting RF technology is necessary. At this power levels, the cavity surface needs to be smooth to prevent field emission and RF breakdown.

To design such cavities, elliptical cavity profiles have been used for three decades. While it is feasible to reach high performance levels with elliptical cavity structures, there is no physical reason why elliptical cavities should outperform other, yet unconsidered cavity profiles of similar smoothness.

An alternative approach to cavity profiles based on Bezier spline curves is presented. Three figures of merit for base cell optimization ( $E_{pk}/E_{acc}$ , intercell coupling constant,  $R_{sh}/Q$ ) are discussed and visualized for a cubic Bezier curve, which has two less free parameters for a given iris radius and frequency in comparison to elliptical profiles. By comparison with equivalent common elliptical profiles, it is shown that equal optimization goals can be reached with the cubic spline profile.

Further extensions of this approach using the degree-elevation property to increase the number of parameters, e.g. for approximating a free-form optimized half-cell profile, are shown.

\* This work is funded by BMBF under contract no. 05K10PEA

## T 81: Beschleunigerphysik 3

Zeit: Dienstag 16:45–18:50

Raum: VG 1.103

**Gruppenbericht** T 81.1 Di 16:45 VG 1.103

**Multibunchfeedbacksystem an ELSA\*** — ●MANUEL SCHEDLER, WOLFGANG HILLERT, ANDRÉ ROTH, REBECCA ZIMMERMANN, NIKOLAS HEURICH und FRANK FROMMBERGER — ELSA, Universität Bonn

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs/Transregio 16 "Elektromagnetische Anregung subnuklearer Systeme" werden an der Beschleunigeranlage ELSA der Universität Bonn Doppelpolarisations-

experimente zur Baryonenspektroskopie durchgeführt. Im Zuge der Erhöhung des extrahierten Strahlstromes an den Experimentierplätzen muss auch der interne Strom des ELSA-Rings auf bis zu 200 mA erhöht werden.

Der Stretcherring arbeitet mit einer schnellen Energierampe von 4 GeV/s, um den Elektronenstrahl von der Injektionsenergie von 1,2 GeV auf die maximale Endenergie von 3.5 GeV zu beschleunigen. Die

geplante Stromerhöhung wird maßgeblich limitiert durch Anregung von Multibunchinstabilitäten. Als Gegenmaßnahme wurde ein aktives Feedbacksystem für alle drei Raumdimensionen zur Dämpfung dieser Instabilitäten in Betrieb genommen.

In diesem Vortrag werden erste Messungen mit dem Feedbacksystem, insbesondere auf der schnellen Energierampe, vorgestellt.

\*Gefördert durch die DFG im Rahmen des Sonderforschungsbereiches/Transregio 16.

T 81.2 Di 17:05 VG 1.103

**Commissioning of Digital Bunch-by-Bunch Feedback Systems at DELTA and their Application as Diagnostics Tools.\***

— ●MARKUS HÖNER, MOHAMMED BAKR, HOLGER HUCK, SHAUKAT KHAN, ROBERT MOLO, ANDRE NOWACZYK, ANDREAS SCHICK, PETER UNGELENK, and MARYAM ZEINALZADEH — Center for Synchrotron Radiation (DELTA), TU Dortmund University, 44221 Dortmund, Germany

Digital bunch-by-bunch feedback systems have been recently installed and commissioned at the synchrotron radiation source DELTA operated by the TU Dortmund University. The feedback systems allow detecting and counteracting longitudinal as well as transversal multi-bunch instabilities. Beam current-dependent grow-damp measurements have been performed in order to characterize these instabilities. In addition to that, the feedback systems are used as diagnostics tools to study the oscillation amplitudes of different electron bunches during the injection process.

\* Work supported by the BMBF (05K10PEB).

T 81.3 Di 17:20 VG 1.103

**Status of the Bunch-by-Bunch Fast-Feedback System at ANKA**

— ●SEBASTIAN MARSCHING, NICOLE HILLER, ERHARD HUTTEL, VITALI JUDIN, BENJAMIN KEHRER, MARIT KLEIN, CHRISTINA MEUTER, ANKE-SUSANNE MÜLLER, MICHAEL NASSE, MARCEL SCHUH, NIGEL SMALE, and MAX STREICHERT — Karlsruhe Institute of Technology

At ANKA, the synchrotron light source of the Karlsruhe Institute of Technology, a vertical bunch-by-bunch fast-feedback system is being commissioned for damping multi-bunch instabilities and performing beam-dynamics studies.

The ANKA synchrotron operates at a regular beam energy of 2.5 GeV while the ANKA injector operates at only 0.5 GeV. Thus, the beam injected into the synchrotron has to be ramped up in energy. Therefore, the fast-feedback system has to be able to damp instabilities over the whole energy range from 0.5 to 2.5 GeV.

In this talk, we summarize the progress of the commissioning process and present studies we performed on compensating effects caused by the change of beam energy.

T 81.4 Di 17:35 VG 1.103

**Tomographic transverse phase space measurements at PITZ**

— ●GEORGIOS KOURKAFAS<sup>1</sup>, GALINA ASOVA<sup>1</sup>, IGOR ISAEV<sup>1</sup>, HANS-JÜRGEN GRABOSCH<sup>1</sup>, MATTHIAS GROSS<sup>1</sup>, LEVON HAKOBYAN<sup>1</sup>, YEVGENIY IVANISENKO<sup>1</sup>, MARTIN KHOJOYAN<sup>1</sup>, GUIDO KLEMZ<sup>1</sup>, MIKHAIL KRASILNIKOV<sup>1</sup>, KEERATI KUSOLJARIYAKUL<sup>1</sup>, JI LI<sup>1</sup>, MAHMOUD MAHGOUB<sup>1</sup>, DMITRIY MALYUTIN<sup>1</sup>, BARBARA MARCHETTI<sup>1</sup>, ANNE OPPELT<sup>1</sup>, MAREK OTEVREL<sup>1</sup>, BAGRAT PETROSYAN<sup>1</sup>, ANDREY SHAPOVALOV<sup>1</sup>, FRANK STEPHAN<sup>1</sup>, GRYGORII VASHCHENKO<sup>1</sup>, and DIETER RICHTER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>DESY, 15738 Zeuthen, Germany — <sup>2</sup>HZB, 12489 Berlin, Germany

The Photo Injector Test facility in Zeuthen site (PITZ), DESY, is testing and optimizing high brightness electron sources for free electron lasers. A key issue for such studies is the accurate determination of the beam emittance using a dedicated setup. The tomography module at PITZ aims in reconstructing the phase space distribution of the electron beam from captured projections of the beam when rotated in the phase space. This diagnostic technique can resolve the two transverse planes simultaneously with an improved resolution for short pulse trains. After the successful installation and commissioning of the tomography module, the collected data allowed phase space measurements which will be presented together with simulation results. The comparison between the two highlights the difficulties rising from the strong impact of space-charge force, due to the specific features of the electron beam: very low emittance, high charge density and moderate energy. Future improvements of the setup are discussed finally.

T 81.5 Di 17:50 VG 1.103

**Emittance measurements results with upgraded setup at**

**PITZ** — ●GRYGORII VASHCHENKO<sup>1</sup>, GALINA ASOVA<sup>1</sup>, MATTHIAS GROSS<sup>1</sup>, LEVON HAKOBYAN<sup>1</sup>, IGOR ISAEV<sup>1</sup>, YEVGENIY IVANISENKO<sup>1</sup>, MARTIN KHOJOYAN<sup>1</sup>, GUIDO KLEMZ<sup>1</sup>, MIKHAIL KRASILNIKOV<sup>1</sup>, MAHMOUD MAHGOUB<sup>1</sup>, DMITRIY MALYUTIN<sup>1</sup>, MIKHAIL NOZDRIN<sup>2</sup>, MAREK OTEVREL<sup>1</sup>, BAGRAT PETROSYAN<sup>1</sup>, DIETER RICHTER<sup>1</sup>, SAKHORN RIMJAEEM<sup>1</sup>, ANDREY SHAPOVALOV<sup>1</sup>, FRANK STEPHAN<sup>1</sup>, HORST-INGO TEMPLIN<sup>3</sup>, and INGO WILL<sup>3</sup> — <sup>1</sup>DESY, 15738 Zeuthen, Germany — <sup>2</sup>JINR, 141980 Dubna, Russia — <sup>3</sup>MBI, 12489 Berlin, Germany

The photo injector test facility at DESY, Zeuthen site, PITZ develops and characterizes photoelectron sources for linac driven free electron lasers (FELs) such as FLASH and the European XFEL. The main goal of the PITZ is to obtain electron beams with low transverse normalize emittance which is necessary for the successful operation of SASE FEL. Major parts of the facility - gun and booster cavities, photocathode laser system were upgraded in 2010 in order to improve the photo injector performance. A slit technique is used at PITZ to reconstruct the transverse phase space of the electron beam. Many machine parameters were tuned to optimize the beam emittance for a wide range of the bunch charge - from 20 pC to 2 nC. Measured emittance depending on various machine parameters like a gun launching phase, booster gradient, laser spot size on the cathode and main solenoid current will be presented

T 81.6 Di 18:05 VG 1.103

**Messung der transversalen Emittanz einer supraleitenden Hochfrequenz (SHF) Photoelektronenquelle**

— ●JENS VÖLKER, WOLFGANG ANDERS, ROMAN BARDAY, ANDREAS JANKOWIAK, THORSTEN KAMPS, JENS KNOBLOCH, OLIVER KUGELER, ALEKSANDR MATVEENKO, AXEL NEUMANN, TORSTEN QUAST und SUSANNE SCHUBERT — HZB, Berlin

Mit dem zukünftigen Energy-Recovery-Linac (ERL) BERLinPro soll gezeigt werden, dass mit einer supraleitenden Hochfrequenz (SHF) Photoelektronenquelle hohe Strahlqualität mit hohem mittlerem Strom vereinbar sind. In einem ersten Schritt in Richtung einer solchen Quelle wurde am HZB ein SHF Photoinjektor aufgebaut und im April 2011 in Betrieb genommen. Die Elektronen werden dabei aus einer Bleikathode extrahiert, die als dünner Film auf die Rückwand der SHF Kavität aufgebracht ist.

Die transversale Emittanz dieser Elektronenquelle wurde mit der Technik des Solenoid-Scans vermessen. In dem Papier werden Prinzip und Durchführung von Solenoid-Scans besprochen und die Ergebnisse an Hand von Modellen diskutiert.

T 81.7 Di 18:20 VG 1.103

**Sensitivitätsanalyse des konusförmigen Pickupdesign für den hochauflösenden Ankunftszeitmonitor bei FLASH und XFEL**

— ●ALEXANDER KUHLE<sup>1</sup>, ALEKSANDAR ANGELOVSKI<sup>2</sup>, SASCHA SCHNEPP<sup>1</sup>, ANDREAS PENIRSCHKE<sup>2</sup>, ROLF JAKOBY<sup>2</sup>, TOMAS WEILAND<sup>3</sup>, MARIE KRISTIN BOCK<sup>4</sup>, HOLGER SCHLARB<sup>4</sup> und MICHAEL BOUSONVILLE<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Graduate School CE, TU Darmstadt, Dolivostr. 15, 64293 Darmstadt — <sup>2</sup>Institut für Mikrowellentechnik und Photonik, TU Darmstadt, Merkstr. 25, 64283 Darmstadt — <sup>3</sup>Institut für Theorie Elektromagnetischer Felder (TEMF), TU Darmstadt, Schloßgartenstr. 8, 64289 Darmstadt — <sup>4</sup>DESY, Gruppe Maschinenstrahlkontrolle, Notkestraße 85, 22607 Hamburg

Der Freie Elektronenlaser FLASH in Hamburg verfügt derzeit über einen Ankunftszeitmonitor, der bei einer Bunchladung von 200 pC bis 3 nC eine Zeitauflösung von weniger als 10 fs ermöglicht. Für zukünftige Experimente sollen auch Laserpulse bei Bunchladungen von 20 pC erzeugt werden. Eine Senkung der Bunchladung führt aufgrund der geringeren Signalamplitude zu einer Verringerung der Zeitauflösung des Systems. Durch die Erhöhung der maximalen Arbeitsfrequenz von 10 GHz auf 40 GHz wird die benötigte Signalsteilheit am Nulldurchgang für die erforderliche Zeitauflösung erreicht. Durch Herstellungstoleranzen können die Signaleigenschaften des Pickups variieren. Aus diesem Grund wurden Sensitivitätsanalysen zweier Realisierungsvorschläge des Pickupdesigns durchgeführt und die Variation der Signaleigenschaften untersucht. Die Simulationen wurden mit CST PARTICLE STUDIO® durchgeführt.

T 81.8 Di 18:35 VG 1.103

**Pickup Design for High Bandwidth Bunch Arrival-time Monitors in Free-Electron Lasers**

— ●ALEKSANDAR ANGELOVSKI<sup>1</sup>, ALEXANDER KUHLE<sup>2</sup>, ANDREAS PENIRSCHKE<sup>1</sup>, SASCHA SCHNEPP<sup>2</sup>, MARIE KRISTIN BOCK<sup>4</sup>, MICHAEL BOUSONVILLE<sup>4</sup>, HOLGER SCHLARB<sup>4</sup>, THOMAS WEILAND<sup>3</sup>, and ROLF JAKOBY<sup>1</sup> — <sup>1</sup>TU

Darmstadt, Institut für Mikrowellentechnik und Photonik, Merckstrasse 25, 64283 Darmstadt, Germany — <sup>2</sup>TU Darmstadt, Graduate School of Computational Engineering, Dolivostrasse 15, 64293 Darmstadt, Germany — <sup>3</sup>TU Darmstadt, Institut für Theorie Elektromagnetischer Felder, Schlossgartenstrasse 8, 64289 Darmstadt, Germany — <sup>4</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Notkestrasse 85, 22607 Hamburg, Germany

The increased demands for low bunch charge operation mode in the free-electron lasers (FELs) require an upgrade of the existing synchronization equipment. As a part of the laser-based synchronization sys-

tem, the bunch arrival-time monitors (BAMs) should have a sub-10 femtosecond precision for high and low bunch charge operation. In order to fulfill the resolution demands for both modes of operation, the bandwidth of such a BAM should be increased up to a cutoff frequency of 40 GHz. In this talk, we present the design and the realization of high bandwidth cone-shaped pickup electrodes as a part of the BAM for the FEL in Hamburg (FLASH) and the European x-ray free-electron laser (European XFEL). The proposed pickup was simulated with CST STUDIO SUITE, and a non-hermetic model was built up for radio frequency (rf) measurements.

## T 82: Beschleunigerphysik 4

Zeit: Dienstag 16:45–18:45

Raum: VG 1.104

T 82.1 Di 16:45 VG 1.104

**Status der gepulsten HF-Regelung für den p-Linac Teststand** — ●PATRICK NONN, UWE BONNES, CHRISTOPH BURANDT, RALF EICHHORN, MARTIN KONRAD und NORBERT PIETRALLA — Institut für Kernphysik, TU Darmstadt

Im Rahmen des FAIR-Projekts wird an der GSI in Darmstadt ein neuer Protonen-Linac geplant. Um die neuartigen, gekoppelten CH-Strukturen zu testen, wird ein Teststand aufgebaut. Die HF-Regelung für diesen Teststand wird am IKP der TU Darmstadt entwickelt. Sie basiert auf der digitalen Regelung des S-DALINAC, welche an die Erfordernisse, sowohl des gepulsten Betriebs, als auch der p-Linac Betriebsfrequenz von 325 MHz angepasst werden musste. Dazu waren sowohl Anpassungen der Hardware, als auch der Firmware und des Regelalgorithmus notwendig. Der aktuelle Stand der Entwicklung wird präsentiert sowie die erzielten Regelgenauigkeiten im gepulsten Betrieb.

\*Gefördert durch das BMBF, Fördernr.: 06 DA 9024 I

T 82.2 Di 17:00 VG 1.104

**Digitale Hochfrequenzregelung für den S-DALINAC und den Protonenlinac an FAIR** — ●CHRISTOPH BURANDT, MARTIN KONRAD, RALF EICHHORN, UWE BONNES, PATRICK NONN und JOACHIM ENDERS — Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany

Am supraleitenden Darmstädter Elektronenbeschleuniger S-DALINAC wurde in den vergangenen zwei Jahren eine neue digitale Hochfrequenzregelung in Betrieb genommen.

Das Grundkonzept des Hochfrequenzregelungs-Systems, die Signale mittels IQ-Demodulation im Basisband abzubilden, ermöglicht es die digitale Elektronik für unterschiedliche Frequenzen einzusetzen. Lediglich die Konverterplatine muss angepasst werden.

Das Konzept wurde nun für den Teststand eines Protonen-Linacs an der GSI adaptiert. Dieser wird im Vorfeld der FAIR-Anlagen aufgebaut und erfordert die Anpassung auf 325 MHz und gepulsten Betrieb.

Um den Regelungsalgorithmus schon vor der Inbetriebnahme am Teststand, der zur Zeit noch aufgebaut wird, auf die Anforderungen der Pulsung abstimmen zu können, wurde eine FPGA-basierte Echtzeitsimulation der Beschleunigungsstrukturen entwickelt.

Dieser Vortrag thematisiert die Flexibilität der neuen HF-Regelung und berichtet über die aktuellen Ergebnisse.

\*Gefördert durch die DFG (SFB 634) und das BMBF (06DA9024I).

T 82.3 Di 17:15 VG 1.104

**Crab Cavities for the LHC** — ●TOBIAS BAER<sup>1,2</sup>, RAMA CALAGA<sup>1</sup>, RICCARDO DE MARIA<sup>1</sup>, ECKHARD ELSÉN<sup>3</sup>, STEPHANE FARTOUKH<sup>1</sup>, ROGELIO TOMAS<sup>1</sup>, JOACHIM TUCKMANTEL<sup>1</sup>, JORG WENNINGER<sup>1</sup>, BRUCE YEE RENDON<sup>1</sup>, and FRANK ZIMMERMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>CERN, Geneva, Switzerland — <sup>2</sup>University of Hamburg, Germany — <sup>3</sup>DESY, Hamburg, Germany

For the high-luminosity LHC upgrade program (HL-LHC), the installation of crab cavities (CC) is essential to compensate the geometric luminosity loss due to the crossing angle and for luminosity leveling [1]. One of the major challenges is the compatibility with machine protection in the regime of >500MJ stored beam energy. Especially in a failure case (e.g. a CC quench or sparking in the coupler), the voltage and/or phase of a CC can change significantly with a fast time-constant of the order of a LHC-turn. This can lead to large, global betatron oscillations of the beam. The status of the LHC crab cavity upgrade

program is presented and the influence of crab cavities on the beam dynamics is discussed. Necessary countermeasures to limit the impact of CC failures to an acceptable level are specified and operational scenarios that are compatible with machine protection considerations are proposed.

[1] L. Rossi, "Status of HiLumi", 1st HiLumi LHC/LARP Collaboration Meeting, Nov. 2011.

T 82.4 Di 17:30 VG 1.104

**Wakefeldberechnungen am Beispiel des PETRA III Undulators** — ●LAURA LÜNZER, ERION GJONAJ und THOMAS WEILAND — TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

Für das Design von Beschleunigerstrukturen sind Wakefeldberechnungen ein wichtiges Hilfsmittel. Analytische Berechnungen sind jedoch meist nicht möglich. Auch bei numerischen Berechnungen handelt es sich oft um eine numerisch anspruchsvolle Aufgabe.

Insbesondere kurze Bunche und schwierige Geometrien benötigen eine hohe Auflösung, weshalb oft keine großen Strukturen berechnet werden können.

Durch Verwendung eines Moving-Window Ansatzes und Dispersionsfreiheit in longitudinaler Richtung können jedoch auch längere Strukturen mit guten Auflösungen berechnet werden.

Dieser Beitrag zeigt die Schwierigkeiten und Herausforderungen von Wakefeldberechnungen am Beispiel des PETRA III Undulators bei DESY in Hamburg.

T 82.5 Di 17:45 VG 1.104

**Berechnung von Eigenmoden für ferritgeladene Kavitäten** — ●KLAUS KLOPFER, WOLFGANG ACKERMANN und THOMAS WEILAND — Theorie Elektromagnetischer Felder, TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt betreibt das Schwerionensynchrotron SIS18 zum Zwecke der Grundlagenforschung. In dem Ring sind zwei Ferritkavitäten installiert, die für die Beschleunigung der geladenen Teilchenstrahlen sorgen. Während der Phase der Beschleunigung ist es erforderlich, die Resonanzfrequenz dieser Kavitäten an die Umlauffrequenz der Teilchen anzupassen, da die Geschwindigkeit der schweren Ionen kontinuierlich zunimmt. Hierzu sind im Resonator spezielle vormagnetisierte Ferritringe angebracht. Durch die Wahl des Vormagnetisierungsstroms können die differentielle Permeabilität des installierten Ferritmaterials und damit die Eigenfrequenz des ganzen Resonatorsystems angepasst werden.

Das Ziel dieser Arbeit ist die numerische Bestimmung der niedrigsten Eigenmoden einer ferritgeladenen Beschleunigerkavität unter Verwendung der Methode der Finiten Integration. Da die zugrunde liegenden Eigenmoden von der differentiellen Permeabilität abhängen, wird zunächst das statische magnetische Feld berechnet, welches durch den Vormagnetisierungsstrom hervorgerufen wird. Mit der Kenntnis dieser statischen Lösung können dann die Eigenmoden mit einem Jacobi-Davidson Eigenlöser gefunden werden. Die Implementierung zielt insbesondere auf eine effiziente Berechnung bei Maschinen mit verteiltem Speicher ab.

T 82.6 Di 18:00 VG 1.104

**Computation of High Frequency Fields in Resonant Cavities based on Perturbation Theory** — KORINNA BRACKEBUSCH, HANS-WALTER GLOCK, and ●URSULA VAN RIENEN — Universität Rostock, Institut für Allgemeine Elektrotechnik, Albert-Einstein-Str. 2, D-18059 Rostock

The eigenmodes of an accelerator cavity are essential for the determination of its performance characteristics, comprising resonant frequencies and field distributions inside the cavity. Apart from the material properties the eigenmodes depend on the cavity geometry. Due to manufacturing tolerances and operational demands deviations of the actual cavity shape from the desired one are inevitable. Any geometry perturbation results in a shift of the resonant frequencies and modified field distributions. Slater's theorem offers an efficient way to compute the changed resonant frequencies, however, not the changed fields.

In this work, we will analyse a generalisation of Slater's theorem proposed in literature. The method enables the computation of the resonant frequencies and the field distributions of a slightly perturbed cavity by using a set of eigenmodes of the unperturbed cavity. We will evaluate the practicability of the method by applying it to cavity geometries for which the eigenmodes are analytically known, ascertain the effort of reasonable computation results and describe the limitations of the method.

T 82.7 Di 18:15 VG 1.104

**Temperaturstabilisierung und Dämpfung der Moden höherer Ordnung der PETRA Resonatoren an ELSA** — ●DENNIS SAUERLAND, WOLFGANG HILLERT, ANDRÉ ROTH und MANUEL SCHEDLER — Elektronen-Stretcher-Anlage ELSA, Physikalisches Institut, Universität Bonn

Im Stretcherring der Beschleunigeranlage ELSA werden Elektronen durch eine schnelle Energierampe von 4 GeV/s von der Injektionsenergie (typischerweise 1,2 GeV) auf maximal 3,5 GeV Extraktionsenergie beschleunigt. Dazu werden zwei fünfzellige Resonatoren des Typs PETRA verwendet. Eine geplante Intensitätserhöhung des extrahierten Strahls bei konstantem Tastverhältnis macht folglich eine Erhöhung des internen Strahlstroms im Stretcherring erforderlich.

Diese Stromerhöhung wird durch die Anregung von Multibunchinstabilitäten limitiert. Diese Instabilitäten werden hauptsächlich durch Moden höherer Ordnung der beiden HF-Resonatoren angeregt. Um die Resonanzfrequenzen der höheren Moden kontrollieren zu können wird zum einen eine Stabilisierung der Kühlwassertemperatur der Resonatoren aufgebaut, zum anderen sollen diese mittels einer externen Last am Fundamentalkoppler gedämpft werden. Zusätzlich wird im Vortrag die geplante Phase- und Amplitudenstabilisierung der HF-Ansteuerung der Resonatoren vorgestellt.

T 82.8 Di 18:30 VG 1.104

**Implementation and Investigation of a Local Time Integration Scheme based on DG-FEM** — ●KAI PAPKE, CARSTEN POTRATZ, and URSULA VAN RIENEN — Universität Rostock

For the design and optimization of Higher-Order-Mode Coupler, used in RF accelerator structures, numerical computations of electromagnetic fields as well as scattering parameter are essential. These computations can be carried out in time domain. In this work the implementation and investigation of a local time integration scheme based on the discontinuous Galerkin finite-element method (DG-FEM) is demonstrated for solving 3-D electromagnetic problems in time domain. According to the Courant-Friedrich-Levy condition the smallest element of a mesh, resulting of the spatial discretization, determines the maximum stable time step using global time integration schemes. In the case of grids with a very high aspect ratio the computational effort can be significantly reduced by performing local time stepping to guarantee only local stability. The local integration scheme is implemented in NUDG++, a framework written in C++ that deals with the DG-FEM for spatial discretization of Maxwell equations. Moreover the algorithm is adapted for the execution on GPUs. Accuracy and performance is analyzed by two suitable benchmarks.

## T 83: Beschleunigerphysik 5

Zeit: Mittwoch 16:45–19:05

Raum: VG 1.103

T 83.1 Mi 16:45 VG 1.103

**Current status of the electro-optical bunch length monitor at ANKA** — ●BENJAMIN KEHRER, NICOLE HILLER, ERHARD HUTTEL, VITALI JUDIN, MARIT KLEIN, SEBASTIAN MARSCHING, CHRISTINA MEUTER, ANKE-SUSANNE MÜLLER, MICHAEL NASSE, MARCEL SCHUH, MARKUS SCHWARZ, and NIGEL SMALE — Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

A setup for precise electro-optical bunch length measurements at the ANKA storage ring is currently assembled. It is based on the principle of spectral decoding and consists of a GaP-crystal and an Yb fiber laser. As the impedance is changed by introducing the crystal in the beam pipe the resulting wake fields have to be taken into account. In this talk we present the current status of the project and the first simulation results. [funded by BMBF under contract number 05K10VKC]

T 83.2 Mi 17:00 VG 1.103

**On the online monitor for longitudinal beam profile measurements at FLASH** — ●ANDY LANGNER<sup>1,2</sup>, CHRISTOPHER BEHRENS<sup>2</sup>, CHRISTOPHER GERTH<sup>2</sup>, BERNHARD SCHMIDT<sup>2</sup>, STEPHAN WESCH<sup>2</sup>, and MINJIE YAN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Notkestr. 85, 22607 Hamburg, Germany

The Free-Electron Laser in Hamburg (FLASH) is equipped with a transverse deflecting structure (TDS) for longitudinal beam profile measurements. As FLASH is a multi-bunch machine, an online monitor for these measurements would facilitate the analysis of single bunches within the bunch train. The setup of the TDS as an online monitor requires to apply a special accelerator optics inside its section. Phase advances and beta-functions need to be set in order to allow an effective kicking of a single bunch to the diagnosis screen, as well as to allow an adequate time resolution for the beam profile measurements. Furthermore a matching into the adjacent undulator section is crucial. Simulations have been performed using MAD to optimise the optics for this application. A bunch which is kicked for the measurement, will hit a copper absorber and cause electromagnetic cascade showers. These showers have been observed to be a threat to the machine protection system, as they cause alarms at beam loss monitors, which are

distributed along the undulators. Simulations have been performed in order to study the benefit of additional shielding.

T 83.3 Mi 17:15 VG 1.103

**Status of Longitudinal Bunch Diagnostics at the ANKA Storage Ring** — ●NICOLE HILLER, ERHARD HUTTEL, VITALI JUDIN, BENJAMIN KEHRER, MARIT KLEIN, SEBASTIAN MARSCHING, CHRISTINA MEUTER, ANKE-SUSANNE MÜLLER, SOMPRASONG NAKNEIMUEANG, MICHAEL J. NASSE, MARCEL SCHUH, MARKUS SCHWARZ, and NIGEL SMALE — Karlsruher Institut für Technologie, Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

ANKA, the synchrotron radiation facility at the Karlsruhe Institute of Technology, is operated in a special low-alpha-mode on a regular basis. With the recent installation of a visible light diagnostics beamline further studies of bunch lengthening and deformation could be performed with our streak camera for different machine settings within the low-alpha operation (different bunch currents, energies, alphas, RF voltages). This presentation gives an overview of the various studies. [Work funded by the BMBF under contract number: 05K10VKC]

T 83.4 Mi 17:30 VG 1.103

**Status of the BPM Upgrade at ANKA** — ●SEBASTIAN MARSCHING, NICOLE HILLER, ERHARD HUTTEL, VITALI JUDIN, BENJAMIN KEHRER, MARIT KLEIN, CHRISTINA MEUTER, ANKE-SUSANNE MÜLLER, MICHAEL NASSE, MARCEL SCHUH, NIGEL SMALE, and MAX STREICHERT — Karlsruhe Institute of Technology

A new beam-position monitoring and diagnostic system is being commissioned at ANKA, the synchrotron light source of the Karlsruhe Institute of Technology. This system uses Instrumentation Technologies' Libera Brilliance devices for the BPM read-out electronics. This data-acquisition devices provide turn-by-turn information about the beam position. This information can be used for beam diagnostics (e.g. finding the position where the beam is lost during injection phase) and can also form the base of a fast orbit-correction scheme.

We present studies comparing the performance of the new BPM electronics with the old devices and provide an insight into the experience gained during the commissioning process.

**Gruppenbericht**

T 83.5 Mi 17:45 VG 1.103

**Neue Entwicklungen in der Strahldiagnose bei ERL's und Elektronenkühlern** — ●IGOR ALEXANDER<sup>1</sup>, KURT AULENBACHER<sup>1,2</sup>, MAX BRUKER<sup>2</sup>, TOBIAS WEILBACH<sup>2</sup> und CLARA HÖRNER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kernphysik | Universität Mainz — <sup>2</sup>Helmholtz Institut Mainz

Energy recovery Linacs (ERL\*s), wie auch Elektronenkühler weisen Strahlleistungen im Megawattbereich auf, ohne dass die Strahlen extrem relativistisch sind. Daher ist Synchrotronstrahlungsdiagnose nicht im gewohnten Umfang möglich. Am Institut für Kernphysik in Mainz, das sich einerseits am Kühlerprojekt des Forschungszentrums Jülich für den HESR-Speicherring an GSI/FAIR beteiligt und wo andererseits der 1-Megawatt-ERL "MESA" errichtet werden soll, werden verschiedene Problemlösungen verfolgt. Es wird verlangt, die Wechselwirkung des Strahls so klein als möglich zu halten und dabei eine genügende Signalausbeute zu erhalten. Dies kann zunächst mit konventionellen Nachweismethoden durch Pulsung der Teilchenquelle geschehen. Noch effizientere Methoden zur Reduktion der Wechselwirkung sind die "beam induced fluorescence" (BIF) und die Thomson-Streuung. Letztere könnte - als nicht relativistische Version des Laser-wire-scanners - eine tatsächlich nichtinvasive Messung aller Phasenraumkomponenten, speziell im Injektor- und merger-Bereich von ERL's ermöglichen.

T 83.6 Mi 18:05 VG 1.103

**Entwicklung eines TM<sub>110</sub>-HF-Deflektors zur Strahldiagnose von Picosekunden-Elektronenbunchen im MeV-Bereich\*** — ●ALESSANDRO FERRAROTTO, BERNARD RIEMANN und THOMAS WEIS — DELTA, TU Dortmund

Der Betrieb von Strahlungsquellen auf der Basis von Linearbeschleunigern wird maßgeblich von der Strahlqualität der Elektronenquelle bestimmt. Bei Bunchlängen von wenigen Picosekunden oder darunter gestaltet sich die longitudinale aufgelöste transversale Strahldiagnose schwierig. Bei Elektronenenergien im Bereich einiger 100 keV bis hin zu wenigen MeV, wie sie üblicherweise hinter den Elektronenquellen auftreten, ist eine qualitativ hochwertige Messung über optische Verfahren wie Synchrotronstrahlung oder Übergangsstrahlung nur schwer möglich. Man lenkt daher den Strahl durch ein zeitlich sich änderndes hochfrequentes elektromagnetisches Feld in einem TM<sub>110</sub>-Resonator transversal ab und erzeugt so in einem Abstand auf einem geeigneten Schirm ein Abbild der longitudinalen Ladungsverteilung. Für weitergehende Diagnosemethoden ist es erforderlich, eine Ablenkung in beiden transversalen Ebenen zu ermöglichen. Durch geschickte Kombination von Abstimmstempeln, Nasen und Einkopplung ist es möglich, einen TM<sub>110</sub>-Resonator mit fester Betriebsfrequenz zu konstruieren, bei dem sich die Ebene der transversalen Ablenkung durch die Einstellung der Abstimmstempel wählen lässt. Ein solcher Resonator ist für die transversale Strahldiagnose an der supraleitenden HF-Quelle von BERLinPro geplant.

\*Gefördert durch das BMBF unter 05K10PEA

T 83.7 Mi 18:20 VG 1.103

**Messung der longitudinalen Dispersion in den Rezirkulationsbögen des S-DALINAC mit Hilfe von HF-Monitoren\*** — CHRISTOPH BURANDT, RALF EICHHORN, ●FLORIAN HUG, MICHAELA KLEINMANN, MARTIN KONRAD und NORBERT PIETRALLA — ISDALINAC, Institut für Kernphysik, TU-Darmstadt, Schlossgartenstr. 9, 64289 Darmstadt

Der supraleitende Elektronenbeschleuniger S-DALINAC liefert Elek-

tronenstrahlen mit einer Maximalenergie von 130 MeV und einem maximalen Strom von 20  $\mu$ A im cw Betrieb für Experimente der Kernphysik und nuklearen Astrophysik.

Zur Erhöhung der Energieschärfe des rezirkulierten Elektronenstrahls soll in Zukunft ein nicht-isochrones Rezirkulationsschema verwendet werden, bei dem die Rezirkulationen mit einer definierten longitudinalen Dispersion betrieben werden, während die Beschleunigung nicht mehr im Maximum sondern auf der Flanke des Beschleunigungsfeldes erfolgt. Voraussetzung zum Erreichen dieses neuen longitudinalen Arbeitspunkts ist die genaue Kenntnis der longitudinalen Dispersion in den Rezirkulationspfaden. Wir stellen eine Messmethode zur Bestimmung der longitudinalen Dispersion mit Hilfe von HF-Monitoren sowie Ergebnisse der Charakterisierung des Strahltransportsystems vor.

\*Gefördert durch die DFG unter SFB 634

T 83.8 Mi 18:35 VG 1.103

**Sensitive Beam Current Measurement for FAIR** — ●MARCUS SCHWICKERT<sup>1</sup>, FEBIN KURIAN<sup>1</sup>, HANSJÖRG REEG<sup>1</sup>, PAUL SEIDEL<sup>2</sup>, RALF NEUBERT<sup>2</sup>, RENÉ GEITHNER<sup>3</sup>, and WOLFGANG VODEL<sup>3</sup> — <sup>1</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany — <sup>2</sup>Friedrich-Schiller-Universität Jena, Germany — <sup>3</sup>Helmholtz-Institut Jena, Germany

Presently FAIR, the Facility for Antiproton and Ion Research, entered the final planning phase at GSI. The new accelerator facility requires precise devices for beam current measurements due to the large dynamics in beam intensities for the various synchrotrons, transport lines and storage rings. We report on the actual developments of beam diagnostic devices for the measurement of beam intensities ranging from  $5 \times 10^{11}$  uranium ions down to the detection of less than  $10^4$  antiprotons. This contribution gives an overview of the planned instruments with a focus on non-intercepting beam current transformers, and summarizes the on-going development of a cryogenic current comparator.

T 83.9 Mi 18:50 VG 1.103

**Tune measurements with high intensity ion beams at GSI SIS-18** — ●RAHUL SINGH<sup>1,2</sup>, PETER FORCK<sup>1</sup>, PIOTR KOWINA<sup>1</sup>, WOLFGANG KAUFMANN<sup>1</sup>, and THOMAS WEILAND<sup>2</sup> — <sup>1</sup>GSI, Planckstrasse 1, 64291 Darmstadt, Germany — <sup>2</sup>TEMF, TU Darmstadt, Schlossgartenstr. 8, 64581 Darmstadt, Germany

A precise tune measurement during a full accelerating cycle is required to achieve stable high current operation. A new system has been commissioned at GSI for position, orbit and tune measurements. It consists of three distinct parts; An exciter which provides power to excite coherent betatron oscillations in the bunched beam; Fast ADCs to digitize the BPM signals at 125MSa/s; The post processing electronics uses digitized BPM signals to acquire one position value per bunch. Subsequently the baseband tune is determined by Fourier transformation of the position data.

Experiments were conducted to understand the effects of high beam intensity on tune at injection plateau (11.4 MeV/u) and during acceleration ramp (11.4-600 MeV/u). These experiments were performed with U<sup>73+</sup> and Ar<sup>18+</sup> ion beam at highest achievable intensities of  $2 \cdot 10^9$  and  $2.5 \cdot 10^{10}$  respectively. Tune shift with increased intensity was observed. The working principle of the tune measurement system and observed high intensity effects on tune will be reported in this contribution.

## T 84: Beschleunigerphysik 6

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: VG 1.104

T 84.1 Mi 16:45 VG 1.104

**Ausrichtung des GSI-Beschleunigerbereichs auf das Großprojekt FAIR** — ●UDO WEINRICH, PETER BUSCH, GRACE ABERIN-WOLTERS, GERHARD HICKLER und PAOLA KARAMPOUGIOUKI — GSI, Darmstadt

Das Projekt FAIR wird in dem kommenden Jahrzehnt den Schwerpunkt der Arbeit des Beschleunigerbereichs der GSI bilden. Aufgrund der Komplexität und Größe des Beschleunigerteils des FAIR-Projektes ist eine konsequente Ausrichtung auf dieses Projekt für das Personal und die Organisation des Bereiches in Gang gesetzt worden.

Die Aufgabe des Projektbüros im Bereich Beschleuniger ist es dabei, Projektstandards und Templates abzustimmen und einzuführen,

Projekttools bereit zu stellen und zu pflegen sowie die Prozesse des Projektmanagements insgesamt organisatorisch voran zu treiben.

In dem Vortrag wird über die bereits erreichten Fortschritte berichtet. Beispiele sind die Projektstrukturierung, die Spezifikationserstellung, die Terminplanung, das Dokumentenmanagement und die Beschaffungsprozesse. Zusätzlich wird die Planung für die im Aufbau befindlichen Projektprozesse vorgestellt.

T 84.2 Mi 17:00 VG 1.104

**Simulation of the Behavior of Ionized Residual Gas in the Field of Electrodes** — ●GISELA PÖPLAU<sup>1</sup>, ATOOSA MESECK<sup>2</sup>, and URSULA VAN RIENEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Allgemeine Elektrotechnik, Universität Rostock, Rostock — <sup>2</sup>HZB, Berlin

Light sources of the next generation such as energy recovering linacs (ERLs) require minimal beam losses as well as a stable beam position and emittance over time. Instabilities caused by ionized residual gas have to be avoided. In this paper we present simulations of the behavior of ionized residual gas in the field of clearing electrodes and investigate e.g. clearing times. For these simulations we apply MOEVE PIC Tracking developed at Rostock University. We demonstrate numerical results with parameters planned for the ERL BERLinPro.

T 84.3 Mi 17:15 VG 1.104

**Simulation der Randfelder und Multipole für Ablenk Magneten im ANKA Speicherring** — ●MAX STREICHERT, VERONICA AFONSO RODRIGUEZ, AXEL BERNHARD, NICOLE HILLER, ERHARD HUTTEL, VITALI JUDIN, BENJAMIN KEHRER, MARIT KLEIN, SEBASTIAN MARSCHING, CHRISTINA MEUTER, ANKE-SUSANNE MÜLLER, MICHAEL NASSE und MARCEL SCHUH — max.streichert@iss.fzk.de

ANKA ist ein Elektronenspeicherring am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), der für die Erzeugung von Synchrotronstrahlung betrieben wird. Bei maximaler Teilchenenergie von 2,5 GeV erreichen die 16 eingebauten Ablenk Magneten eine magnetische Flussdichte von 1,5 T. Die Berücksichtigung von Randfeldern und Multipolen im Simulationsprogramm ist erforderlich um realistische Bedingungen zu simulieren. Es gibt eine Referenzmessung des longitudinalen Magnetfeldprofils, die jedoch bei einer Stromstärke von 650 A durchgeführt wurde, was einer Teilchenenergie von 2,46 GeV entspricht. Für niedrigere Strahlenergien erwarten wir ein abweichendes Feldprofil, da Sättigungseffekte hier vernachlässigbar klein sind. Aus diesem Grund wurde die magnetische Flussdichte für verschiedene Stahlergien mittels einer Finite-Element-Methode (FEM) simuliert. In dieser Arbeit präsentieren wir die Ergebnisse der Simulationen für Randfelder und Multipole und ihre Einflüsse auf die Strahldynamik.

T 84.4 Mi 17:30 VG 1.104

**Sensitivitätsanalyse für die Quantifizierung von Toleranzintervallen bei der Berechnung von Multipolkoefizienten von Magnetfeldern** — ●ULRICH RÖMER, STEPHAN KOCH und THOMAS WEILAND — Institut für Theorie Elektromagnetischer Felder, Technische Universität Darmstadt, Schloßgartenstr. 8, 64289 Darmstadt, Germany

Für die Auslegung von Beschleunigerkomponenten kommen häufig numerische Simulationsverfahren zum Einsatz, beispielsweise bei der Bestimmung der elektromagnetischen Felder in Strahlführungsmagneten. Die dabei für die Modellparameter getroffenen Annahmen sind, bedingt durch den Fabrikationsprozess oder durch Messung, mit Unsicherheiten behaftet. Dies wiederum beeinflusst die durch Multipolkoefizienten beschriebene Feldverteilung in den Beschleunigerkomponenten. Zur Quantifizierung dieser Auswirkungen werden verschiedene Techniken zur Sensitivitätsanalyse eingesetzt. Exemplarisch wird die Variation der Materialparameter sowie der geometrischen Abmessungen von Magneten behandelt.

T 84.5 Mi 17:45 VG 1.104

**Entwicklung eines nichtlinearen Kickermagneten für ein neues Injektionsschema für BESSY II** — TERRY ATKINSON<sup>1</sup>, MARC DIRSAT<sup>1</sup>, OLAF DRESSLER<sup>1</sup>, PETER KUSKE<sup>1</sup>, ●HELGE RAST<sup>2</sup> und THOMAS WEIS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Helmholtz-Zentrum Berlin, Deutschland — <sup>2</sup>DELTA, TU Dortmund, Deutschland

Es ist eine Herausforderung Top-Up Injektionen durchzuführen, ohne den gespeicherten Strahl zu stören. Die übliche Methode der Strahlakkumulation durch eine lokale Orbitbeule, erzeugt von vier unabhängigen gepulsten Dipolkickermagneten, regt trotz bestmöglicher Optimierung normalerweise unerwünschte Strahloszillationen an.

Daher wurde für BESSY II ein alternatives Injektionsschema angepasst, das nur einen einzelnen Magneten verwendet, der ein nichtlineares Feld erzeugt, welches im Zentrum des Magneten verschwindet und ein Maximum 12mm außerhalb der Achse des Magneten besitzt. Der injizierte Strahl durchläuft das Feldmaximum und verliert so die Hälfte seines transversalen Impulses.

Nach einem erfolgreichen Test eines ersten Magnetdesigns wurde der Magnet weiterentwickelt und in BESSY II installiert.

In diesem Vortrag wird die Entwicklung des zweiten Magnetdesigns auf Basis von Wakefeld-Rechnungen mit CST Particle Studio und den Erfahrungen aus dem ersten Test beschrieben.

T 84.6 Mi 18:00 VG 1.104

**Transverse Deflecting Structure for longitudinal phase space measurements at PITZ** — ●DMITRIY MALYUTIN, MIKHAIL KRASILNIKOV, and FRANK STEPHAN — DESY, 15738 Zeuthen, Germany

The main goal of the Photo Injector Test facility at DESY, Zeuthen site, (PITZ) is the development, optimization and detailed characterization of electron sources for short wavelength Free Electron Lasers (FELs) like FLASH and the European XFEL. For successful operation of such type of FELs the injector must provide high quality electron bunches, enough short in duration with high charge and small transverse and longitudinal emittance values. Installation of the Transverse Deflecting Structure (TDS) at PITZ will provide the possibility for detailed characterization of the bunch temporal profile, bunch transverse slice emittance and longitudinal phase space. The TDS cavity is currently installed at the PITZ beamline, and commissioning of the whole TDS system is expected in the spring 2012.

In the first part of the talk the PITZ 2.0 beam line setup will be described. Major changes from the previous setup were the installation of the TDS cavity and a new dispersive section. In the second part of the talk the basic principles of the TDS deflector will be described. Simulations of measurements performed with the TDS cavity will be presented. The temporal resolution for different types of measurements will be discussed. Systematic limitations will be estimated.

T 84.7 Mi 18:15 VG 1.104

**Auslegung eines Scrapersystems für den S-DALINAC\*** — RALF EICHHORN, FLORIAN HUG, MICHAELA KLEINMANN, NORBERT PIETRALLA und ●CARINA UNGETHÜM — S-DALINAC, Institut für Kernphysik, TU-Darmstadt, Schlossgartenstr. 9, 64289 Darmstadt

Der supraleitende Elektronenbeschleuniger S-DALINAC liefert Elektronenstrahlen mit einer Maximalenergie von 130 MeV und einem maximalen Strom von 20  $\mu$ A im cw Betrieb für Experimente der Kernphysik und nuklearen Astrophysik.

Zur Steigerung der Effizienz im Dauerstrichbetrieb und zur Verbesserung der Energieschärfe des Elektronenstrahls ist der Einbau eines Scrapersystems im 180°-Bogen zwischen Injektor und Hauptbeschleuniger geplant. Wir berichten über die strahl optische und materialtechnische Auslegung dieses Scrapersystems.

\*Gefördert durch die DFG unter SFB 634

T 84.8 Mi 18:30 VG 1.104

**Zeitstruktur des Protonenstrahls des Zyklotrons am Helmholtz-Zentrum Berlin** — ●CHRISTOPH KUNERT, JÜRGEN BUNDESMANN, THASSILO DAMEROW, ANDREA DENKER, TIMO FANSELOW, UWE HILLER und JÖRG RÖHRICH — Helmholtz-Zentrum Berlin

Das Isochron-Zyklotron am Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB), Standort Lise-Meitner-Campus (Berlin-Wannsee), wird zur Zeit hauptsächlich zur Bereitstellung des Protonenstrahls ( $E=68$ MeV) für die Augentumorthherapie der Charité Berlin genutzt. Dieser Vortrag stellt die darüber hinaus vorhandenen Möglichkeiten zur Erzeugung unterschiedlicher Zeitstrukturen des Protonenstrahls dar, sowie die zu deren Überprüfung im Haus entwickelte Messtechnik. Mit dem Isochron-Zyklotron können Pulsstrukturen großer Variabilität erzeugt werden; so ist sowohl die Erzeugung von Einzelpulsen von 1 ns Länge bei einer maximalen Wiederholungsrate von ca. 75 kHz möglich, als auch von Pulspaketen bis zu einer Länge von 100  $\mu$ s. Mittels aufgeprägter Zeitstruktur auf den Protonenstrahl können unter anderem gepulste Neutronen erzeugt werden, welche für weitere Experimente, zum Beispiel in der Dosimetrie, interessant sind.

T 84.9 Mi 18:45 VG 1.104

**Remote controlling of power supplies in the ANKA Storage Ring** — ●EDMUND HERTLE, N. SMALE, S. MARSCHING, A.-S. MÜLLER, and E. HUTTEL — ANKA, Karlsruhe

ANKA, the synchrotron radiation facility at the Karlsruhe Institute of Technology, is using many different power supplies for operations. Remote controlling these devices is essential because during operation access is not possible due to radiation safety. In this talk the developed interface and integration into the general control system is introduced. The power supply supports internal ramping, which is investigated in detail and compared to external ramping operation.

## T 85: Beschleunigerphysik 7

Zeit: Donnerstag 16:45–19:05

Raum: VG 1.103

T 85.1 Do 16:45 VG 1.103

**Characterization of single-cycle THz pulses at the coherent transition radiation source at FLASH** — ●STEFFEN WUNDERLICH<sup>1</sup>, MATTHIAS C. HOFFMANN<sup>2</sup>, SEBASTIAN SCHULZ<sup>1</sup>, STEPHAN WESCH<sup>1</sup>, LAURENS WISSMANN<sup>1</sup>, and BERNHARD SCHMIDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>SLAC National Accelerator Laboratory, Menlo Park, CA, USA

At the coherent transition radiation source at the free-electron laser in Hamburg (FLASH), single-cycle THz pulses with electric field strengths exceeding one MV/cm and pulse energies of 100  $\mu$ J are generated. Compared to other electron-accelerator driven sources like undulator radiation, coherent transition radiation provides pulses with a high bandwidth and durations shorter than one picosecond. The technique of electro-optic sampling offers a quantitative detection of the electric field of the THz pulses in the time domain. This source enables time-resolving and non-destructive experiments with radiation in the THz regime including THz pump / THz probe experiments. Due to photon energies far below of the exciting energy of interband transitions, THz radiation is suitable for the study of e.g. impurities or charge carriers in semiconductors.

T 85.2 Do 17:00 VG 1.103

**CSR observations at the ANKA Storage Ring** — ●VITALI JUDIN, NICOLE HILLER, ANDRÉ HOFMANN, ERHARD HUTTEL, BENJAMIN KEHRER, MARIT KLEIN, SEBASTIAN MARSCHING, CHRISTINA MEUTER, ANKE-SUSANNE MÜLLER, MICHAEL JOHANNES NASSE, MARCEL SCHUH, NIGEL JOHN SMALE, and MAX IGOR STREICHERT — Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

ANKA is a synchrotron light source situated at the Karlsruhe Institute of Technology. Using dedicated low- $\alpha$ -optics at ANKA we can reduce the bunch length and generate Coherent Synchrotron Radiation (CSR). Studies of the coherent emission in the time domain and spectral measurements in the THz range allow us to gain insight into the longitudinal bunch dynamics.

T 85.3 Do 17:15 VG 1.103

**Laser-basierte Synchronisation mit Femtosekundenpräzision auf den Master-Laser-Oszillator von FLASH mittels balancierter optischer Kreuzkorrelation.** — ●SVEN SCHEFER und SEBASTIAN SCHULZ — Deutsches Elektronen Synchrotron (DESY), Hamburg, Germany

Bei FLASH (Freie Elektronen Laser Hamburg) werden im weichen Röntgenbereich Photonenpakete mit einer Pulslänge von wenigen Femtosekunden erzeugt. Die Synchronisation des Elektronenstrahl und der gepulsten, externen Lasersysteme für zeitaufgelöste Pump-Probe-Experimente, spezielle Diagnostikmessungen und spezielle Betriebsmoden des Beschleunigers muss auf 30 fs (rms) erfolgen. Eine Genauigkeit von weniger als 10 fs der Synchronisation von zwei Lasersystemen mit unterschiedlicher Wellenlänge bei FLASH soll mittels balancierter Kreuzkorrelation realisiert werden. In diesem Vortrag werden die Funktionsweise und Eigenschaften eines "Balanced Optical Cross-Correlator" am Beispiel der Synchronisation eines Ti:Sa-Oszillator (Zentralwellenlänge 800 nm) auf den Master-Laser-Oszillator am FLASH (Zentralwellenlänge 1550 nm) erläutert.

T 85.4 Do 17:30 VG 1.103

**The THz Beamline at DELTA: Commissioning, First Experimental Results, and Future Plans\*** — ●PETER UNGELENK, MOHAMMED BAKR, MARKUS HÖNER, HOLGER HUCK, SHAUKAT KHAN, ROBERT MOLO, ANDRE NOWACZYK, ANDREAS SCHICK, and MARYAM ZEINALZADEH — Center for Synchrotron Radiation (DELTA), TU Dortmund University, 44221 Dortmund, Germany

DELTA is a 1.5 GeV synchrotron light source operated by the TU Dortmund University. A dedicated THz beamline, which extracts and detects coherent THz pulses caused by a laser-induced density modulation of the electron bunches, has been constructed and commissioned during 2011. Using a liquid-helium-cooled bolometer as detector, first experimental results regarding the bunch profile, the dependence of the THz signal on the bunch current, and the laser-electron overlap at the new short-pulse facility were obtained. Future plans include the improvement of stability and availability as well as the construction of an experimental endstation for FT-IR spectroscopy.

\*Work supported by DFG, BMBF, and by the Federal State NRW

T 85.5 Do 17:45 VG 1.103

**Commissioning of a new short-pulse facility at the DELTA storage ring\*** — ●ANDREAS SCHICK, MOHAMMED BAKR, MARKUS HÖNER, HOLGER HUCK, SHAUKAT KHAN, ROBERT MOLO, ANDRE NOWACZYK, PETER UNGELENK, and MARYAM ZEINALZADEH — Center for Synchrotron Radiation (DELTA), TU Dortmund University, 44221 Dortmund, Germany

Since summer 2011, a new source for ultrashort pulses in the VUV and THz regime is under commissioning at the synchrotron light source DELTA. Employing the Coherent Harmonic Generation principle, an ultrashort laser pulse in the near-infrared regime is used to imprint an energy modulation on the electrons in the first part of an optical klystron. After passing a magnetic chicane, the energy modulation is converted into a density modulation, leading to coherent radiation at harmonics of the incident laser wavelength in the second part of the optical klystron. First experimental results have been obtained shortly after the hardware installation was finished. Current work aims at reaching smaller radiation wavelengths by seeding at harmonics of the ultrashort laser and raising the photon flux by optimizing the laser-electron interaction.

\* Work supported by DFG, BMBF and by the Federal State NRW.

T 85.6 Do 18:00 VG 1.103

**Design Study for Echo-Enabled Harmonic Generation at DELTA** — ●ROBERT MOLO, MOHAMMED BAKR, MARKUS HÖNER, HOLGER HUCK, SHAUKAT KHAN, ANDRE NOWACZYK, ANDREAS SCHICK, PETER UNGELENK, and MARYAM ZEINALZADEH — Center for Synchrotron Radiation (DELTA), TU Dortmund University, 44221 Dortmund, Germany

A possible upgrade of the coherent harmonic generation (CHG) facility currently under commissioning at the DELTA synchrotron light source is the echo-enabled harmonic generation (EEHG) technique, which provides much shorter wavelengths compared to CHG. In addition to the optical klystron used for CHG, a short undulator and a dispersive section are required. In order to avoid dispersive effects, these devices should be installed along a straight line. The straight section in the northern part of DELTA can be extended by several modifications of the storage ring lattice, giving the opportunity to implement EEHG.

**Gruppenbericht**

T 85.7 Do 18:15 VG 1.103

**Status des FLUTE Experiments** — ●MARCEL SCHUH für die FLUTE-Kollaboration — KIT, Karlsruhe, Deutschland

FLUTE ist eine linearbeschleunigerbasierte THz Quelle, die am KIT aufgebaut wird. Sie besteht aus einem Photo-Injektor, einem 50 MeV normalleitenden Linearbeschleuniger und einem Bunchkompressor. In diesem Beitrag wird ein Überblick über den Projektstatus gegeben, in dem auch auf die Layout Optimierung, basierend auf Strahldynamiksimulationen unter Verwendung von ASTRA und CSRtrack eingegangen wird. Zudem werden auch die verschiedenen Strahlungserzeugungsmechanismen wie zum Beispiel kohärente Synchrotron-, Übergangs- und Kantenstrahlung diskutiert werden.

T 85.8 Do 18:35 VG 1.103

**Manipulation of the THz bursting threshold at the MLS** — ●MARKUS RIES, JÖRG FEIKES, PETER SCHMID, and GODEHARD WÜSTEFELD — Helmholtz-Zentrum Berlin, Germany

The Metrology Light Source (MLS) of the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) is the first electron storage ring optimized for the generation of coherent synchrotron radiation (CSR) in the THz range [1]. CSR can be supplied in steady state or bursting mode at the MLS. Experiments have shown, that the threshold current to enter the bursting regime can be manipulated by introducing an additional impedance e.g. a scraper. Measurements investigating the interaction between scraper position and filling pattern on the temporal an spectral characteristics of the THz radiation will be shown.

[1] J. Feikes et al., Phys. Rev. ST Accel. Beams 14, 030705 (2011)

T 85.9 Do 18:50 VG 1.103

**Characterization of the radiation from the CHG facility at DELTA and its application** — ●MARYAM ZEINALZADEH, MO-

HAMMED BAKR, MARKUS HÖNER, HOLGER HUCK, SHAUKAT KHAN, ROBERT MOLO, ANDRE NOWACZYK, ANDREAS SCHICK, and PETER UNGELENK — Center for Synchrotron Radiation (DELTA), TU Dortmund University, 44221 Dortmund, Germany

Several properties of Coherent Harmonic Generation (CHG) radiation like short pulse duration in the femtosecond range, short wavelengths

down to the VUV range, and narrower spectrum compared to conventional undulator radiation, make CHG pulses a well-suited tool for time-resolved spectroscopy. The CHG pulses generated by the new short-pulse facility at the DELTA storage ring are characterized under variation of the parameters of the seed laser and the electron bunches. The prospects of employing these pulses in photoemission pump-probe experiments at an existing user beamline are evaluated.

## T 86: Beschleunigerphysik 8

Zeit: Donnerstag 16:45–18:50

Raum: VG 1.104

T 86.1 Do 16:45 VG 1.104

**CERN Linac4 - The Space Charge Challenge** — •LUTZ MATTHIAS HEIN — CERN, Genf, Schweiz

The achievement of a higher proton flux to go beyond the current LHC design luminosity parameters is conditional on an upgrade of the injector chain. Presently the major limitation is given by space charge effects at injection from Linac2 into the PS Booster. These will be overcome by increasing the injection energy from 50 MeV to 160 MeV with the planned replacement of Linac2 with Linac4, a new normal conducting H-linear accelerator presently under construction. Due to the high charge density of the Linac4 bunches space charge will still dominate the beam dynamics in the low energy 3 MeV frontend. In this presentation a short, theoretical introduction to space charge effects will be given and their impact on the beam will be illustrated with simulations. Moreover, the latest results of the commissioning of the low energy front end of Linac4 will be shown and discussed.

T 86.2 Do 17:00 VG 1.104

**Beam-Beam Induced Orbit Effects at LHC** — •MICHAELA SCHAUMANN<sup>1,2</sup> and REYES ALEMANY FERNANDEZ<sup>1</sup> — <sup>1</sup>CERN, Geneva, Switzerland — <sup>2</sup>RWTH Aachen, Aachen, Germany

The beam-beam force is one of the most important limiting factors in the performance of a collider, mainly in the delivered luminosity. Therefore, it is essential to measure the effects in the LHC. Moreover, adequate understanding of the LHC beam-beam interaction is of crucial importance in the design phases of the LHC luminosity upgrade. Due to the complexity of this topic the work presented here concentrates on the beam-beam induced orbit effects.

For high bunch intensities the beam-beam force is strong enough to expect orbit effects if the two beams do not collide head-on but with a crossing angle or with a given offset. As a consequence the closed orbit changes. The closed orbit of an unperturbed machine with respect to a machine where the beam-beam force becomes more and more important has been studied and the results are presented.

T 86.3 Do 17:15 VG 1.104

**The LHeC Ring-Ring Option** — •MIRIAM FITTERER<sup>1,2</sup>, ANKE-SUSANNE MÜLLER<sup>1</sup>, and HELMUT BURKHARDT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruhe Institute of Technology (KIT) Laboratory for Application of Synchrotron Radiation (LAS) — <sup>2</sup>European Organization for Nuclear Research (CERN)

The LHeC (Large Hadron Electron Collider) Ring-Ring collider is designed for electron and positron beam energies of 50-70 GeV and a luminosity in excess of  $10^{33} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ . The current design foresees a 10 GeV recirculating linac as injector and the installation of the main electron ring on top of the existing LHC proton magnets. For the main electron ring an optics has been created which copes with the constraints imposed from the integration of the electron machine in the existing LHC tunnel. The constraints from integration and the small injection energy further require especially slim main arc dipole magnets with a reliable field reproducibility. The main e-ring lattice is matched to a compact IR (Interaction Region), which foresees special final focus quadrupoles providing sufficient separation and focusing for both proton and electron beam. In order to ensure simultaneous pp and ep operation, the lattice also includes bypasses with separate tunnels around the then existing pp LHC experiments. These bypasses are in addition used to house the full RF of the LHeC.

T 86.4 Do 17:30 VG 1.104

**Gruppenbericht Bunch-Merging-Experiment am Schwerionensynchrotron SIS18 des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung** — •UTA HARTEL<sup>1</sup>, HARALD KLINGBEIL<sup>1,2</sup>, ULRICH LAIER<sup>2</sup>, KLAUS-

PETER NINGEL<sup>2</sup>, STEFAN SCHÄFER<sup>2</sup>, CHRISTOF THIELMANN<sup>2</sup> und BERNHARD ZIPFEL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>TU Darmstadt — <sup>2</sup>GSI, Darmstadt

Die im Rahmen des FAIR-Projektes entstehenden Beschleuniger- und Speicherringe stellen durch den vorgesehenen Multi-Harmonischen Betrieb neue Anforderungen an die Low-Level-RF-(LLRF) Systeme. Deshalb wird in der Abteilung HF-Systeme der GSI an einer flexiblen und modularen LLRF-Topologie mit klar definierten Schnittstellen gearbeitet. Da das bestehende SIS18 als Injektor für das geplante SIS100 dient, ist die zukünftige Topologie dort bereits in Betrieb genommen. Um die Erfüllung der FAIR-Anforderungen nachzuweisen, wurden unter anderem Bunch-Merging-Experimente durchgeführt, die als Grundlage für komplexe Strahl-Manipulationen zu sehen sind. Der vorliegende Beitrag beschreibt sowohl die Durchführung als auch die Auswertung der akquirierten Daten der genannten Experimente. Es wird auf die für den Merging-Prozess notwendige Phasenanpassung der HF-Frequenzen der Kavitäten in Hinblick auf die unterschiedlichen Extraktionsenergien, Ionensorten und Strahlintensitäten und die dadurch erreichte Strahlqualität eingegangen. Der Strahl kann hinsichtlich seines resultierenden Profils und auftretender unerwünschter Strahlschwingungen im longitudinalen Phasenraum beurteilt werden. Dies erlaubt Rückschlüsse auf den optimalen Verlauf der für den Merging-Vorgang generierten Rampen (Amplituden-, Frequenz- und Phasenrampen).

T 86.5 Do 17:50 VG 1.104

**Longitudinale Strahldynamik schwerer Ionen hoher Intensität im SIS-100** — •MONIKA MEHLER, OLIVER BOINE-FRANKENHEIM, OLEKSANDRE CHORNIY und OLIVER KESTER — GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, Deutschland

Das SIS-100 soll den FAIR Experimenten höchste Schwerionenintensitäten liefern. Das führt dazu, daß diese Ionenstrahlen von starken longitudinalen Raumladungskräften beeinflusst werden. Die entstehenden Raumladungseffekte, wie die Reduktion der RF Spannung und der Verlust der Landaudämpfung, sowie die in einer Kavität induzierte Spannung, welche die abgeflachte Ionenstrahlform in einem Doppelharmonischensystem deformiert, wurden schon in früheren Untersuchungen beschrieben. Eine mögliche passive Maßnahme gegen die hohe Raumladungsimpedanz ist ein induktiver Einsatz. Die Deformation des Ionenstrahles durch die induzierte Spannung im Doppelharmonischensystem kann möglicherweise durch eine optimierte Phase zwischen den zwei Harmonischen reduziert werden. In diesem Beitrag werden Ionenstrahlströme in Gleichgewichtsverteilung für SIS-100 Parameter in Einfach- und Doppelharmonischensystemen betrachtet. Das Zusammenspiel zwischen longitudinaler Raumladung, Rückwirkung durch in Kavitäten induzierter Spannung und einem induktiven Einsatz soll hier dargestellt werden.

T 86.6 Do 18:05 VG 1.104

**Simulation of Wake Potentials Induced by Relativistic Proton Bunches in Electron Clouds** — •FEDOR PETROV, OLIVER BOINE-FRANKENHEIM, and THOMAS WEILAND — Technische Universität Darmstadt, Institut für Theorie Elektromagnetischer Felder (TEMF) Schlossgartenstrasse 8, 64289 Darmstadt, Germany

Electron clouds limit the intensity of modern high intensity hadron accelerators. Presently electron clouds are the main limiting factor for the LHC operation with 25 ns bunch trains. The bunches passing through an electron cloud induce a wake field. When the electron cloud density exceeds a certain threshold beam instabilities occur. The presence of electron clouds results in a shift of the synchronous phase, which increases if the bunch spacing is reduced. For LHC and SPS conditions we compare the longitudinal electron cloud wake potentials and stopping powers obtained using a simplified 2D electrostatic Particle-

in-Cell code with fully electromagnetic simulations using VORPAL. In addition we analyze the wake fields induced by displaced or tilted bunches.

T 86.7 Do 18:20 VG 1.104

**Electron Cloud induced Single Bunch Instability, Simulation by Tracking with a Pre-computed Wake Matrix** — ●ALEKSANDAR MARKOVIC and URSULA VAN RIENEN — Fakultät für Informatik und Elektrotechnik, Albert-Einstein-Str.2 D-18059 Rostock

A PIC simulation of the interaction of a positron beam with an e-cloud yields the wake kick from the electrons on the tail particles of the bunch. Thereby a certain offset in the transverse centroid position of the bunch perturbs the electron distribution which then exercise a transverse kick on the following bunch particles. By slicing the bunch in axial direction and computing the wake kick from the e-cloud due to the vertical offset of each slice we receive a triangular wake matrix. With such a pre-computed wake matrix, for a certain e-cloud density, we investigate the stability of a single bunch by tracking it through

the linear optics of the storage ring while at each turn applying the kick from the e-cloud.

T 86.8 Do 18:35 VG 1.104

**Einfluss von Impedanzen auf die Bunchform** — ●CHRISTINA MEUTER, VITALI JUDIN, MARIT KLEIN, ANKE-SUSANNE MÜLLER, MARCEL SCHUH und MARKUS SCHWARZ — Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

Der ANKA Speicherring am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) stellt den Nutzern einen low-alpha Modus zur Erzeugung von kohärenter Synchrotronstrahlung (CSR) bereit. Sowohl die Emission von CSR wie auch geometrische Objekte im Strahlrohr tragen zur Impedanz bei und beeinflussen so die longitudinale Ladungsverteilung der Elektronen im Bunch. Dieser Einfluss der Impedanzen auf die Ladungsverteilung kann durch die Haissinski Gleichung beschrieben werden. In diesem Beitrag wird ein Verfahren zur Lösung der Haissinski Gleichung an einer exemplarischen Impedanz und die resultierenden Ladungsverteilung erläutert.

## T 87: Beschleunigerphysik 9

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: VG 1.103

T 87.1 Fr 8:30 VG 1.103

**Investigations on the optimum accelerator parameters for the ultra-short bunch operation of the Free-Electron Laser in Hamburg (FLASH)** — ●MARIE REHDE<sup>1</sup>, JULIANE RÖNSCH-SCHULENBURG<sup>1</sup>, JÖRG ROSSBACH<sup>1</sup>, YAUHEN KOT<sup>2</sup>, TORSTEN LIMBERG<sup>2</sup>, HOLGER SCHLARB<sup>2</sup>, SIEGFRIED SCHREIBER<sup>2</sup>, BERND STEFFEN<sup>2</sup>, and MIKHAIL KRASILNIKOV<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institute for Experimental Physics and CFEL, University of Hamburg — <sup>2</sup>DESY, Hamburg — <sup>3</sup>DESY Zeuthen, Zeuthen

In order to produce the shortest possible radiation pulses using Free Electron Lasers like FLASH, various possibilities have been proposed during the last decade. Probably the most robust method is the generation of electron bunches that in the most extreme case are as short as a single longitudinal optical mode of the SASE (Self-Amplified Spontaneous Emission) radiation. For FLASH this means that the bunch length has to be a few fs only. As a consequence, very low bunch charges in the order of 20 pC have to be used. To achieve these extremely short bunch lengths, a new photo-injector laser will be installed, which allows for the generation of shorter electron bunches right at the cathode. To identify the optimum laser and accelerator parameters during injection, beam dynamic studies are being performed. This includes laser parameters such as the pulse duration and spot size at the photo-cathode as well as the phase of gun and booster to produce the optimum distributed electron bunches for short pulse operation.

T 87.2 Fr 8:45 VG 1.103

**Momentenbasierte Simulation der S-DALINAC Rezirkulationen** — ●SYLVAIN FRANKE, WOLFGANG ACKERMANN und THOMAS WEILAND — TEMF, Technische Universität Darmstadt

Am Institut für Kernphysik (IKP) der Technischen Universität Darmstadt steht der supraleitende Elektronenbeschleuniger S-DALINAC, der als rezirkulierender Linearbeschleuniger konzipiert ist, für Forschungszwecke bereit. Für einen optimalen Betrieb der Maschine ist eine schnelle Berechnung der Strahldynamik entlang der gesamten Strahlführung von Vorteil, die sowohl die Beschleunigungskavitäten als auch die zahlreichen Dipol- und Quadrupolmagnete mit in die Betrachtung einschließt. Als geeignete Herangehensweise hat sich die Beschreibung mit Hilfe des Momentenansatzes herauskristallisiert, der einen geeigneten Kompromiss zwischen Verarbeitungsgeschwindigkeit und Approximationsgenauigkeit ermöglicht. Die Teilchenverteilung wird bei dieser Methode über einen diskreten Satz von Momenten beschrieben und kann unter Verwendung der Vlasov Gleichung sowie Standardzeitintegrationsverfahren sehr effizient für jede Position entlang der Strahlführung schrittweise ausgewertet werden. Das am Institut für Theorie Elektromagnetischer Felder (TEMF) der Technischen Universität Darmstadt entwickelte Simulationsprogramm V-Code basiert auf diesem Ansatz und wird bereits erfolgreich für Optimierungsaufgaben verwendet. In diesem Beitrag werden die Grundzüge der numerischen Methode und die implementierte Funktionalität zusammengefasst sowie aktuelle Ergebnisse der Simulationen im Zusammenhang mit den Rezirkulationen des S-DALINAC präsentiert.

T 87.3 Fr 9:00 VG 1.103

**Design einer dritten Rezirkulation für den S-DALINAC\*** — ●MICHAELA KLEINMANN, RALF EICHHORN, FLORIAN HUG und NORBERT PIETRALLA — Institut für Kernphysik, TU Darmstadt, Schlossgartenstraße 9, 64289 Darmstadt

Der supraleitende Darmstädter Elektronenlinearbeschleuniger S-DALINAC wurde bis 1991 als rezirkulierender Linac aufgebaut und wird seither betrieben. Allerdings konnte er seine Design-Endenergie von 130 MeV im cw-Betrieb bisher nicht erreichen, da die supraleitenden Beschleunigungsresonatoren hinter den Erwartungen zurückblieben.

Die vom 2-fach rezirkulierenden S-DALINAC erreichte maximale Strahlenergie kann jedoch durch den Bau einer dritten Rezirkulation erhöht werden. Ein technisches Design und entsprechende Strahlsimulationen für die neue Rezirkulation, die in 2013 eingebaut werden soll, bilden die Grundlagen für ein solches Projekt.

Der Vortrag beschäftigt sich mit dem Design der neuen Rezirkulation und wird näher auf das Magnetdesign und die Strahldynamik-Simulation eingehen.

\* Gefördert durch die DFG im Rahmen des SFB 634

T 87.4 Fr 9:15 VG 1.103

**Extraction Arc for FLASH2** — ●MATTHIAS SCHOLZ — DESY, Universität Hamburg

FLASH2 is an extension of the existing free electron laser FLASH at DESY, Hamburg. It uses the same linear accelerator. A separate tunnel and a new experimental hall will be built next to the existing FLASH facilities. First constructions started in spring 2011. A fast kicker and a septum to be installed behind the last superconducting acceleration module give the possibility to distribute the beam to the existing beam line and to the new extraction arc. Downstream this arc a pulsed bending magnet allows to send the beam into two separate beam lines: One hosting undulators for SASE and space for HHG seeding (FLASH2), the other serving a proposed plasma wake field experiment or later on another FEL beam line (FLASH3). The extraction arc design has to fulfill specific requirements such as small emittance and energy spread growth. Furthermore, constraints are given by the existing FLASH buildings and by the space required for the in-coupling of the seed laser. Beam quality impairment has been mitigated by designing the beam optics with horizontal beam waists in all bending magnets. To optimize the extraction arc, simulations for different layouts were carried out using the programs ELEGANT and CSRTRACK.

T 87.5 Fr 9:30 VG 1.103

**Simulation des Spintransports für die Polarisationsmessung am ILC** — ●MORITZ BECKMANN<sup>1,2</sup>, ANTHONY HARTIN<sup>1</sup> und JENNY LIST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>DESY, 22603 Hamburg — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Inst f. Exp.-Physik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Am geplanten International Linear Collider (ILC) soll die Polarisierung der kollidierenden Leptonen mit einer bisher unerreichten Präzision

on bestimmt werden. In den Compton-Polarimetern 1650m vor bzw. 150m hinter dem Kollisionspunkt wird eine systematische Unsicherheit von  $\Delta P/P \approx 0,25\%$  anvisiert. Zusätzlich kann langfristig die luminositätsgewichtete mittlere Polarisation direkt aus  $e^+e^-$ -Kollisionsdaten bestimmt werden, wobei die endliche Messgenauigkeit der Polarimeter der limitierende systematische Fehler ist.

Anhand einer Simulation des Spintransports zwischen den Polarimetern sowie dem  $e^+e^-$ -Wechselwirkungspunkt (IP) werden die Einflüsse verschiedener Störfaktoren auf die Bestimmung der longitudinalen Polarisation am IP untersucht. Dazu gehören u. a. Bodenbewegungen, die Korrektursysteme, die deren Einflüsse kompensieren sollen, und die Depolarisation durch die Strahl-Strahl-Wechselwirkung am IP. Die Messung in den Polarimetern wird ebenfalls simuliert.

Ziel der Studie ist, die Anforderungen an die Genauigkeit der Korrektursysteme zu ermitteln sowie Kalibrationsstrategien für die Polarimeter zu entwickeln. Im Vortrag werden die aktuellen Ergebnisse der Simulation diskutiert.

T 87.6 Fr 9:45 VG 1.103

**Spin tracking simulation and study of depolarization at the ILC spin rotators** — ●VALENTYN KOVALENKO<sup>1</sup>, OLUFEMI ADEYEMI<sup>1</sup>, ANTHONY HARTIN<sup>3</sup>, LARISA MALYSHEVA<sup>1</sup>, GUDRID MOORTGAT-PICK<sup>1,3</sup>, SABINE RIEMANN<sup>2</sup>, FRIEDRICH STAUFENBIEL<sup>2</sup>, and ANDRIY USHAKOV<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Hamburg, Germany — <sup>2</sup>DESY, Zeuthen, Germany — <sup>3</sup>DESY, Hamburg, Germany

Polarized positron and electron beams are foreseen at the ILC. The scheme for polarizing the positrons is based on a helical undulator radiation and has been chosen as the baseline. Initially, the positron beam has longitudinal polarization. In order to preserve the polarization, the longitudinal spin direction has to be rotated into the vertical direction before the damping ring. Such kind of spin manipulation is achieved by utilizing a spin rotator. A new lattice design of a spin rotator, presented here allows for a switching between the two helicities for the positrons, i.e. the chosen spin direction is parallel or anti-parallel to the direction of the magnetic field of the damping ring. After exiting the damping ring the beam polarization has to be rotated back into the longitudinal direction. Spin tracking simulation results for the new and old lattices are compared and presented.

T 87.7 Fr 10:00 VG 1.103

**Korrektur depolarisierender Resonanzen an ELSA** — ●JAN SCHMIDT, OLIVER BOLDT und WOLFGANG HILLERT — Elektronen-Stretcher-Anlage ELSA, Physikalisches Institut, Universität Bonn

An der Beschleunigeranlage ELSA im Physikalisches Institut der Universität Bonn werden polarisierte Elektronen für Experimente der Hadronenphysik zur Verfügung gestellt. Um die Polarisation in einem Kreisbeschleuniger wie ELSA zu erhalten, müssen während der schnellen Energierampe verschiedene depolarisierende Resonanzen korrigiert werden. In diesem Beitrag werden die sogenannten Imperfektionsresonanzen behandelt, die einen der größten Einflüsse auf den Polarisationsgrad haben. Sie treten auf, wenn die Anzahl der Spinpräzessionen bei einem Umlauf im Beschleuniger ganzzahlig ist. In diesem Fall können horizontale Feldanteile in Phase mit dem Spin wirken und verringern so den Polarisationsgrad. Ihre Korrektur ist entscheidend für das Erreichen eines Polarisationsgrades von bis zu 65% bei 2,4 GeV in ELSA. Es werden aktuelle Entwicklungen diesbezüglich vorgestellt.

T 87.8 Fr 10:15 VG 1.103

**Transverse phase space studies for direct XUV-seeding at FLASH** — ●SVEN ACKERMANN — University of Hamburg, Germany

During the shutdown in 2009/2010 the Free-Electron Laser in Hamburg (FLASH) was upgraded with an experiment to study the high-gain-FEL amplification of a laser "seed" from a high harmonic generation source in the XUV wavelength range below 40 nm - sFLASH.

For an optimal FEL- and seeding performance knowledge of the electron bunch transverse phase space as well as control on the electron optics parameters is required. Therefore the transverse phase space of the accelerated beam has to be fully characterized.

In this contribution the transverse emittance of the electron beam produced by the FLASH linac has been investigated for various machine parameters along the linac. In addition the possible error sources of the measurements of the transverse phase space are discussed and tolerance studies on the machine parameters, e.g. the energy deviation or errors of the magnetic lattice, were performed. The possibilities of matching the electron optics to the theoretical model have been investigated as well as issues related to the dispersion and undulator focusing has been discussed. In addition to the experimental data, measurements of beam parameters like dispersion and the longitudinal phase space are presented.

## T 88: Beschleunigerphysik 10

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: VG 1.104

T 88.1 Fr 8:30 VG 1.104

**Demonstration Experiment Proton-Driven Plasma Wakefield Acceleration** — ●STEFFEN HILLENBRAND<sup>1,2</sup>, RALPH ASSMANN<sup>2</sup>, ANKE-SUSANNE MÜLLER<sup>1</sup>, and FRANK ZIMMERMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>KIT, Karlsruhe, Germany — <sup>2</sup>CERN, Geneva, Switzerland

Plasma-based acceleration methods have seen important progress over the last years. Recently, it has been proposed to experimentally study plasma acceleration driven by proton beams, in addition to the established research directions of electron and laser-driven plasmas. This talk presents the planned experiment and the research efforts carried out.

T 88.2 Fr 8:45 VG 1.104

**Ionenbeschleunigung mittels laserinduzierten Plasmen — Auf dem Weg zum polarisierten Teilchenstrahl?** — ●ASTRID HOLLER<sup>1</sup>, MARKUS BÜSCHER<sup>1</sup>, PAUL GIBBON<sup>2</sup>, MOHAMMAD HESSAN<sup>1</sup>, ANUPAM KARMAKAR<sup>2</sup>, ANDREAS LEHRACH<sup>1</sup>, NATASCHA RAAB<sup>1</sup>, MONIKA TONCIAN<sup>3</sup>, TOMA TONCIAN<sup>3</sup> und OSWALD WILLI<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kernphysik, Forschungszentrum Jülich, Deutschland — <sup>2</sup>Institute for Advanced Simulation, Jülich Supercomputing Centre, Forschungszentrum Jülich, Deutschland — <sup>3</sup>Institut für Laser- und Plasmaphysik, Heinrich Heine Universität, Düsseldorf, Deutschland

Laser-Plasma-Beschleunigung ist eine mittlerweile etablierte Methode zur Beschleunigung von Protonen und leichten Ionen sowie von Elektronen. Dank kurzer Pulse mit hohen Intensitäten zur Erzeugung eines Plasmas können unterschiedlichste Materialien in Form von Folien oder Gasjets als Ionenquelle genutzt werden.

Hier eröffnet sich die Möglichkeit, an Ionenquellen zu forschen, die einen spinpolarisierten Ionenstrahl als Ziel haben – zum Beispiel durch

Verwendung von vorpolarisierten Targets. Da die Zeitskalen der Plasma-bildung ausgesprochen klein sind, kann erwartet werden, dass die Polarisation auch während der Ionisation und der Beschleunigung erhalten bleibt.

Eine Nullmessung mit unpolarisierten Protonen aus Folientargets und erste Testmessungen zur Erzeugung von Ionen aus Gasjets wurden bereits am Düsseldorfer ARCTurus-Laser durchgeführt. Die Vorbereitungsphase zur Verwendung von vorpolarisiertem <sup>3</sup>He hat begonnen.

T 88.3 Fr 9:00 VG 1.104

**fs-micromachining and characterization of sapphire capillaries for laser-driven wakefield acceleration in plasma** — ●JAN-PATRICK SCHWINKENDORF<sup>1</sup>, MATTHIAS SCHNEPP<sup>1</sup>, TOBIAS KLEINWÄCHTER<sup>1</sup>, LUCAS SCHAPER<sup>1</sup>, BERNHARD SCHMIDT<sup>2</sup>, and JENS OSTERHOFF<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Germany — <sup>2</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Notkestrasse 85, 22607 Hamburg, Germany

Plasma wakefields are a promising approach for the acceleration of electrons with ultrahigh (10 to 100 GV/m) electric field gradients. Nowadays, high-intensity laser pulses are routinely utilized to excite these large-amplitude plasma waves. However, several detrimental effects such as laser diffraction, electron-wake dephasing and laser depletion may terminate the acceleration process. Two of these phenomena can be mitigated or avoided by the application of a capillary waveguide, e.g. fabricated out of sapphire for longevity. Capillaries may compensate for laser diffraction like a fiber and allow for the creation of tapered gas-density profiles working against the dephasing between the accelerating wave and the particles.

We are reporting on the set up of a laser for fs-micromachining of capillaries of almost arbitrary shapes and a test stand for density-profile characterization. These devices will permit the creation of tailored gas-density profiles for controlled electron-beam injection and acceleration inside plasma.

T 88.4 Fr 9:15 VG 1.104

**Aufbau einer Diagnostik-Beamline für den JETI Laser-Wakefield-Beschleuniger** — ●CHRISTINA WIDMANN<sup>1</sup>, VERONICA AFONSO RODRIGUEZ<sup>1</sup>, AXEL BERNHARD<sup>1</sup>, PETER PEIFFER<sup>1</sup>, ROBERT ROSSMANITH<sup>1</sup>, MARIA NICOLAI<sup>2</sup>, MALTE C. KALUZA<sup>2</sup> und TILO BAUMBACH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany — <sup>2</sup>Friedrich Schiller University Jena, Germany

In Laser-Wakefield-Beschleunigern werden sehr kurze Elektronenpakete mit Energien von einigen 100 MeV erzeugt. Aufgrund der hohen Beschleunigungsgradienten reichen dafür Beschleunigungsstrecken von einigen Millimetern aus. Allerdings ist die Energiebandbreite der Elektronen sehr viel höher als die konventioneller Beschleuniger, was z.B. die Bandbreite der in einem Undulator erzeugten Strahlung erhöht.

Um den negativen Einfluss der großen Energiebandbreite bei der Erzeugung von Undulatorstrahlung zu reduzieren, kann der Elektronenstrahl in einer dispersiven Schikane in einer transversalen Ebene aufgespalten werden. Die Energie wird dadurch zu einer Funktion der transversalen Position des Elektrons. In einem nicht-planaren Undulator kann dann die Amplitude des Magnetfelds so an die Energie angepasst werden, dass die Wellenlänge der emittierten Strahlung für alle Elektronenenergien konstant gehalten und damit die Bandbreite der gesamten Strahlung reduziert wird.

In diesem Vortrag wird ein geplantes Experiment vorgestellt, in dem dieses Prinzip getestet und die Undulatorstrahlung für die Charakterisierung der Elektronenpakete genutzt werden soll.

Gefördert durch das BMBF unter Fördernummer 05K10VK2.

T 88.5 Fr 9:30 VG 1.104

**Simulations of laser-wakefield acceleration with external electron bunch injection for REGAE experiments** — ●JULIA GREBENYUK<sup>1</sup>, TIMON MEHRLING<sup>2</sup>, KLAUS FLOETTMANN<sup>1</sup>, FLORIAN GRUENER<sup>2</sup>, ECKHARD ELSSEN<sup>1</sup>, and JENS OSTERHOFF<sup>2</sup> — <sup>1</sup>DESY, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>University of Hamburg, Germany

Laser-wakefield acceleration has experienced growing scientific interest and fast development during the last decade. Short and highly intense laser pulses focused into a gas target, ionise the gas and may excite large amplitude, co-propagating plasma waves that support extreme electric fields ( $>10$  GV/m) for acceleration of charged particles. These fields are orders of magnitude larger than in conventional radio-frequency accelerators. The REGAE facility at DESY offers the unique possibility to study the external injection of pre-accelerated electron bunches from a stable and fully controlled conventional accelerator, and their subsequent acceleration in plasma wakefields. A set of 2- and 3-dimensional numerical simulations was performed with the particle-in-cell code OSIRIS, showing a wide variety of effects which will be possible to explore in the future with REGAE, which provides 2-5 MeV electron bunches of  $\sim 10$  femtosecond length. Topics of particular interest are: probing of the electric wakefields, emittance evolution, bunch compression, and controlled betatron radiation emission.

T 88.6 Fr 9:45 VG 1.104

**Self-modulation of long electron beams in plasma at PITZ** — ●ALBERTO MARTÍNEZ DE LA OSSA<sup>1</sup>, MATTHIAS GROSS<sup>2</sup>, MARTIN KHOJOYAN<sup>2</sup>, MIKHAIL KRASILNIKOV<sup>2</sup>, ANNE OPPELT<sup>2</sup>, FRANK STEPHAN<sup>2</sup>, FLORIAN GRÜNER<sup>3</sup>, CARL SCHROEDER<sup>4</sup>, and JENS OSTERHOFF<sup>3</sup> — <sup>1</sup>DESY, Hamburg, Germany — <sup>2</sup>DESY, Zeuthen,

Germany — <sup>3</sup>University of Hamburg, Germany — <sup>4</sup>Lawrence Berkeley National Laboratory, USA

Beam-driven plasma wakefield acceleration has generated a high scientific interest since it was experimentally proven that electrons can be accelerated up to energies close to 100 GeV in less than a meter of propagation in plasma. Recently, it has been proposed to use the high energetic proton beams from the CERN SPS to drive a plasma wave which is able to accelerate electron beams to TeV energy regime. The whole project relies on the fact that a long proton bunch ( $L > \lambda_p$ ) is self-modulated through its propagation in plasma, splitting itself in ultrashort sub-bunches of length  $\sim \lambda_p$  which resonantly drive the plasma wave. The Photo Injector Test facility at DESY, Zeuthen site (PITZ), offers the unique possibility to study and demonstrate the self-modulation of long electron bunches in plasma. A set of numerical simulations with the particle-in-cell code Osiris have been carried out to optimize some of the parameters of the experiment like the electron bunch profile, the plasma density and the propagation length in plasma, and constrain other physical effects which can spoil the optimal excitation of the plasma wave like dephasing, hosing instability and plasma density perturbations.

T 88.7 Fr 10:00 VG 1.104

**Design und Optimierung eines supraleitenden zylindrischen Undulators für den JETI-Wakefield-Beschleuniger in Jena** — ●VERONICA AFONSO RODRIGUEZ<sup>1</sup>, AXEL BERNHARD<sup>1</sup>, ALEXANDER KEILMANN<sup>1</sup>, PETER PEIFFER<sup>1</sup>, ROBERT ROSSMANITH<sup>1</sup>, CHRISTINA WIDMANN<sup>1</sup>, TILO BAUMBACH<sup>1</sup>, MARIA NICOLAI<sup>2</sup>, MALTE KALUZA<sup>2</sup> und GOLO FUCHERT<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland — <sup>2</sup>Friedrich-Schiller-Universität Jena, Deutschland — <sup>3</sup>Universität Stuttgart, Deutschland

In einem Laser-Wakefield-Beschleuniger wird auf einer kurzen Plasma-strecke durch einen Laser-Strahlungsimpuls eine Welle angeregt, durch die Elektronenpakete (Bunches) auf Energien von einigen hundert MeV beschleunigt werden können. Die Energiebandbreite der Teilchen beträgt dabei einige Prozent. In diesem Beitrag soll das Design und die Optimierung eines supraleitenden Undulators für den JETI-Wakefield-Beschleuniger vorgestellt werden, der trotz dieser Energieverteilung monochromatische Synchrotronstrahlung emittiert. Im aktuell verfolgten Ansatz werden die Elektronen auf einer Dispersionstrecke räumlich nach ihrer Energie  $\gamma(x)$  sortiert. Durch die Verwendung eines zylindrischen Undulators erreicht man eine an diese Verteilung angepasste Magnetfeldamplitude. Durch diese Kombination lässt sich erreichen, dass die Elektronen aller Energien Undulatorstrahlung der gleichen Wellenlänge abstrahlen. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Optimierung sowie die Simulationen dieses zylindrischen Undulators vorgestellt. \*Gefördert durch das BMBF unter Fördernummer 05K10VK2.

T 88.8 Fr 10:15 VG 1.104

**Energy recovery linacs: technological development and applications.** — ●YURIY PETENOV — HZB, Berlin

A new generation of particle accelerators based on Energy Recovery Linac (ERL) is a promising tool for a number of new applications. These include high brilliance light sources in a wide range of photon energies, electron cooling of ion beam and ERL-based electron-hadron colliders. In January 2011 Helmholtz-Zentrum Berlin officially started the realization of the Berlin Energy Recovery Linac Project BERLinPro, whose goal is to develop the accelerator physics and technology required to accelerate a high-current (100 mA) and low emittance beam, as desired by future large scale facilities based on ERLs. In this work the advantages of ERL-based machines are discussed. Overviews of BERLinPro and of a future 6 GeV multiturn light source are given.

## T 89: Gammaastronomie 1

Zeit: Montag 16:45–18:50

Raum: ZHG 008

T 89.1 Mo 16:45 ZHG 008

**Dark Star evolution with "Dark Stars"** — ●FRANZISKA LAATZ, MARTIN RAUE, ANDREAS MAURER, and DIETER HORNS — Universitaet Hamburg

It is predicted that the first stars in the history of the universe (PopIII stars) formed inside mini halos of  $10^5$  to  $10^6$  solar masses, which also contain a reasonable amount of dark matter. It has been proposed

that self-annihilating dark matter (WIMPs) could provide an additional source of energy, producing a new type of stable object, a dark matter powered star (Dark Star). The properties of such a Dark Star may be altered in comparison to a normal Pop III star. Dark Stars are predicted to be cooler, larger, eventually more massive and potentially longer lived, due to their additional energy source. There have been several approaches to calculate the properties and evolution of such Dark Stars.

Recently many interesting results from direct detection experiments have suggested low WIMP masses ( $< 100$  GeV). Considering results from Dama, CRESST and Xenon we calculate the evolution of stars, influenced by WIMP annihilation, for a range of ambient halo densities (the WIMPs get into the star via scattering) using the dark star evolution code "Dark Stars" from Scott et al. Based on the results it is possible to put some constraints on possible WIMP properties and the possible masses of Dark Stars.

**Gruppenbericht** T 89.2 Mo 17:00 ZHG 008  
**Gamma-Astronomie und kosmische Strahlung oberhalb von 10 TeV mit HiSCORE** — ●MARTIN TLUCZYKONT, DIETER HORNS, DANIEL HAMPF, RAYK NACHTIGALL, ULI EINHAUS, MAIKE KUNNAS und MICHAEL BÜKER — Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Der bodengestützte weitwinkel Luft-Cherenkov-Detektor HiSCORE (Hundred\**i* Square-km Cosmic ORigin Explorer) wird Gammastrahlen im Energiebereich von 10 TeV bis in den PeV-Bereich und kosmische Strahlung oberhalb von 100 TeV messen können. Die zwei Hauptmotivationen für die Entwicklung dieses Detektors sind die Suche nach den Galaktischen kosmischen Pevatronen (kosmische PeV-Beschleuniger), und die Messung der chemischen Komposition und des Energiespektrums der kosmischen Strahlung im Übergangsbereich vom Galaktischen zum extragalaktischen Ursprung der kosmischen Strahlung. Zahlreiche weitere Fragen der Teilchen- und Astroteilchenphysik können ebenfalls mit HiSCORE behandeln werden.

HiSCORE ist derzeit in drei Ausbaustufen geplant. Die erste Stufe besteht aus einem 1 km<sup>2</sup> grossen Detektorfeld, das auf dem Gelände des Tunka arrays in Sibirien aufgebaut wird. In einer zweiten und dritten Stufe sind Detektorfelder in den Größenordnungen 10 bzw. 100 km<sup>2</sup> an einem Standort in der südlichen Hemisphäre vorgesehen.

In diesem Vortrag wird das Konzept des Detektors, dessen Zielsetzung und der aktuelle Status der Entwicklung sowie der ersten Ausbaustufe vorgestellt werden.

T 89.3 Mo 17:20 ZHG 008  
**Der HiSCORE Detektor für ultrahochenergetische Gammastrahlung: Simulationen, Ereignisrekonstruktion und Sensitivität** — ●DANIEL HAMPF, MARTIN TLUCZYKONT, DIETER HORNS und ULRICH EINHAUS — Uni Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Der HiSCORE Detektor ist ein dediziertes Experiment zur Messung von kosmischer Gammastrahlung oberhalb von etwa 10 TeV. Im Besonderen ergibt sich durch diese Erweiterung des Energiebereichs der heute möglichen Messungen die Möglichkeit, gezielt nach den Quellen der kosmischen Strahlung im PeV Bereich zu suchen.

Das Experiment wird aus einem Feld aus Weitwinkel-Luft-Cherenkov Detektoren bestehen. Die große effektive Fläche, die für eine gute Sensitivität in diesem Energiebereich nötig ist, wird insbesondere durch einen großen Abstand der Stationen von mindestens 150 Metern erreicht, wodurch sich wiederum besondere Anforderungen an die Ereignisrekonstruktion ergeben.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Detektorsimulation und die erwartete Sensitivität des Detektors diskutiert.

T 89.4 Mo 17:35 ZHG 008  
**Studies for the array trigger in CTA** — ●JOACHIM HAHN, GERMAN HERMANN, and KONRAD BERNLÖHR — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Deutschland

The Cherenkov Telescope Array (CTA), the next generation ground-based gamma-ray observatory, will consist of over 50 imaging atmospheric Cherenkov telescopes of different sizes, covering an area of several square kilometers. The development of a new inter-telescope trigger scheme is necessary to optimally utilize the potential of such an array. To that end, information available on the trigger level, like topology and time differences of triggered telescopes, can be included in the system trigger decision. Monte Carlo studies on this topic will be presented.

T 89.5 Mo 17:50 ZHG 008  
**Signal Reconstruction for IACTs** — ●SABRINA EINECKE — Technische Universität Dortmund

In recent years Imaging Air Cherenkov Telescopes (IACTs) became more and more important for the gamma astronomy. These IACTs detect very high gamma radiation from cosmic sources indirectly by imaging the Cherenkov radiation produced by extensive air showers. Current and future projects require a high sensitivity and a low energy threshold. Furthermore an improvement of reconstruction methods is very important to increase the angular and energy resolution and to achieve a better background rejection. During the signal reconstruction the charge and the arrival time is extracted from the readout samples. Thereupon the timing information is used for the event reconstruction and to discriminate between signal i.e. gammas and background which consists for the most part of hadrons. Systematic studies concerning different algorithms to reconstruct the signal as a function of physical and instrumental parameters will be presented.

T 89.6 Mo 18:05 ZHG 008  
**Ein Photon-Rekonstruktionsalgorithmus für Einzelteleskop-Ereignisse für H.E.S.S. II** — ●MARKUS HOLLER<sup>1,2</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,1</sup> für die H.E.S.S.-Kollaboration — <sup>1</sup>Universität Potsdam — <sup>2</sup>DESY

H.E.S.S. ist ein stereoskopisches Cherenkov-Teleskopsystem zum Nachweis von hochenergetischer Gammastrahlung im Khomas-Hochland in Namibia. Mit der Erweiterung um ein fünftes Teleskop mit einer Spiegelfläche von 600 m<sup>2</sup> wird die Energieschwelle des Teleskopsystems von 100 GeV auf 30 GeV verringert. Für die Ausleserate des fünften Teleskops wird ein Wert von etwa 3kHz erwartet, was einer Verzehnfachung der bisherigen Rate entspricht. In diesem Vortrag wird ein fortgeschrittener Algorithmus zur Rekonstruktion von Einzelteleskopereignissen des fünften Teleskops vorgestellt. Dieser basiert auf dem Vergleich des Bildes der pixelierten Cherenkov-Kamera mit einem semi-analytischen Modell der Luftschauerentwicklung unter Zuhilfenahme einer Loglikelihood-Maximierung.

T 89.7 Mo 18:20 ZHG 008  
**Studien zur Mono-Rekonstruktion mit H.E.S.S. Phase 2** — ●THOMAS MURACH und ULLRICH SCHWANKE — Institut für Physik, Humboldt-Universität Berlin

Im Sommer 2012 wird das H.E.S.S.-Experiment in Namibia um ein fünftes Teleskop mit einer Spiegelfläche von 600 m<sup>2</sup> erweitert. Etwa 60% aller dann beobachtbaren Gamma-Schauer werden ausschließlich von diesem Teleskop nachgewiesen werden, so dass die Rekonstruktion der Photonen nicht im stereoskopischen Modus erfolgen kann. In diesem Vortrag wird eine anhand von Monte-Carlo-Daten entwickelte Mono-Rekonstruktionsmethode vorgestellt, die auf multivariaten Analysen beruht.

T 89.8 Mo 18:35 ZHG 008  
**Gamma Ray Source Studies Using Muon Tracking** — ●PAUL DOLL<sup>1</sup> and JANUSZ ZABIEROWSKI<sup>2</sup> for the KASCADE-Grande-Collaboration — <sup>1</sup>Karlsruhe Institut of Technology (KIT), 76021 Karlsruhe — <sup>2</sup>Narodowe Centrum Badan Jadrowych, 90950 Lodz, Poland

A large area (128m<sup>2</sup>) streamer tube detector, located within the KASCADE-Grande experiment has been built. We discuss the possibility of observing gamma-ray sources by means of photo-pion produced single isolated muon tracks above the background of cosmic-ray muons using a muon tracking detector (MTD). Properties of the photo-production process in the atmosphere and of the MTD which support the identification of gammas are discussed. The sensitivity of the technique of observing the Crab energy spectrum in the tens of GeV range is discussed. Gamma spectra accumulated from Crab and a Mrk 421 flux correlation with X-ray (RXTE/PCA) are presented.

This work was supported in part by the German-Polish bilateral collaboration grant (PPP-DAAD/MNiSW) for the years 2011-2012.

## T 90: Gammaastronomie 2

Zeit: Dienstag 16:45–19:10

Raum: ZHG 008

**Gruppenbericht**

T 90.1 Di 16:45 ZHG 008

**Observations of the Crab pulsar with the MAGIC telescope** — ●TAKAYUKI SAITO<sup>1</sup>, GIANLUCA GIAVITTO<sup>2</sup>, STEFAN KLEPSE<sup>2</sup>, THOMAS SCHWEIZER<sup>1</sup>, ECKART LORENZ<sup>1,3</sup>, RAZMICK MIRZOYAN<sup>1</sup>, and MASAHIRO TESHIMA<sup>1</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut fuer Physik, Muenchen, Germany — <sup>2</sup>IFAE, Barcelona, Spain — <sup>3</sup>ETH, Zurich, Switzerland

The Crab Pulsar has been detected by MAGIC both in mono-mode and in stereo mode. The mono-mode observations measure the energy spectrum from 25 GeV to 100 GeV, while the stereo mode observations covers from 50 GeV to 400 GeV. The measured energy spectrum deviates significantly from the exponential cutoff spectrum which had been inferred from the Fermi-LAT observations. Here we report on the detail of the observations from 2007 to 2011 and theoretical interpretation of the measured spectrum.

**Gruppenbericht**

T 90.2 Di 17:05 ZHG 008

**Observations of the Crab pulsar and the Crab Nebula with the MAGIC telescopes** — ●TAKAYUKI SAITO<sup>1</sup>, EMILIANO CARMONA<sup>2</sup>, GIANLUCA GIAVITTO<sup>3</sup>, STEFAN KLEPSE<sup>3</sup>, DANIEL MAZIN<sup>1,3</sup>, THOMAS SCHWEIZER<sup>1</sup>, JULIAN SITAREK<sup>3</sup>, and ROBERTA ZANIN<sup>4</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut fuer Physik, Muenchen, Germany — <sup>2</sup>CIEMAT, Madrid, Spain — <sup>3</sup>IFAE, Barcelona, Spain — <sup>4</sup>UB, Barcelona, Spain

The Crab Pulsar has been detected by MAGIC both in mono-mode and in stereo mode. The mono-mode observations measure the energy spectrum from 25 GeV to 100 GeV, while the stereo mode observations covers from 50 GeV to 400 GeV. The measured energy spectrum deviates significantly from the exponential cutoff spectrum which had been predicted by many theoretical models and inferred from the Fermi-LAT observations. With the stereo system, MAGIC could also measure the energy spectrum of the Crab Nebula from 50 GeV to 45 TeV. Combined with the Fermi-LAT measurements, the IC peak was estimated with a high precision.

Here we report on the details of these observations and theoretical interpretation of the measured spectra.

T 90.3 Di 17:25 ZHG 008

**Giant radio pulses of the Crab pulsar - A multiwavelength study with MAGIC and several radio facilities** — NATALIA LEWANDOWSKA, ●DOMINIK ELSÄSSER, and KARL MANNHEIM for the MAGIC-Collaboration — Lehrstuhl für Astronomie, Universität Würzburg, Campus Hubland Nord, Emil-Fischer Strasse 31, 97074 Würzburg

Since its detection, the Crab pulsar has been a known source of radio giant pulse (GP) emission. The characteristics of these pulses are flux densities of about a thousand times the regular pulses, their apparently non-periodical appearance at different pulse phases and their short widths of 1-2 microseconds. Several theories have been proposed to explain the mechanism behind the giant pulse emission, but in spite of over 40 years of investigations no uniform mechanism could be found which explains the origin and the observed characteristics sufficiently. In the framework of a multiwavelength campaign with the MAGIC telescopes and several radio institutes we present the first preliminary results from a statistical analysis of simultaneously observed radio GPs and very-high-energy gamma rays.

T 90.4 Di 17:40 ZHG 008

**Supernovaüberreste mit Fermi und H.E.S.S.** — ●ANNELI SCHULZ<sup>1,2</sup>, MICHAEL MAYER<sup>1,2</sup>, MARKUS ACKERMANN<sup>1</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>DESY — <sup>2</sup>Universität Potsdam

Über Jahrzehnte wurde vermutet, dass Supernovaüberreste Teilchen bis zu Energien oberhalb von  $10^{15}$  eV beschleunigen. Erst in den letzten Jahren haben die Ergebnisse von Gammastrahlungsexperimenten gezeigt, dass in den Schockwellen tatsächlich Teilchen bis auf Energien von  $10^{14}$  eV beschleunigt werden. Aber sowohl die Teilchenart als auch die genauen Beschleunigungsprozesse sind bis heute nicht vollständig geklärt. Die beiden Experimente Fermi und H.E.S.S. überdecken zusammen einen weiten Energiebereich von MeV- bis TeV-Energien. Eine gemeinsame Analyse ermöglicht ein Studium der Beschleunigungsprozesse in Supernovaüberresten mit bisher nicht erreichter Genauigkeit. Der Vortrag wird auf den aktuellen Kenntnisstand über Supernova-

überreste im Gammastrahlungsbereich eingehen und das Potenzial einer gemeinsamen Analyse diskutieren.

T 90.5 Di 17:55 ZHG 008

**Very-high-energy gamma-radiation from supernova remnants as seen with H.E.S.S.** — ●JOACHIM HAHN<sup>1</sup>, ANNE BOCHOW<sup>1</sup>, HENNING GAST<sup>1</sup>, VINCENT MARANDON<sup>1</sup>, and MATTHIEU RENAUD<sup>2</sup> for the H.E.S.S.-Collaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Deutschland — <sup>2</sup>Laboratoire de Physique Théorique et Astroparticules, Montpellier, Frankreich

Supernova remnants (SNRs) are known to be emitters of very-high-energy (VHE, > 100 GeV) gamma-radiation and constitute one of the most intriguing source classes in VHE astronomy. While several hundred SNRs in our galaxy have been detected in radio, only few of them have been identified as VHE gamma-ray emitters. Using the extensive H.E.S.S. dataset on the central region of the Milky Way, the standard framework that links the origin of cosmic rays to the gamma-ray visibility of SNRs can now be tested. Here we present the ensemble of investigated SNRs and discuss constraints on the parameter space used in a theoretical model of hadronic VHE gamma-ray production.

T 90.6 Di 18:10 ZHG 008

**Röntgenanalyse und Modellierung des Pulsarwindnebels G21.5-0.9** — ●PHILIPP WILLMANN<sup>1</sup>, PETER EGER<sup>1</sup>, FELIX FÜRST<sup>1,4</sup>, MARKUS HOLLER<sup>3,2</sup>, KATHRIN VALERIUS<sup>1</sup>, JÖRN WILMS<sup>1,4</sup>, IRA JUNG<sup>1</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,3</sup> — <sup>1</sup>ECAP, Universität Erlangen — <sup>2</sup>DESY — <sup>3</sup>Universität Potsdam — <sup>4</sup>Dr. Reemis Sternwarte, Bamberg

Pulsarwindnebel bezeichnen Plasmen von hochrelativistischen Elektronen in der Umgebung von Pulsaren, die in einem breiten Spektralbereich von Radio- über Röntgen- bis hin zur hochenergetischen Gammastrahlung sichtbar sind. Die Messungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass Pulsarwindnebel die häufigsten Quellklassen im Bereich der hochenergetischen Gammastrahlung sind. G21.5-0.9 ist ein typisches Beispiel für einen Pulsarwindnebel und wurde im Röntgenbereich unter anderem mit den Satelliten Chandra und XMM-Newton beobachtet. Die Daten erlauben eine Analyse der Röntgenemission in verschiedenen räumlichen Bereichen um den zentralen Pulsar. Die Analyse legt die Grundlage für eine Modellierung der Röntgenemission mit dem Ziel den Beitrag der für die Röntgenemission verantwortlichen Elektronen zur hochenergetischen Gammastrahlung abzuschätzen. Die Ergebnisse der Studie werden in dem Vortrag zusammengefasst und diskutiert.

T 90.7 Di 18:25 ZHG 008

**Modellierung der Breitbandemission von Pulsarwindnebeln** — ●MICHAEL MAYER<sup>1,2</sup>, JULIA BRUCKER<sup>3</sup>, IRA JUNG<sup>3</sup>, KATHRIN VALERIUS<sup>3</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,1</sup> — <sup>1</sup>Universität Potsdam — <sup>2</sup>DESY — <sup>3</sup>ECAP, Universität Erlangen

Abbildende Cherenkov-Teleskope haben in den letzten Jahren Pulsarwindnebel (PWN) als größte Quellklasse galaktischer, hochenergetischer Gammastrahlungsquellen entdeckt. Eine Identifikation einer hochenergetischen Gammastrahlungsquelle mit einem PWN bedarf eines räumlichen als auch energetisch passenden Gegenstücks in anderen Wellenlängenbereichen, besonders im Röntgenbereich. Wir haben ein Modell entwickelt, das die zeitliche spektrale Entwicklung von PWN beschreibt. Das Modell ermöglicht eine präzise Vorhersage des Röntgenflusses einer Gammastrahlungsquelle, basierend auf dem gemessenen Gammastrahlungsfluss. Damit ist dieses Modell ein Hilfsmittel um eine PWN-Hypothese an identifizierten Gammastrahlungsquellen zu untersuchen. In dem Vortrag wird das Modell vorgestellt und Anwendungen auf verschiedene PWN und PWN-Kandidaten diskutiert.

T 90.8 Di 18:40 ZHG 008

**New Chandra results of the complex unidentified TeV source HESSJ1841-055** — ●SVEN WILBERT<sup>1</sup>, OMAR TIBOLLA<sup>1</sup>, and SARAH KAUFMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>ITPA, Universität Würzburg, Campus Hubland Nord, Emil-Fischer-Str. 31 D-97074 Würzburg, Germany — <sup>2</sup>Landessternwarte, Universität Heidelberg, Königstuhl, D 69117 Heidelberg, Germany

State of the art Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (IACTs) like the Very Energetic Radiation Imaging Telescope Array System (VERITAS) and the High Energy Stereoscopic System (H.E.S.S.) made

surveys of the sky in order to discover new sources. The first and most famous is the H.E.S.S. survey of the inner Galactic plane. So far more than 50 Galactic TeV  $\gamma$ -ray sources have been detected, a large number of which remain unidentified. HESSJ1841-055 is one of the largest and most complex among the unidentified sources with an extension of about  $1^\circ$ . Follow up observations of the HESSJ1841-055 region with Chandra and add-on analysis have revealed several X-ray sources spatially coincident with the multiple TeV emission peaks. The search for counterparts brought out the fact that not a single source itself but a bunch of sources could be indeed the creators of this diffuse emission region; among them the SNR Kes 73, the pulsar within Kes 7, 1E 1841-45 and also the High Mass X-Ray Binary AX 184100.4-0536 and others.

T 90.9 Di 18:55 ZHG 008

**Models for  $\gamma$  ray emission in W51** — ●SARA REBECCA GOZZINI<sup>1</sup>, FABIAN JANKOWSKI<sup>1</sup>, and WLODEK BEDNAREK<sup>2</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>DESY, 15738 Zeuthen, Germany — <sup>2</sup>Division of Astrophysics, University of Łódź, 90236, Poland

We investigated the possible physical origin of the observed  $\gamma$  ray emis-

sion from the W51 complex, hosting the supernova remnant W51C.

High energy photons are produced in processes from either a leptonic or a hadronic initial state. Leptonic initial states radiate  $\gamma$  rays through inverse Compton scattering or non-thermal Bremsstrahlung; synchrotron emission, in the environment of SNRs, yields photons in the radio or X-ray range. High energy  $\gamma$  rays of hadronic origin are the product of neutral pion decay, which is produced in flight off a proton-proton or proton-nucleon scattering. Both Bremsstrahlung and  $\pi^0$  decay have as a target the molecular cloud with which the shell front of the supernova remnant interacts; inverse Compton scattering occurs onto photons of the cosmic microwave background, and on infra-red and optical photons of starlight.

Models for each emission process are obtained folding initial spectra of accelerated electrons or protons with the cross sections; the outcome is a distribution of energy carried by gamma rays at Earth level.

We collected spectral data for W51 in several wavelengths and modeled its spectral energy distribution, assuming different scenarios for the input spectra of accelerated particles. Physical parameters deduced from fits on data are used to interpret the possible mechanisms for emission of high energy photons.

## T 91: Gammaastronomie 3

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 008

T 91.1 Mi 16:45 ZHG 008

**VERITAS Observations of Markarian 421 & 501** — ●ROMAN WELSING — DESY, Platanenallee 6, 15738 Zeuthen

Markarian 421 and 501 are among the brightest high frequency peaked BL-Lac Objects (HBL) in the TeV sky of the northern hemisphere. As such, they allow us to study the physical processes responsible for their gamma-ray emission in great detail. Therefore those objects, as part of a coordinated multi-wavelength (MWL) campaign, have been observed with the VERITAS Telescopes in southern Arizona for more than 10 hrs each during the 2010/2011 season. The physics results, including spectra, lightcurves and variability studies, of the 2010/2011 observations are presented.

T 91.2 Mi 17:00 ZHG 008

**Detaillierte Studie zur Modellierung von Supernova-Überresten im VHE-Gammastrahlungsbereich** — ●SUSANNE RAAB<sup>1</sup>, SEBASTIAN HEINZ<sup>1</sup>, IRA JUNG<sup>1</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,3</sup> für die H.E.S.S.-Kollaboration — <sup>1</sup>ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg — <sup>2</sup>DESY — <sup>3</sup>Universität Potsdam

Die Gammastrahlungsastonomie hat durch den Start der neuen Generation von Cherenkov-Teleskopen in den letzten Jahren einen großen Beitrag zum Verständnis von hochenergetischen Gammastrahlungsquellen geleistet. Trotzdem sind viele Fragen noch nicht eindeutig geklärt, wie z.B. ob Supernova-Überreste die Quellen der galaktischen kosmischen Strahlung sind. Dies liegt u.a. daran, dass Cherenkov-Teleskope nur den hochenergetischen Teil des Spektrums oberhalb von 100 GeV messen können. Die Erweiterung des Energiebereichs starker hochenergetischer Gammastrahlungsquellen hin zu niedrigeren Energien durch den Gammastrahlungssatelliten *Fermi* ermöglicht Emissionsmodelle weiter einzuschränken.

In diesem Vortrag wird eine detaillierte Studie vorgestellt, die anhand eines dominant hadronischen Ein-Zonen-Modells – angepasst an den Supernova-Überrest RX J1713.7-3946 – untersucht, inwieweit eine Erweiterung des Energiebereichs zu niedrigeren Energien die Einschränkung der physikalischen Modellvorhersagen verbessert.

T 91.3 Mi 17:15 ZHG 008

**Hochenergetische Teilchenbeschleunigung in Galaktischen Kugelsternhaufen** — ●PETER EGER<sup>1</sup>, WILFRIED DOMAINKO<sup>2</sup>, IRA JUNG<sup>1</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>3,4</sup> — <sup>1</sup>ECAP, Erlangen — <sup>2</sup>MPIK, Heidelberg — <sup>3</sup>DESY, Zeuthen — <sup>4</sup>Universität Potsdam

Kugelsternhaufen (KHn) sind extrem dichte Systeme sehr weit entwickelter Sternpopulationen. Insbesondere beherbergen viele KHn eine große Anzahl an Millisekundenpulsaren (msPSRe), deren Entstehung durch die Bedingungen in den Kernen von KHn begünstigt ist. Kürzlich wurde von einer Reihe Galaktischer KHn Emission im GeV Gammastrahlungsbereich mit dem Fermi/LAT Observatorium detektiert. Aktuelle Modelle erklären diese Signale durch die Strahlung von Leptonen, die sich in den Magnetosphären der einzelnen msPSRe be-

schleunigt bewegen.

Kürzlich wurde zudem mit dem H.E.S.S. Teleskopsystem aus der Richtung des KH Terzan 5 Emission von TeV Gammastrahlung nachgewiesen, deren Ursprung mit obigen Modellen nicht erklärbar ist. Daher könnten noch weitere hochenergetische Strahlungsprozesse in KHn existieren, wie etwa inverse Compton Streuung relativistischer Leptonen, die in der Umgebung von msPSRen beschleunigt werden und mit Photonen des intensiven Strahlungsfeldes in KHn wechselwirken. Dieses und andere Szenarien wurden durch zusätzliche Beobachtungen im Röntgenbereich untersucht, deren Ergebnisse in diesem Beitrag vorgestellt werden.

T 91.4 Mi 17:30 ZHG 008

**Multi-Wavelength Observations of Mrk 180 and 1ES 2344+514** — ●STEFAN RÜGAMER<sup>1</sup>, EMMANOUIL ANGELAKIS<sup>2</sup>, DENIS BASTIERI<sup>3</sup>, DANIELA DORNER<sup>4</sup>, LARS FUHRMANN<sup>2</sup>, YU. KOVALEV<sup>5</sup>, YURI KOVALEV<sup>2,5</sup>, ANNE LÄHTENMÄKI<sup>6</sup>, ELINA LINDFORS<sup>7</sup>, FRANCESCO LONGO<sup>8</sup>, RIHO REINTHAL<sup>7</sup>, JOSEPH RICHARDS<sup>9</sup>, and ANTONIO STAMERRA<sup>10</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>Universität Würzburg, Germany — <sup>2</sup>MPIFR, Bonn, Germany — <sup>3</sup>Universita di Padova and INFN, Italy — <sup>4</sup>ISDC, Versoix, Switzerland — <sup>5</sup>Astro Space Center of Lebedev Physical Institute, Moscow, Russia — <sup>6</sup>Aalto University Metsähovi Radio Observatory, Kylmäla, Finland — <sup>7</sup>Tuorla Observatory, University of Turku, Piikkiö, Finland — <sup>8</sup>Universita di Trieste, and INFN Trieste, Italy — <sup>9</sup>Purdue University, West Lafayette, USA — <sup>10</sup>Universita di Siena, and INFN Pisa, Italy

The high-frequency peaked BL Lac objects and Very High Energy gamma-ray emitters Mrk 180 and 1ES 2344+514 were the targets of extensive simultaneous multi-wavelength observations in 2008. The campaigns, ranging from the radio up to the TeV regime, represent the first of their kind on these objects. Significant variability has been detected at X-rays for both sources. Especially intriguing was the detection of an unprecedentedly strong flare of Mrk 180, which was accompanied by significant spectral variability, making this source another 'extreme blazar' candidate. 1ES 2344+514 was observed in one of the lowest flux states ever at several wavelengths. This contribution will discuss the observation campaigns, multi-wavelength light curves and spectral energy distributions of the two sources.

T 91.5 Mi 17:45 ZHG 008

**Latest AGN discoveries with the MAGIC telescopes** — ●GESSICA DE CANEVA, KARSTEN BERGER, ELINA LINDFORS, SAVERIO LOMBARDI, NIJIL MANKUZHYYIL, MICHELE PALATIETTO, DAVID PANEQUE, MASSIMO PERSIC, JULIAN SITAREK, and MALWINA UELLENBECK for the MAGIC-Collaboration — The MAGIC Collaboration  
The MAGIC experiment is a system of two Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (IACT) located in the Canary Island of La Palma. Thanks to its energy threshold at  $\sim 50$  GeV, and its excellent sensitivity, MAGIC is playing a leading role in the discovery of new Very High Energy gamma ray (VHE;  $E \geq 100$  GeV) extragalactic

sources, and in particular blazars, Active Galactic Nuclei (AGNs) with the relativistic jet axis pointed toward the observer.

Since IACTs have a limited field of view (3.5 degrees in case of MAGIC) we make use of surveys in other wavebands, e.g. Optical, X-ray, High Energy gamma ray (HE;  $100 \text{ MeV} \leq E \leq 100 \text{ GeV}$ ). In particular we trigger Target of Opportunity Observations (ToOs), if the sources are in a high activity state in any of those wavebands. Two of the latest detections are sources which were selected from the compilation of Costamante & Ghisellini 2002.

In this contribution, we report on the latest MAGIC detections and compare the results with those achieved from the VHE observations performed with the single telescope MAGIC-I. We also investigate the multiwavelength behavior of these sources, in particular the simultaneous optical measurements obtained with the KVA telescope.

T 91.6 Mi 18:00 ZHG 008

**Very high energy gamma ray absorption via the Milky Way diffuse radiation field** — ●ANDREAS MAURER, MARTIN RAUE, TANJA KNEISKE, and DIETER HORNS — Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, D-22761 Hamburg

When very high energy (VHE) gamma rays ( $E > 100 \text{ GeV}$ ) transverse low energy photon fields, the production of electron-positron pairs leads to the attenuation of the intrinsic gamma ray flux. This phenomena is well known for VHE radiation from extragalactic sources, like e.g. blazars, interacting with the cosmic infrared background.

In this contribution the absorption of galactic VHE gamma rays due to the interaction with the Milky Way diffuse radiation field is discussed. While the photon field densities inside our galaxy can be several orders of magnitude higher compared to the diffuse extragalactic flux, the distances are much shorter leading to an overall smaller effect. On the other hand, the detection of such an attenuation could be used to study the galactic IR emission, measure the distance of galactic sources, or investigate particle physics phenomena beyond the standard model. It is investigated how forthcoming imaging air Cherenkov telescopes, like CTA, and wide angle Cherenkov arrays, like HiSCORE, with their improved sensitivities up to several hundred TeV will measure this absorption feature for a large number of galactic sources.

T 91.7 Mi 18:15 ZHG 008

**Morphologieuntersuchungen von ausgedehnten Gammastrahlungsquellen** — ●KORNELIA STYCZ<sup>1,2</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>DESY — <sup>2</sup>Universität Potsdam

Das High Energy Stereoscopic System (H.E.S.S.) besteht aus vier abbildenden atmosphärischen Cherenkov-Teleskopen zum Nachweis hochenergetischer Gammastrahlung im Energiebereich von 100 GeV bis etwa 50 TeV. Die Winkelauflösung des Systems hat sich aufgrund neuer Rekonstruktionsverfahren und systematischer Studien im Laufe der letzten Jahre deutlich verbessert. Zudem lassen sich bei genauer Kenntnis der Winkelauflösung und ihrer Abhängigkeiten mit Hilfe fortgeschrittener Analysemethoden neue und detaillierte Aussagen über die Eigenschaften der mit H.E.S.S. nachgewiesenen Gammastrahlungsquellen treffen. Insbesondere werden Vergleiche zu den Morphologien von Quellen in anderen Wellenlängenbereichen mit erhöhter Präzision möglich, was vertiefende Kenntnisse der zugrundeliegenden physikali-

schen Prozesse ermöglicht. Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Status der Untersuchungen.

T 91.8 Mi 18:30 ZHG 008

**Morphometric analysis in gamma-ray astronomy using Minkowski functionals** — ●MICHAEL A. KLATT<sup>1,2</sup>, DANIEL GÖRING<sup>2</sup>, CHRISTIAN STEGMANN<sup>3,4</sup>, and KLAUS MECKE<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Physik, Universität Erlangen — <sup>2</sup>ECAP, Universität Erlangen — <sup>3</sup>DESY — <sup>4</sup>Universität Potsdam

H.E.S.S., an array of four imaging atmospheric Cherenkov telescopes for gamma-rays above 100 GeV, observes an increasing number of large *extended* sources. A new technique based on the morphology of the sky map is developed to account for these additional structures compared to the common point source analysis based on Li and Ma.

Minkowski functionals are powerful measures from integral geometry, which comprise all additive scalar geometric information [1]. They can be used to quantify the structure of the count rate map, which is then compared to the expected structure of a pure Poisson background. Gamma-ray sources lead to significant deviations from the expected background structure.

The likelihood ratio method of Li and Ma is exclusively based on the number of excess counts and discards all further structure information of large extended sources. The morphometric data analysis incorporates this additional geometric information in an unbiased analysis, i.e. without the need of any prior knowledge about the source.

We have already successfully applied our method to data of the H.E.S.S. experiment. The morphometric data analysis presented here is especially efficient in the detection of faint extended sources.

[1] G. Schröder-Turk et al., J. of Microscopy, 238(1), 57-74 (2010)

T 91.9 Mi 18:45 ZHG 008

**Systematische Suche nach gammastrahlungsemitierenden Molekülwolken mit H.E.S.S.** — ●STEPHANIE HÄFFNER<sup>1</sup>, IRA JUNG<sup>1</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,3</sup> — <sup>1</sup>ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg — <sup>2</sup>DESY — <sup>3</sup>Universität Potsdam

Die Detektion von hochenergetischer Gammastrahlung von Supernova-Überresten (SNR) hat gezeigt, dass Teilchen in den Schockfronten der SNRs bis zu Energien oberhalb von 100 TeV beschleunigt werden. Jedoch ist noch immer nicht geklärt, ob neutraler Pion-Zerfall oder der Inverse Compton-Effekt den dominanten Beitrag zu der hochenergetischen Gammastrahlung von SNRs liefern. Molekülwolken in der Nähe von SNRs bieten hier eine gute Möglichkeit den hadronischen Anteil zu untersuchen, außerdem können Beschleunigungsmodelle und Eigenschaften der Propagation hochenergetischer kosmischer Strahlung durch das interstellare Medium überprüft werden.

Das H.E.S.S.-Experiment hat in Gammastrahlung leuchtende Molekülwolken identifiziert, die mit SNR assoziiert sind. H.E.S.S. ist ein bodengebundes Cherenkov-Teleskop-System der aktuellen Generation mit einer Energieschwelle von 100 GeV.

Eine systematische Suche in der galaktischen Ebene mit H.E.S.S. und CO-Daten, die Tracer für Molekülwolken sind, wird in diesem Vortrag vorgestellt. Ziel ist weitere gammastrahlungsemitierende Molekülwolken zu entdecken und Vorhersagen für zukünftige Cherenkov-Teleskop-Systeme zu treffen.

## T 92: Gammaastronomie 4

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 008

T 92.1 Do 16:45 ZHG 008

**VERITAS observations of very high energy emission from B2 1215+30** — ●HEIKE PROKOPH — DESY, Platanenallee 6, D-15738 Zeuthen

VERITAS is an array of four imaging atmospheric Cherenkov telescopes located in southern Arizona sensitive to gamma rays in the very high energy range (VHE;  $E > 100 \text{ GeV}$ ). The investigation of gamma-ray emission from blazars is one of the VERITAS collaboration's key science projects.

This contribution investigates the VHE emission from the low-frequency-peaked BL Lacertae object B2 1215+30. It was first reported as a VHE source by the MAGIC collaboration in early 2011 during a flare that lasted four nights. Based on VERITAS observations performed from December 2008 to June 2011 I will report on the detection and spectral analysis of B2 1215+30 as well as its long term variability.

T 92.2 Do 17:00 ZHG 008

**IC 310 - A head-tail radio galaxy?** — ●DORIT EISENACHER for the MAGIC-Collaboration — Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Lehrstuhl für Astronomie, 97074 Würzburg, Deutschland

IC 310 is a peculiar VHE gamma-ray source detected by Fermi-LAT in high energy and by MAGIC in the very high energy range with atypically hard spectrum. It was formerly considered to be an archetypical head-tail radio galaxy. Recently, radio interferometric observations with VLBA have shown that IC 310 is a radio galaxy with a blazar-type central engine. The 'tail' at kiloparsec scales shares the direction and possibly the motion of the inner parsec-scale radio jet (the 'head'), corresponding to a blazar-type jet. The source is a key object because it is either one out of four known radio galaxies detected at TeV-energies or the closest known blazar and the presently best candidate for a hadronic accelerator among all extragalactic jets. The talk

reports about the new results from MAGIC as well as from the VLBA observation and the interpretation of these.

T 92.3 Do 17:15 ZHG 008

**VERITAS follow-up observations of GRBs detected by Fermi and Swift** — ●CHRISTIAN SKOLE — DESY, Platanenallee 6, 15738 Zeuthen

The VERITAS experiment is a ground based Cherenkov telescope array located in southern Arizona, USA. Its purpose is the measurement of very high energetic gamma-rays with a maximum sensitivity ranging from 100 GeV to 10 TeV.

As many theoretical models predict, gamma-ray bursts (GRBs) and their afterglows should be able to emit photons in this energy range. To gain better understanding of the processes that lead to those short intensive outbursts an important point of the VERITAS observing plan is the rapid follow-ups of GRBs detected by satellite experiments like Fermi and Swift.

In this study we will present the upper limits of several GRBs measured with VERITAS during the past observing seasons.

T 92.4 Do 17:30 ZHG 008

**Search for Very-High-Energy Gamma-Ray Emission from GRB100621A with H.E.S.S.** — ●DIRK LENNARZ, PAULA CHADWICK, WILFRIED DOMAINKO, GAVIN ROWELL, THOMAS TAM, YVES GALLANT, DIETER HORNS, GERD PÜHLHOFER, CHRISTIAN STEGMANN, and STEFAN WAGNER for the H.E.S.S.-Collaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, P.O. Box 103980, D 69029 Heidelberg, Germany

The origin of gamma-ray bursts (GRBs) and their internal acceleration mechanisms are among the most enigmatic questions in contemporary astrophysics. GRBs are predicted to emit very-high-energy (VHE, > 100 GeV)  $\gamma$ -rays due to ultra-relativistic shock acceleration and the detection of such radiation would give important insights into the acceleration and radiation processes at work. The H.E.S.S. imaging Cherenkov telescope array, detecting VHE radiation, has observed the long GRB 100621A, the brightest X-ray source ever detected by the *Swift* satellite in the keV range. Due to its relatively small redshift of  $\sim 0.5$ , the favourable position in the southern sky and the relatively short follow-up time this GRB is within reach of the H.E.S.S. instrument. The analysis of the H.E.S.S. data is presented in this contribution.

T 92.5 Do 17:45 ZHG 008

**Discovery of VHE gamma-ray emission from the direction of the globular cluster Terzan 5** — ●WILFRIED DOMAINKO<sup>1</sup>, ANDRE-CLAUDE CLAPSON<sup>2</sup>, FRANCOIS BRUN<sup>1</sup>, PETER EGER<sup>3</sup>, MAREK JAMROZY<sup>4</sup>, and MICHAL DYRDA<sup>5</sup> for the H.E.S.S.-Collaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut fuer Kernphysik, P.O. Box 103980, D 69029 Heidelberg, Germany — <sup>2</sup>EIPOD fellow, Cell Biology and Biophysics & Developmental Biology Units, EMBL Heidelberg, Meyerhofstrasse 1, 69117 Heidelberg — <sup>3</sup>Universitaet Erlangen-Nuernberg, Physikalisches Institut, Erwin-Rommel-Str. 1, D 91058 Erlangen, Germany — <sup>4</sup>Obserwatorium Astronomiczne, Uniwersytet Jagiellonski, ul. Orla 171, 30-244 Krakow, Poland — <sup>5</sup>Institut Fizyki Jadrowej PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Krakow, Poland

Globular clusters are old stellar systems which exhibit very-high stellar densities in their cores. The globular cluster Terzan 5 is characterized by a high stellar encounter rate and hosts the largest detected population of millisecond pulsars. It also features bright GeV gamma-ray emission and extended X-ray radiation. However, no globular clusters have been detected in very-high-energy gamma rays (VHE,  $E > 100$  GeV) so far. In order to investigate this possibility Terzan 5 has been observed with the H.E.S.S. telescope array in this energy band. The discovery of a source of VHE gamma rays from the direction of this globular cluster will be reported. The results of the VHE analysis and a multi-wavelength view of Terzan 5 will be presented in this contribution. No counterpart or model can fully explain the observed morphology of the detected VHE gamma-ray source.

T 92.6 Do 18:00 ZHG 008

**Investigation of the energy spectrum of blazars based on the measured data from Markarian 501** — ●MICHAELA VOTH and JULIA K. BECKER — Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Physik & Astronomie, Theoretische Physik IV, Germany

The BL Lacertae object Markarian 501 is a very high energy blazar. The measured spectral energy distribution (SED) shows the charac-

teristic double-peaked profile. The peak at lower energies attributes to synchrotron radiation from relativistic electrons and positrons within the blazar jets. There are two different theories favored as candidates for the interpretation of the high energy peak: the leptonic and the hadronic model. In the leptonic model the high energy emission can be explained with the Inverse Compton effect. In the hadronic model the second peak is interpreted as a result of neutral pion decay into gammas, originating from the interact ion of protons with the photon field. In the context of those different models the energy spectrum will be discussed. To analyse the characteristics of the SED it is necessary to solve the kinetic equation for the electron population inside the radiation source. In order to examine the maximum energy of the energy spectrum, the gamma-gamma opacity is investigated. It depends on the energy and follows from the electron number density and the cross section. Finally, the analysis is expected to extract the energy value at which the high energy source becomes optically thick for gamma-gamma interactions. This result can be compared to the measurement data.

T 92.7 Do 18:15 ZHG 008

**MAGIC stereoscopic observations of Markarian 421 during high source activity in January 2010** — ●BURKHARD STEINKE<sup>1</sup>, ANDREA BOLLER<sup>2</sup>, and DAVID PANEQUE<sup>1</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>MPI für Physik, München — <sup>2</sup>ETH Zürich, Schweiz

The Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes MAGIC are performing ground-based gamma-ray astronomy in the very high energy regime. The system consists of two 17m-diameter telescopes, located at the Canary Island of La Palma. Both telescopes work together in stereoscopic mode since end of 2009. MAGIC is covering an energy range from <100 GeV to >10 TeV and has a typical energy resolution of 15-25%.

Among the targets of MAGIC observations are blazars, a subclass of Active Galactic Nuclei (AGN). For this class a high luminosity relativistic jet, originating in the center of the host galaxy, is pointing towards the Earth. The closest known and one of the best studied representatives of the blazar subclass is Markarian (Mrk) 421. In this talk, the first MAGIC stereoscopic observations of Mrk 421 during high source activity are presented. Implications on emission processes potentially responsible for the observed flux variations are also discussed.

T 92.8 Do 18:30 ZHG 008

**Observations of W51 with the MAGIC Telescopes** — ●JULIAN KRAUSE<sup>1</sup>, IGNASI REICHARDT<sup>2</sup>, and EMILIANO CARMONA<sup>3</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, D-80805 München, Germany — <sup>2</sup>IFAE, Edifici Cn., Campus UAB, E-08193 Bellaterra, Spain — <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Energeticas, Medioambientales y Tecnologicas (CIEMAT), Madrid, Spain

W51 located at the Sagittarius arm of the milky way at a distance of 5.5 kpc is a well-known star-forming region hosting both a supernova remnant molecular cloud association and a possible pulsar wind nebula. High energy gamma-ray emission was reported from Fermi/LAT as well as very high energy gamma-ray emission was detected by the H.E.S.S. collaboration. Previous measurements could not reveal the spatial origin of the extended emission. The spectrum obtained by Fermi/LAT however suggests a hadronic origin of the emission. The VHE observations presented here, obtained with MAGIC stereo system, allow us to pinpoint the VHE gamma-ray emission to the interaction region between the remnant and the molecular cloud. The MAGIC data also allow us to measure, for the first time, the VHE emission spectrum of W51 from the highest Fermi/LAT energies up to several TeV.

T 92.9 Do 18:45 ZHG 008

**Probing The Dark Matter Halo With the Future CTA Observatory** — ●EMRAH BIRGIN<sup>1,3</sup>, CONSTANZE JAHN<sup>2</sup>, ULLRICH SCHWANKE<sup>1</sup>, and GERRIT SPENGLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstrasse 15, D-12489 Berlin, Germany — <sup>2</sup>Physikalisches Institut der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg Erwin-Rommel-Str. 1, Büro 312 D-91058 Erlangen — <sup>3</sup>for the CTA consortium.

Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) are well motivated candidates for Dark Matter (DM) which was produced thermally in the Big Bang. For WIMPs with masses of more than 100 GeV photons from DM annihilation could be observable with Cherenkov telescopes. The currently most constraining limits were derived from observations with the H.E.S.S. array of Cherenkov telescopes when targeting the Milky Way halo in the vicinity of the Galactic Center region. These observations exclude values of the velocity averaged annihilation cross

section bigger than few  $10^{-25} \text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ , a value one order of magnitude larger than the annihilation cross-sections expected in extensions to the Standard Model of particle physics. The improved sensitivity of the next-generation gamma-ray observatory Cherenkov Telescope

Array (CTA) will allow to further probe the WIMP parameter space. The contribution presents estimates of the sensitivity of a DM search in the galactic halo with CTA.

## T 93: Gammaastronomie 5

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: ZHG 008

T 93.1 Fr 8:30 ZHG 008

**PATRICIA, a powerful Cherenkov telescope camera concept based on Geigermode-APD light sensors** — ECKART LORENZ<sup>1</sup> and ROBERT WAGNER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>MPI für Physik, 80805 München — <sup>2</sup>Excellence Cluster "Universe", 85748 Garching b. München

We present a concept for a new powerful camera for the 23-m diameter large-size Cherenkov telescopes for the CTA observatory. It is equally suited for any other imaging Cherenkov telescope. PATRICIA (Powerful Atmospheric Telescope Camera for Recording Cherenkov Light with g-APDs) is based on Geigermode avalanche photodiodes (G-APD) as light sensors. The camera is split in a sensor plane and both the readout and trigger electronics of the telescope array located in a central container. Analog signals will be transmitted by optical fibers to a readout container. The thin pizzabox-like camera with a 4.5-degree field of view and 0.1-degree pixels will weigh less than a ton and has a considerably lower wind resistance compared to a conventional PMT camera. The camera requires below 1 kW power and simple cooling by Peltier elements is possible. The key light sensor element will be a multi-element G-APD structure of hexagonal shape and 5 sqcm active area, replacing nearly 1:1 the current PMT design. The sensitivity will be at least 1.5 times superior compared to currently proposed PMTs. Importantly, the camera can work at full moonshine, allowing a gain of at least 30-40% in observation time. About 1-2 years of development time is needed.

T 93.2 Fr 8:45 ZHG 008

**Mirror Adjustment for FACT** — ANN-KRISTIN OVERKEMPING — TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

The First G-APD Cherenkov Telescope (FACT) on the Canary Island La Palma is the first Cherenkov telescope that uses semiconductor photosensors, known as Geiger-mode Avalanche Photo-Diodes (G-APD), instead of photo-multiplier tubes in the camera. In FACT the refurbished mirrors of the former HEGRA CT1 telescope are installed. In this talk I will present the adjustment and alignment of the individual mirror segments. The technique to estimate the alignment precision using CCD images and further improvement ideas will be introduced.

T 93.3 Fr 9:00 ZHG 008

**Monitoring blazars with FACT** — KARL MANNHEIM — Lehrstuhl für Astronomie, Universität Würzburg, Campus Hubland Nord, Emil -Fischer-Str. 31, 97074 Würzburg

The FACT collaboration operates an imaging air-Cherenkov telescope on La Palma optimized for monitoring bright blazars. Recently, the collaboration reported a technological breakthrough. For the first time, avalanche photo diodes operated in Geiger mode have been employed in the camera. The low power consumption, high quantum efficiency, and high reliability of the novel semi-conductor based camera is the key to robotic operation needed for monitoring. Moreover, linearity permits observations even during moon light. Analysis of gamma-ray lightcurves of blazars holds the key to understand particle acceleration and its relation to the central engine.

T 93.4 Fr 9:15 ZHG 008

**Data-Mining Tools und Monte-Carlo Simulationen für die Datenanalyse von Cherenkov-Teleskopen** — ADAM HADAMEK und MARLENE DOERT — TU Dortmund

Die erdgebundene Gamma-Astronomie bedient sich der Atmosphäre als Detektormedium für die Erzeugung von Luftschauern. Die Messung der dabei entstehenden Cherenkov-Strahlung erlaubt jedoch keine direkte Aussage über das den Schauer verursachende Primärteilchen und dessen Energie. Monte-Carlo Simulationen von Luftschauern werden für eine indirekte Bestimmung dieser Eigenschaften verwendet. Neben einem großen Satz an Standard-Monte-Carlos werden für einige Beobachtungen spezielle Simulationen benötigt, die an besondere Beobachtungsbedingungen wie z.B. die Menge an Hintergrundlicht

angepasst sind.

An der TU Dortmund wird nicht nur der größte Anteil der MAGIC Monte-Carlo Simulationen erstellt. In Verbindung mit den Fakultäten für Statistik und Informatik werden Methoden zur Datenanalyse entwickelt und ihre Anwendbarkeit in der Astroteilchenphysik überprüft. Insbesondere ist hierbei das flexibel einsetzbare Data-Mining Tool RapidMiner zu erwähnen, das an der TU Dortmund entwickelt wurde.

In diesem Vortrag werden die automatische Produktion standardisierter und spezieller Monte-Carlo Simulationen sowie die Einsatzmöglichkeiten des Data-Mining Tools RapidMiner für das MAGIC-Teleskop vorgestellt.

T 93.5 Fr 9:30 ZHG 008

**Gamma-Hadron - Separation mit RapidMiner für FACT** — JULIA THAELE — TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

Im Oktober 2011 wurde FACT (First G-APD Cherenkov Telescope) auf der kanarischen Insel La Palma in Betrieb genommen. Es ist das erste abbildende Luft-Cherenkov Teleskop, das G-APDs anstatt Photomultipliern verwendet. Um die gewollten Gamma-Schauer von hadronischen Schauern zu trennen, wird eine Gamma-Hadron-Separation angewandt. Eine Möglichkeit zur Separation bietet das Daming Programm RapidMiner. Dabei wird ein Random Forest angelegt, der mit Bildparametern von Schauerereignissen trainiert wird. In diesem Vortrag werden die ersten Ergebnisse der Gamma-Hadron-Separationsanalyse vorgestellt.

T 93.6 Fr 9:45 ZHG 008

**Die H.E.S.S. Real Time Pipeline** — CHRISTIAN SCHNEIDER<sup>1</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,3</sup> für die H.E.S.S.-Kollaboration — <sup>1</sup>ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg — <sup>2</sup>DESY — <sup>3</sup>Universität Potsdam

H.E.S.S. ist ein stereoskopisches Cherenkov-Teleskopsystem für hochenergetische Gammastrahlungsastronomie oberhalb von 100 GeV, das sich im Khomas Hochland in Namibia befindet. Jedes Teleskop hat eine Spiegelfläche von etwa 107 m<sup>2</sup> und ein Gesichtsfeld von 5°. Die Datennahme erfolgt mit einer Rate von etwa 250 Hertz. Die Daten werden während der Datennahme in Echtzeit von einer Real Time Pipeline verarbeitet. Die Real Time Pipeline besteht aus einer vereinfachten Kalibration und einer robusten Analyse. Sie ermöglicht eine schnelle Überwachung der Datenqualität während der Datennahme und eine direkte Suche im besonderen nach transienten Quellen. Im Vortrag wird das Design der Real Time Pipeline vorgestellt und die Eigenschaften der Real Time Pipeline diskutiert.

T 93.7 Fr 10:00 ZHG 008

**Ein Photon-Rekonstruktionsalgorithmus für stereoskopische Teleskop-Ereignisse für H.E.S.S. II** — ARNIM BALZER<sup>1,2</sup> und CHRISTIAN STEGMANN<sup>2,1</sup> für die H.E.S.S.-Kollaboration — <sup>1</sup>Universität Potsdam — <sup>2</sup>DESY

H.E.S.S. ist ein stereoskopisches Cherenkov-Teleskopsystem zum Nachweis von hochenergetischer Gammastrahlung im Khomas-Hochland in Namibia. Die vier Teleskope der ersten Ausbaustufe mit einer Spiegelfläche von jeweils 107 m<sup>2</sup> und einem Gesichtsfeld von 5° erlauben Beobachtungen in einem Energiebereich von 100 GeV bis 100 TeV. Mit der Fertigstellung des fünften Teleskops, das eine Spiegelfläche von 600 m<sup>2</sup> und ein Gesichtsfeld von 3.5° besitzt, wird die Energieschwelle des Teleskopsystems auf 30 GeV verringert und zugleich die Sensitivität verbessert. Um ein möglichst hohes Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu erzielen, werden die Bilder der pixelierten Cherenkov-Kameras mit einem semianalytischen Modell der Luftschauerentwicklung unter Zuhilfenahme einer Loglikelihood-Maximierung verglichen. In diesem Vortrag wird die Funktionsweise des Photonrekonstruktionsalgorithmus, am Beispiel Monte-Carlo-simulierter Ereignisse, vorgestellt.

T 93.8 Fr 10:15 ZHG 008

**Event correlation methods for gamma-ray sky maps** — RAMIN MARX and HENNING GAST for the H.E.S.S.-Collaboration — Max-

Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany

In order to find populations of weak, individually not detectable, sources of very-high-energy gamma-rays in the data obtained with imaging atmospheric Cherenkov telescopes, event correlation methods

are studied and compared to the conventional ring background method by means of Monte Carlo simulations. The technique will be applied to data taken in the context of the Galactic Plane Survey of the H.E.S.S. array.

## T 94: Neutrinoastronomie 1

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: ZHG 007

T 94.1 Mo 16:45 ZHG 007

**Untergrundstudien zum direkten Nachweis von supersymmetrischen Teilchen in IceCube** — ●DENNIS SOLDIN für die IceCube-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42097 Wuppertal

Supersymmetrie (SUSY) gilt heute als eine der favorisierten Erweiterungen des Standardmodells der Teilchenphysik (SM). In Modellen, die die sogenannte R-Parität erhalten, ist der leichteste Superpartner (LSP) stabil und bildet so einen Kandidaten für Dunkle Materie. Wird die Symmetrie bei sehr hohen Energien gebrochen ( $\geq 10^{10}$  GeV) ist das LSP typischerweise ein Neutralino, wohingegen bei kleineren Brechungsskalen das Gravitino einen Kandidaten für das LSP liefert und das nächst-leichteste Teilchen (NLSP) oft ein geladenes sLepton, meistens ein rechtshändiges sTau ist. Liegt die Brechungsskala weit höher als  $\approx 1$  TeV, so ist der sTau-Zerfall stark unterdrückt und dessen Lebensdauer kann sehr groß werden. Trotz des kleinen Wirkungsquerschnitts der sTau-Produktion machen diese Eigenschaften das sTau als NLSP zu einem guten Kandidaten, um in  $\text{km}^3$ -Cherenkov-Neutrino-teleskopen detektiert zu werden. Hochenergetische kosmische Teilchen können in Wechselwirkungen mit Nukleonen paarweise SUSY-Teilchen erzeugen, welche in das NLSP zerfallen und so parallele, myon-ähnliche Spuren im IceCube-Detektor hinterlassen.

Vorgestellt werden Methoden zur Rekonstruktion und Studien zum Einfluss von Hintergrundereignissen zum direkten Nachweis von SUSY-Teilchen in IceCube.

T 94.2 Mo 17:00 ZHG 007

**Verbesserung der Supernova-Detektion mit dem IceCube-Neutrino-teleskop** — ●VOLKER BAUM für die IceCube-Kollaboration — Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Eines der interessanten Ziele des Ende 2010 fertig gestellten IceCube-Neutrino-teleskops ist die Detektion und Vermessung einer Supernova über den Nachweis der emittierten Neutrinos. Innerhalb des antarktischen Eises deponieren die Neutrinos nachweisbares Tscherenkow-Licht, welches zu einer kollektiven Erhöhung der Dunkelrauschrage führt. Die Verteilungen sowohl der Dunkelrauschrage als auch der Signifikanz weisen im Vergleich zum erwarteten Poissonschen Verhalten deutliche Abweichungen auf. Diese Abweichungen werden sowohl von korrelierten Rauschpulsen innerhalb eines Photoelektronenvervielfachers als auch von – durch atmosphärische Myonen induzierten – Korrelationen zwischen verschiedenen Photoelektronenvervielfachern verursacht. Zur Verbesserung der Supernova-Detektion mit dem IceCube-Neutrino-teleskop wurden Methoden entwickelt, die eine Reduktion der Einflüsse beider Ursachen erzielen.

T 94.3 Mo 17:15 ZHG 007

**Detektion von Kernkollaps Supernovae mit IceCube** — ●BENJAMIN EBERHARDT für die IceCube-Kollaboration — Johannes Gutenberg Universität Mainz

Das Icecube-Neutrino-teleskop wurde 2010 fertig gestellt und detektiert MeV-Neutrinos durch Nachweis einer kollektiven Ratenerhöhung der Dunkelrauschrage der Photomultiplier. Dies bietet die Möglichkeit zur Detektion von Supernovae in einer Entfernung von bis zu 60kpc. Mit den von IceCube gesammelten Daten lassen sich sowohl astrophysikalische Phänomene, als auch Eigenschaften der Neutrinos selbst untersuchen. U.a. werden Methoden zur Triggerung, Datenqualitätsüberwachung und schnellen Analyse vorgestellt.

T 94.4 Mo 17:30 ZHG 007

**Nachweis extragalaktischer Supernovae mit einem Neutrino-detektor am Südpol** — ●MARKUS VOGEL, NORA-LINN STROTJOHANN, SEBASTIAN BÖSER und MAREK KOWALSKI für die IceCube-Kollaboration — Universität Bonn, Physikalisches Institut, Nufkallee 12, 53115 Bonn

Bei Kern-Kollaps-Supernovae (SNe) von massereichen Sternen wer-

den 99% der freiwerdenden Energie in Form von MeV-Neutrinos abgestrahlt. Die Detektion von Supernova-Neutrinos liefert wichtige Hinweise auf die physikalischen Prozesse während einer Supernova. Bisher konnten lediglich  $\sim 20$  Neutrinos von SN1987A, einer Supernova in der Großen Magellanschen Wolke, nachgewiesen werden. Heutige Neutrino-Detektoren mit effektiven Massen von einigen zehn Kilotonnen könnten eine Supernova in direkter Umgebung unserer Galaxis mit guter Statistik nachweisen. Bei einer Supernova-Rate von etwa 2 pro Jahrhundert für die Galaxis besteht jedoch die Möglichkeit, dass während der gesamten Detektorlaufzeit keine Supernova beobachtet werden kann. Für eine routinemäßige Detektion von Supernova-Neutrinos werden effektive Detektormassen von mehreren Megatonnen benötigt, um auch die nächsten benachbarten Galaxien mit einzubeziehen. Aufgrund der guten optischen Transparenz bietet das Eis des Südpols ein geeignetes Trägermedium für einen solchen Detektor. In diesem Vortrag werden Konzeptstudien für eine Erweiterung des IceCube-Detektors vorgestellt. Der geplante Detektor könnte bei einer Target-masse von 9 Mton in etwa 1-2 SNe pro Jahr mithilfe von Neutrinos nachweisen.

T 94.5 Mo 17:45 ZHG 007

**Suche nach Dunkler Materie mit dem ANTARES-Neutrino-teleskop** — ●ANDREAS GLEIXNER für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Das ANTARES-Neutrino-teleskop befindet sich in etwa 2500 Meter Tiefe im Mittelmeer. Neutrinos werden indirekt über das Cherenkov-Licht beobachtet, welches von den in Neutrino-Nukleon-Wechselwirkungen erzeugten geladenen Teilchen emittiert und mit Photomultipliern registriert wird. Dabei ist die sogenannte "charged current" Wechselwirkung von Myon-Neutrinos von zentralem Interesse, da aus Zeit, Ort und Amplitude der an den Photomultipliern eintreffenden Signale die Bahn des erzeugten Myons und damit die Ursprungsrichtung des Neutrinos rekonstruiert werden kann. Eine wesentliche Zielsetzung des ANTARES-Experiments ist die indirekte Suche nach Dunkler Materie. Ein Ansatz dazu ist die Suche nach Neutrinos aus Anihilationsreaktionen von WIMPs, die in bestimmten Erweiterungen des Standard-Modells vorhergesagt werden und als guter Kandidat zur Erklärung der Dunklen Materie gelten. Aufgrund ihrer Wechselwerkeigenschaften wird eine erhöhte WIMP-Dichte in einem Gravitationspotential, z.B. dem der Erde, erwartet. Im Vortrag werden spezialisierte Rekonstruktionsmethoden für Neutrinos aus solchen Zerfällen vorgestellt, die berücksichtigen, dass einerseits die Neutrinoenergie an der Nachweisschelle des Detektors liegt, andererseits die Ursprungsrichtung nur einen festen Winkelbereich umfasst.

Gefördert durch das BMBF (05A11WEA).

T 94.6 Mo 18:00 ZHG 007

**Suche nach Neutrinos als indirektes Signal dunkler Materie in unserer Galaxie mit IceCube** — ●JAN BLUMENTHAL, MARTIN BISSOK, DAVID BOERSMA und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Astronomische und kosmologische Messungen deuten darauf hin, dass ein signifikanter Teil der Energiedichte des Universums in einer Materieform vorliegt, die nicht baryonisch ist. In vielen populären Modellen wird davon ausgegangen, dass diese "dunkle Materie" nicht relativistisch ist und nur schwach und gravitativ wechselwirkt. Mögliche Kandidaten für diese Teilchen werden daher WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) genannt. WIMPs können durch Zerfall oder Selbst-annihilation Teilchen des Standardmodells produzieren. Nach Neutrinos, die in diesen Prozessen entstehen, wird mit IceCube gesucht. Für unsere Galaxis erwartet man eine etwa radial-symmetrische Dichteverteilung, die zum galaktischen Zentrum hin anwächst. Die hier präsentierte Analyse fokussiert sich auf die Suche nach einem Signal aus

Richtung des galaktischen Zentrums, da hier das erwartete Signal am größten ist. Da sich das galaktische Zentrum in der südlichen Hemisphäre oberhalb des Horizonts von IceCube befindet, ist es eine große Herausforderung, den Untergrund aus atmosphärischen Myonen zu reduzieren. In diesem Vortrag wird die Unterdrückung dieses Untergrundes für die IceCube-Daten der 79-String-Konfiguration präsentiert und die Sensitivität auf ein mögliches Signal bestimmt.

T 94.7 Mo 18:15 ZHG 007

**Suche nach relativistischen magnetischen Monopolen mit dem IceCube Neutrinoobservatorium** — ●JONAS POSSELT für die IceCube-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42097 Wuppertal

Die Existenz magnetischer Monopole ist eine der großen offenen Fragen der Physik. Viele Modelle der großen vereinheitlichten Theorie (GUT) sagen Monopole mit einer Masse  $< 10^{14}$  GeV voraus, die von galaktischen- und extragalaktischen Magnetfeldern auf relativistische Geschwindigkeiten beschleunigt werden können. In Analogie zu elektrisch geladenen Teilchen erzeugen solche Monopole oberhalb einer Grenzgeschwindigkeit Cherenkov-Licht. Die Lichtmenge ist dabei einige tausend mal größer als bei einem Myon mit der gleichen Geschwindigkeit. Von sekundären Teilchen emittiertes Cherenkov-Licht trägt nahe der Grenzgeschwindigkeit signifikant zur Gesamtlichtmenge bei und erweitert den beobachtbaren Parameterraum zu kleineren Geschwindigkeiten hin. Das in der Eisdecke am geographischen Südpol installierte IceCube Neutrinoobservatorium erlaubt die Rekonstruktion der Spuren geladener Teilchen durch die Messung des Cherenkov-Lichts mit Photomultipliern.

Mit den Daten des teilweise fertiggestellten Detektors aus dem Jahr 2007 wurden die bisher besten Fluss-Grenzwerte für Monopolgeschwindigkeiten  $0,8 \leq \beta \leq 0,995$  ermittelt. Die präsentierten Ergebnisse, basierend auf den Daten des Jahres 2008, verbessern diese Grenzwerte nochmals.

T 94.8 Mo 18:30 ZHG 007

**Suche nach relativistischen magnetischen Monopolen unterhalb der Cherenkov-Schwelle mit dem IceCube Detektor** — ●ANNA OBERTACKE für die IceCube-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42097 Wuppertal

Magnetische Monopole werden von verschiedenen Theorien vorausgesagt, die über das Standardmodell der Teilchenphysik hinausgehen und

die elektromagnetische, schwache und starke Kraft vereinen. Die Monopole wurden gemäß dieser Theorien bei hohen Energien nach dem Urknall erzeugt und existieren heute noch als stabile Teilchen.

Relativistische Monopole mit einer Geschwindigkeit oberhalb der Schwelle von  $0.76c$  emittieren Cherenkov-Licht, für welches der IceCube Detektor in der Antarktis sensitiv ist. Monopole unterhalb von  $0.76c$  erzeugen im Eis durch Ionisation relativistische Elektronen, die wiederum Cherenkov-Licht emittieren. Die ausgestrahlte Lichtmenge liegt ab einer Geschwindigkeit von  $\sim 0.6c$  über der Photonenanzahl von lichtschnellen Myonen im antarktischen Eis.

Die bisherige Suche nach relativistischen Monopolen oberhalb der Cherenkov-Schwelle von  $0.76c$  mit dem IceCube Detektor wird nun um magnetische Monopole ab  $\sim 0.6c$  erweitert.

Es werden Simulationsstudien zur Lichtemission von relativistischen magnetischen Monopolen unterhalb der Cherenkov-Schwelle in IceCube vorgestellt.

T 94.9 Mo 18:45 ZHG 007

**Suche nach sub-relativistischen magnetischen Monopolen mit dem IceCube-Neutrino-Observatorium** — ●SEBASTIAN SCHOENEN<sup>1</sup>, MOHAMED LOTFI BENABDERRAHMANE<sup>2</sup>, THORSTEN GLÜSENKAMP<sup>2</sup>, EMANUEL JACOBI<sup>2</sup>, CHRISTIAN SPIERING<sup>2</sup> und CHRISTOPHER WIEBUSCH<sup>1</sup> für die IceCube-Kollaboration — <sup>1</sup>III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen — <sup>2</sup>DESY Standort Zeuthen, Platanenallee 6, D-15738 Zeuthen

Das IceCube-Neutrino-Observatorium ist ein im antarktischen Eis integrierter  $1 \text{ km}^3$  großer Cherenkov Detektor, der aus 5160 Photoelektronenvervielfachern besteht. Obwohl das primäre Ziel der Nachweis hochenergetischer Neutrinos ist, kann mit diesem Instrument auch nach Signaturen exotischer Physik gesucht werden. Ein Beispiel sind schwere Teilchen, die den Detektor mit nicht-relativistischer Geschwindigkeit durchqueren. Mehrere Theorien sagen kosmische, superschwere magnetische GUT (Grand-Unified-Theory) Monopole als Überbleibsel der Ära kurz nach dem Urknall vorher, deren Geschwindigkeit auf Grund ihrer großen Masse im sub-relativistischen Bereich liegt. Für den Nachweis solcher Teilchen kann der Rubakov-Callan Effekt genutzt werden, der eine Katalyse von Proton Zerfällen entlang der Spur des Monopols durch Materie vorhersagt. Ein neuartiger Trigger, der sensitiv auf das Cherenkovlicht aus diesen sukzessiven Protonzerfällen ist, wurde in die Datennahme von IceCube integriert und nimmt seit Frühjahr 2011 Daten. Der Vortrag beschreibt die Analyse der durch diesen Trigger aufgenommenen Daten und erste Ergebnisse.

## T 95: Neutrinoastronomie 2

Zeit: Dienstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 007

T 95.1 Di 16:45 ZHG 007

**Oszillationsanalyse atmosphärischer Neutrinos mit IceCube/DeepCore** — ●MARKUS VEHRING, SEBASTIAN EULER, MARTIN LEUERMANN und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

DeepCore ist eine Niederenergieerweiterung des Neutrinoobservatoriums IceCube und senkt die Nachweischwelle für Myonneutrinos auf etwa  $10 \text{ GeV}$ . Pro Jahr werden etwa 150000 atmosphärische Myonneutrinos aufgezeichnet. Diese hohe Statistik erlaubt Oszillationsuntersuchungen durch die Messung eines Defizits von Myonneutrinos. Oszillationen führen zu einer charakteristischen Energie- und Winkelabhängigkeit in der Rate atmosphärischer Neutrinos. Eine Herausforderung dieser Analyse bei niedrigen Energien ist die Unterdrückung des experimentellen Untergrundes bei der Selektion eines möglichst reinen Neutrino Datensatzes mit geringen systematischen Unsicherheiten.

Der Vortrag beschreibt die Analyse der Daten des IceCube-Experimentes in der 79-String-Konfiguration und die Sensitivität zur Bestimmung des Mischungswinkels  $\theta_{23}$  und der Massendifferenz  $\Delta m_{23}^2$ .

T 95.2 Di 17:00 ZHG 007

**Search for evidence of sterile neutrinos with the IceCube Neutrino Observatory** — ●MARIUS WALLRAFF, ANNE SCHUKRAFT, and CHRISTOPHER WIEBUSCH for the IceCube-Collaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

The IceCube Neutrino Observatory is a  $1 \text{ km}^3$  Cherenkov detector located at the geographic South Pole. It records atmospheric muon neu-

trinos with unprecedented statistics of several ten thousand events per year on analysis level. If sterile neutrinos exist with mass differences in the order of a few eV, the disappearance of muon neutrinos in the energy range of a few TeV due to matter effects may occur. The survival probability depends on the energy and the path of the neutrino through the Earth and thus its zenith angle. The excellent statistics in the relevant range of energies and baselines makes IceCube an ideal tool for testing models of one or more sterile neutrinos. This talk will give an overview of different models and show how IceCube in its 59-string configuration can be sensitive to oscillation effects due to sterile neutrinos.

T 95.3 Di 17:15 ZHG 007

**Suche nach hochenergetischen Neutrinos aus Richtung des galaktischen Zentrums mit IceCube** — ●LARS SCHÖNHERR, MARTIN BISSOK, DAVID BOERSMA und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Der IceCube-Neutrinoobservatorium befindet sich am geographischen Südpol und wurde zur Suche nach extraterrestrischen Neutrinos mit Energien oberhalb  $1 \text{ TeV}$  gebaut. Das schwarze Loch im galaktischen Zentrum ist eine mögliche Neutrinoquelle und befindet sich für IceCube etwa  $29^\circ$  über dem Horizont. Während Neutrinos aus Richtung der nördlichen Hemisphäre die Erde passieren müssen und die daraus entstehenden aufwärtslaufenden Myonen keinen Untergrund aus atmosphärischen Myonen haben, besteht die Herausforderung für die Analyse von Neutrinos aus der südlichen Hemisphäre in einem großen Untergrund an Myonereignissen aus atmosphärischen Luftschauern. Für die

im Jahr 2010 mit IceCube in der 79-String-Konfiguration genommenen Daten wurde ein spezieller Online-Filter entwickelt. Die so vorselektierten Daten sind Grundlage dieser Analyse. Der Vortrag beschreibt die Suche nach hochenergetischen Neutrinos aus Richtung des galaktischen Zentrums mit dem Schwerpunkt der Reduzierung des atmosphärischen Untergrunds.

T 95.4 Di 17:30 ZHG 007

**Multipolanalyse der mit IceCube gemessenen Neutrinoorientierungen** — ●MAXIMILIAN SCHEEL, CHRISTINE PETERS, LEIF RÄDEL, SEBASTIAN SCHOENEN, ANNE SCHUKRAFT, MARIUS WALLRAFF und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Mit dem IceCube-Neutrinoobservatorium in der 59-String-Konfiguration wurde zwischen Mai 2009 und Mai 2010 ein Datensatz mit etwa 25000 aufwärts laufenden Myonneutrinos selektiert. Der Datensatz wurde für die Suche nach diffusen extraterrestrischen Flüssen entwickelt und besteht hauptsächlich aus atmosphärischen Neutrinos. Er zeichnet sich durch einen geringen Untergrundanteil von unter 0,5% und gut verstandene Detektorsystematik aus. In einer Multipolanalyse werden die Ankunftsrichtungen gemessener Neutrinos nach Kugelflächenfunktionen entwickelt und auf Winkelkorrelationen bei unterschiedlichen Skalen untersucht. Die Signatur einer extraterrestrischen Neutrino-Komponente ist eine Abweichung vom charakteristischen Multipolspektrum atmosphärischer Neutrinos. Beispiele für anisotrope Komponenten sind Neutrinos aus der Galaktischen Ebene und Neutrinos aus der Selbstannihilation oder dem Zerfall Dunkler Materie im Galaktischen Halo. Auch Neutrinos aus isotrop verteilten Quellen können zu charakteristischen Abweichungen führen. Der Vortrag erklärt das Analyseverfahren und präsentiert den aktuellen Stand der Analyse.

T 95.5 Di 17:45 ZHG 007

**Kosmogene Neutrinos in KM3NeT\*** — ●DOMINIK STRANSKY für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Erlangen

Kosmogene Neutrinos werden erzeugt, wenn ultrahochenergetische kosmische Strahlung (UHECR) mit der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung reagiert. Der entsprechende Neutrinofluss hängt von der Entfernung der Quellen der UHECR ab sowie von weiteren, derzeit unbekannt Parametern, wie zum Beispiel ihrer chemischen Zusammensetzung. Abschätzungen des kosmogenen Neutrinoflusses, gestützt durch Beobachtungen der UHECR, lassen ein detektierbares Signal in einem Hochenergie-Neutrinoobservatorium wie KM3NeT erwarten. Insbesondere ergeben sich die günstigsten Vorhersagen in Modellen, welche annehmen, dass die UHECR allein aus Protonen besteht. Die möglichen Ereignisraten in KM3NeT, erzeugt durch kosmogene Neutrinos, sowie gegenwärtige Ergebnisse von Simulationen zu Ereignissen ultrahochenergetischer Neutrinos werden in diesem Vortrag vorgestellt.

\*Gefördert durch die EU, FP7 grant agreement no. 212525.

T 95.6 Di 18:00 ZHG 007

**Energylosses in PROPOSAL** — ●KATHARINA FRANTZEN — TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

Data Analysis in IceCube requires exact calculations of ranges of particles in matter. The Monte Carlo program MMC (Muon Monte Carlo) is used until today. A further development of MMC is PROPOSAL (PRopagator with Optimal Precision and Optimized Speed for All Leptons) written in C++. In this talk the implemented cross sections and new parametrizations are presented and compared to the standard parametrizations. Ranges and final energies of particles with different

settings are calculated.

T 95.7 Di 18:15 ZHG 007

**Ereignissklassifikation mittels Random Decision Forests für das ANTARES Neutrinoobservatorium** — ●STEFAN GEISSELSÖDER für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, FAU Erlangen, Bayern

Der ANTARES Detektor ist ein optisches Neutrinoobservatorium im Mittelmeer zur Detektion kosmischer Neutrinos. In einer Tiefe von ca. 2400 Metern messen 885 optische Module entlang 12 vertikaler Strings das von Myonen bei der Durchquerung des Detektors erzeugte Cherenkovlicht. Von zentralem Interesse für die Neutrino-Astronomie ist der Nachweis von neutrino-induzierten Myonen, deren Spur und Energie aus den Zeit- und Amplitudeninformationen der einzelnen Photomultiplier (PM) rekonstruiert werden kann. Neben der eigentlichen Rekonstruktion besteht die größte Herausforderung aber darin, die für die jeweilige Analyse relevanten Ereignisse zu identifizieren, da sie von einem um mindestens 5 Größenordnungen höheren Fluss an atmosphärischen Myonen überlagert werden.

Der hier vorgestellte Ansatz, um unerwünschte Ereignisse zu unterdrücken bzw. verschiedene physikalische Ereignissignaturen zu klassifizieren, bedient sich einiger aus der Mustererkennung bekannter Strategien. Der verwendete "Random Decision Forest" Algorithmus konnte dabei die höchste Reinheit und Effizienz bei der Auswahl der interessantesten Ereignisse erzielen.

Gefördert durch das BMBF (05A11WEA).

T 95.8 Di 18:30 ZHG 007

**Unsicherheiten auf Flussvorhersagen atmosphärischer Neutrinos für IceCube** — ●ANNE ZILLES, ANNA KRIESTEN, ANNE SCHUKRAFT, MARIUS WALLRAFF und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Atmosphärische Neutrinos entstehen in Luftschauern durch Pion- und Kaonzerfälle. Sie stellen den stärksten Untergrund bei der Suche nach kosmischen Neutrinos mit dem IceCube-Neutrinoobservatorium dar. Um die Unsicherheiten dieses Untergrunds im Energiebereich von TeV bis PeV abschätzen zu können, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden, zum Beispiel das Energiespektrum der kosmischen Strahlung, ihre Zusammensetzung, die Produktionsraten von Pionen und Kaonen sowie der Energieübertrag auf die entstehenden Neutrinos. Bei höheren Energien nimmt zusätzlich die Rolle prompter atmosphärischer Neutrinos aus Charm-Zerfällen zu. Durch Vergleich verschiedener Modelle und ihrer unterschiedlichen Signalerwartungen in IceCube sollen diese Unsicherheiten für die Suche nach kosmischen Neutrinos quantifiziert werden.

T 95.9 Di 18:45 ZHG 007

**Investigations to improve track reconstruction in IceCube** — ●MICHAEL SOIRON, DAVID BOERSMA, and CHRISTOPHER WIEBUSCH for the IceCube-Collaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

The IceCube Neutrino Observatory is a 1 km<sup>3</sup> Cherenkov detector which consists of 5160 photomultiplier tubes in the ice at the geographic South Pole. Particle tracks are reconstructed by a likelihood analysis of the recorded photomultiplier signals. The reconstruction algorithms should be robust against detector properties like noise or uncertainties in the optical ice properties. There are various approaches to deal with these challenges. This presentation will give an overview and show test results of possible improvements.

## T 96: Neutrinoastronomie 3

Zeit: Mittwoch 16:45–18:45

Raum: ZHG 007

T 96.1 Mi 16:45 ZHG 007

**Monte-Carlo-Simulationen für das KM3NeT-Neutrinoobservatorium** — ●THOMAS SEITZ für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP Universität Erlangen-Nürnberg

Das zukünftige europäische Neutrinoobservatorium KM3NeT im Mittelmeer wird mit einem Detektorvolumen von mehreren Kubikkilometern das empfindlichste Instrument der Neutrinoastronomie sein. Das Detektordesign beinhaltet die Verwendung von optischen Modulen mit mehreren Photomultipliern (multi-PMT OM), ein Ansatz, der während der

KM3NeT-Designstudie entwickelt wurde. Um den von <sup>40</sup>K-Zerfällen verursachten optischen Untergrund zu reduzieren, werden zwei räumlich getrennte OMs pro Stockwerk verwendet, was neue Triggermechanismen erlaubt. Mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen wurden Detektorstudien für das Design mit multi-PMT OMs und ausgedehnten Stockwerken durchgeführt und die Leistungsfähigkeit unter anderem in Abhängigkeit von verschiedenen Triggern bestimmt. Die Resultate dieser Studien werden präsentiert.

Gefördert durch die EU, FP7 Contract Nr. 212525.

T 96.2 Mi 17:00 ZHG 007

**Beyond IceCube: Design study for an optical detector extension of the IceCube neutrino detector** — ●DAVID ALTMANN, MARTIN BISSOK, MARIUS WALLRAFF, and CHRISTOPHER WIEBUSCH for the IceCube-Collaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

The construction of the 86-string IceCube detector at the South Pole was completed in December 2010. IceCube searches for astrophysical neutrinos in the TeV and PeV range with unprecedented sensitivity. In case of the discovery of a weak signal, it is desirable to increase the sensitivity. In this study we investigate the gain in sensitivity by enlarging the detector volume with about 6000 additional optical sensors, which are based on well-established IceCube technology. We investigate the effective area and reconstruction accuracy for different geometrical configurations and compare them to those of IceCube.

T 96.3 Mi 17:15 ZHG 007

**Entwicklung einer Rekonstruktionsmethode für Myonenspuren im Antares-Detektor** — ●KATHRIN ROENSCH für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Der ANTARES-Detektor, der in etwa 2.5 km Tiefe vor der Küste Frankreichs bei Toulon im Mittelmeer installiert ist, ist das derzeit grösste Neutrino-Teleskop auf der Nordhalbkugel. Eines der wesentlichen Ziele von ANTARES ist die Entdeckung von kosmischen Quellen hochenergetischer Neutrinos. Dafür eignen sich besonders Myon-Neutrinos, die indirekt durch die in charged-current Wechselwirkungen entstehenden Myonen nachgewiesen werden.

Durch die auf Nanosekunden genaue Bestimmung der relativen Ankunftszeiten des Cherenkovlichts der Myonen an den Photomultipliern, lässt sich die Bahn des Myons prinzipiell mit hoher Auflösung rekonstruieren. Dazu wird eine Maximum-Likelihood basierte Methode zur Spurrekonstruktion eingesetzt, die sich einer detaillierten physikalischen Modellierung der Verteilung der Ankunftszeiten der Cherenkov-Photonen an den Photomultipliern für eine gegebene Spurlhypothese bedient. Im Vortrag werden mehrere Strategien und ihre Leistungsfähigkeit hinsichtlich der erreichbaren Winkelauflösung und Effizienz vorgestellt.

Gefördert durch das BMBF (05A11WEA).

T 96.4 Mi 17:30 ZHG 007

**GEANT4-Simulation der Cherenkovlichtverteilung von Myonen in Eis** — ●LEIF RÄDEL, KARIM LAIHEM und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Myonen aus Charged-Current-Wechselwirkungen von Myonenneutrinos sind der primäre Detektionskanal für Hochenergie-Neutrinoobservatorien, wie das IceCube-Neutrinoobservatorium. Für die Rekonstruktion eines Myons und damit des zugehörigen Neutrinos sind die Menge und die Winkelverteilung des produzierten Cherenkovlichts wichtig. Cherenkovlicht entsteht, wenn sich geladene Teilchen in Materie mit einer höheren Geschwindigkeit als der Phasengeschwindigkeit des Lichts bewegen. Ein Myon erzeugt eine große Anzahl an Sekundärteilchen, u.a. durch Ionisation, Paarproduktion und Bremsstrahlung. Die Geschwindigkeiten der Sekundärteilchen können wiederum oberhalb der Cherenkovschwelle liegen. In diesem Vortrag wird eine GEANT4-Simulation von Myonen und deren Sekundärteilchen in Eis, sowie eine Parametrisierung der Menge und der Winkelverteilung des erzeugten Cherenkovlichts vorgestellt.

T 96.5 Mi 17:45 ZHG 007

**Systematische Studien mit Hilfe künstlicher Lichtquellen in IceCube** — ●ACHIM STÖSSL — Desy Zeuthen, Platanenallee 6, 15738 Zeuthen

Das 2011 fertiggestellte Neutrinoobservatorium IceCube besteht aus einer

Anordnung von mehr als 5000 integrierten Detektoreinheiten an 86 Stahltrassen. Jede dieser Detektoreinheiten vereinigt in sich neben einem Photomultiplier und Ausleseelektronik auch 12 LEDs (Flasher), welche in verschiedenen Konfigurationen beleuchtet werden können. Diese LEDs ermöglichen unter anderem systematische Studien der optischen Eigenschaften des Eises sowie der Lichtausbreitung von einer punktförmigen Lichtquelle. Letzteres ermöglicht insbesondere die Untersuchung der Leistungsfähigkeit der für die Rekonstruktion von Neutrino induzierten Teilchenschauern im Detektor verwendeten Algorithmen, da die Grösse der Teilchenschauer viel kleiner als der Abstand zwischen den Trassen ist und diese deshalb in guter Näherung als punktförmig angenommen werden können. Der Vortrag wird einen Überblick über den aktuellen Stand dieser systematischen Studien geben.

T 96.6 Mi 18:00 ZHG 007

**Application of GPU's in astroparticle physics** — ●TOMASZ FUCHS for the IceCube-Collaboration — TU Dortmund

Monte-Carlo simulation is one of the main parts of the data analysis in modern astroparticle physics. Large compute clusters are used because these simulations require a big computing power. During the past 9 years the computing power of GPU's ( Graphics Processing Unit ) exceeded the computing power of CPU's in some fields of application by far. I will give a short overview of the application field of GPU's and computing speed. As application i will show a comparison during the lepton propagation with PROPOSAL (PPropagator with Optimal Precision and Optimised Speed for All Leptons). PROPOSAL is the successor of MMC which is used in the IceCube experiment. Solving propagation-integrals using GPU's can achieve far better results considering the computation duration and numerical stability.

T 96.7 Mi 18:15 ZHG 007

**Ansätze zur Entfaltung des Neutrinospektrums bei ANTARES** — ●JUTTA SCHNABEL für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Die Detektion kosmischer Neutrinos ist das primäre Forschungsziel des Neutrinoobservatoriums ANTARES, das sich vor der französischen Küste in rund 2450 m Tiefe befindet. Es besteht aus 885 optischen Modulen, die an 12 vertikalen Lines angebracht sind, und ist für die Bestimmung von Neutrino-induzierten Myonenspuren durch Messung der von den Myonen beim Durchgang durch Wasser emittierten Cherenkov-Strahlung optimiert. Die Schätzung der von jedem Myon im Detektor deponierten Energie, die anhand der Charakteristika der Energieverlustmechanismen der Myonen erfolgt, dient als Basis zur Entfaltung des Neutrinospektrums. Die gegenwärtig untersuchten Ansätze und die eingesetzte Software zur Entfaltung bei ANTARES, sowie die Rekonstruktionsverfahren für die Energie werden in diesem Vortrag vorgestellt. Gefördert durch das BMBF (05A11WEA).

T 96.8 Mi 18:30 ZHG 007

**Entfaltung atmosphärischer Neutrinos mit TRUEE** — ●MARTIN SCHMITZ für die IceCube-Kollaboration — TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

IceCube ist ein Neutrinoobservatorium am geographischen Südpol, welches im Winter 2010/2011 fertig gestellt wurde. Mit Hilfe der verbesserten Detektorkonfigurationen sind wir nun in der Lage Neutrinos bis in bisher undetektierbare Energiebereiche nachzuweisen. Das Entfalten des Energiespektrums der Neutrinos erlaubt uns den Fluss der Neutrinos in Abhängigkeit von der Energie zu bestimmen. Bei hohen Energien erwarten wir ein Abflachen des Energiespektrums. Dies kann ein Hinweis auf extragalaktische Neutrinos sein. Durch die in Dortmund entwickelte Entfaltungsoftware TRUEE und verbesserten Signal-Untergrundtrennalgorithmen sind hier in Zukunft weitere Ergebnisse zu erwarten. Aktuelle Ergebnisse dieser Arbeiten werden vorgestellt.

## T 97: Neutrinoastronomie 4

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 007

T 97.1 Do 16:45 ZHG 007

**Online-Selektion von Elektron-Neutrino-Ereignissen im IceCube-Datenstrom** — ●LUKAS SCHULTE<sup>1</sup>, MAREK KOWALSKI<sup>1</sup>, MARCEL USNER<sup>1</sup>, ANDREAS HOMEIER<sup>1</sup> und CLAUDIO KOPPER<sup>2</sup> für

die IceCube-Kollaboration — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>University of Wisconsin, Madison

Im Winter 2010/11 wurde am Südpol die Konstruktion des IceCube-Experimentes abgeschlossen, dessen Ziel die Untersuchung von hoch-

energetischen Neutrinos ist. Insbesondere Elektron-Neutrinos, die im polaren Eis elektromagnetische Kaskaden induzieren, konnten bislang nur bei niedrigen Energien untersucht werden. Zudem haben Kaskaden den Vorteil gegenüber von Myon-Neutrinos erzeugten langen Spuren, dass sie auf Grund ihrer Signatur leichter von atmosphärischen Myonen unterschieden werden können, die den stärksten Untergrund darstellen. Dennoch können auch Myonen durch katastrophale Bremsstrahlungseignisse eine Elektron-Neutrino-Signatur imitieren. Um das begrenzte Volumen für den Datentransfer in den Norden optimal auszunutzen ist es wichtig, schon am Südpol interessante Ereignisse auszuwählen und so die Datenrate zu reduzieren. In diesem Vortrag werden die Online durchgeführten Rekonstruktionen vorgestellt und die Reinheit des erzeugten Datensatzes diskutiert.

T 97.2 Do 17:00 ZHG 007

**Suche nach atmosphärischen Neutrinos mit Teilchenschauern in IceCube** — ●EIKE MIDDELL für die IceCube-Kollaboration — DESY Zeuthen

Die Wechselwirkung der kosmischen Strahlung mit der Erdatmosphäre ist eine Quelle hochenergetischer Neutrinos. Diese sogenannten atmosphärischen Neutrinos entstehen in Zerfällen von  $\pi$  und  $K$  Mesonen (dem sogenannten konventionellen Fluss) und in Zerfällen von Charm-Mesonen (dem sogenannten prompten Fluss). Bei TeV Energien bilden sie einen irreduziblen Untergrund für die Suche nach astrophysikalischen Neutrinos mit IceCube. Insbesondere wird hier der Beitrag der prompten Komponente wichtig, für die die derzeitigen Flussvorhersagen stark variieren. Der Vortrag beschreibt eine Analyse, die versucht atmosphärische Neutrinos über Teilchenschauer in IceCube zu messen. Dieser Detektionskanal bietet Vorteile gegenüber der Suche nach neutrinoinduzierten Myonspuren: er ist empfindlich für alle Neutrino-flavours und bietet für Wechselwirkungen innerhalb des Detektors eine deutlich bessere Energieauflösung als der Myonkanal.

T 97.3 Do 17:15 ZHG 007

**Studie für ein besseres Verständnis des Untergrunds von Neutrino-induzierten Kaskaden in IceCube** — ●MARCEL USNER, MAREK KOWALSKI, LUKAS SCHULTE und ANDREAS HOMEIER für die IceCube-Kollaboration — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Der IceCube-Detektor am geographischen Südpol dient zum Nachweis von hochenergetischen Neutrinos. Mit 5160 optischen Modulen ist ein Volumen von ca.  $1\text{ km}^3$  des sehr transparenten antarktischen Eises instrumentiert. In der Ereignistopologie wird zwischen Myonspuren und Kaskaden unterschieden. Kaskaden besitzen eine Signatur, die vom Untergrund der atmosphärischen Myonen gut zu unterscheiden ist, und können bei einem Gesichtsfeld von  $4\pi$  einen wesentlichen Beitrag zur Erforschung des diffusen Neutrino-flusses liefern. Es gibt jedoch einige Myonen, die beim Durchgang durch den Detektor katastrophale Energieverluste in Form von Sekundärkaskaden abstrahlen. Diese können bis zu 90% der im Detektor deponierten Gesamtenergie ausmachen. Aufgrund der vergleichsweise geringen Energiedeposition entlang der restlichen Myonspur sehen diese Ereignisse stark kaskadenartig aus und stellen somit den wesentlichen Untergrund auf Neutrino-Level dar. Zur tatsächlichen Identifizierung von Neutrino-induzierten Kaskaden muss dieser Untergrund präzise klassifiziert und verstanden werden. Die ersten Ergebnisse einer Studie hierzu werden vorgestellt.

T 97.4 Do 17:30 ZHG 007

**Search for cascade events in the IC59 IceCube dataset (2009/2010)** — ●ARNE SCHÖNWALD for the IceCube-Collaboration — DESY Zeuthen

IceCube is a neutrino detector at South pole whose construction has been completed in the end of 2010. It has an instrumented volume of  $1\text{ km}^3$  and consists of 5160 digital optical modules, which measure the Cherenkov light emitted by charged particles traveling through the ice.

This analysis searches for interactions of astrophysical neutrinos that produce electromagnetic and hadronic particle showers in the IceCube 2009/2010 dataset. Such events have a spherical light pattern in contrast to the track-like light pattern of muons from cosmic-ray interactions with the atmosphere that form the dominant background for this analysis. The advantage of this so called "cascade" channel is that it is sensitive to all neutrino flavours, has a  $4\pi$  acceptance and a good energy resolution.

The status of the analysis will be presented.

T 97.5 Do 17:45 ZHG 007

**Monte-Carlo basierte Maximum-Likelihood-Algorithmen zur Rekonstruktion von Schauerereignissen mit dem ANTARES-**

**Neutrino-teleskop** — ●FLORIAN FOLGER für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Der ANTARES-Detektor ist ein Čerenkov-Neutrino-teleskop im Mittelmeer zur Detektion kosmischer Neutrinos. In einer Tiefe von etwa 2400 Metern messen 885 optische Module entlang 12 vertikaler Strings das von Myonen bei der Durchquerung des Detektors erzeugte Čerenkov-Licht. Gebaut wurde der Detektor primär zum Nachweis von neutrino-induzierten Myonen, deren Spur und Energie aus den Zeit- und Amplitudeninformationen der einzelnen Photomultiplier (PM) rekonstruiert werden kann. Neben den Spuren der in charged-current Wechselwirkungen erzeugten Myonen können auch Signaturen von hadronischen bzw. elektromagnetischen Schauern aus und charged-current Reaktionen von Neutrinos aller Flavours rekonstruiert werden.

Die Rekonstruktion der Schauerparameter (Schauerenergie, Vertikalposition, Zeitpunkt und Einfallrichtung) kann mittels einer Maximum-Likelihood-Methode erfolgen. Hierzu wurde das von IceCube entwickelte Gulliver-Framework verwendet. Vorgestellt werden aus Monte-Carlo-Simulationen generierte Wahrscheinlichkeitstabellen (PDFs) für die Schauereigenschaften, die als Input für sogenannte Likelihood-Services für eine Gulliver-basierte Rekonstruktion dienen.

Gefördert durch das BMBF (05A11WEA)

T 97.6 Do 18:00 ZHG 007

**Untersuchungen zur Unterscheidung von neutrino-induzierten und atmosphärischen Myonen im ANTARES-Neutrino-teleskop** — ●ROLAND RICHTER für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen

Der ANTARES-Detektor ist ein Tscherenkov-Neutrino-teleskop im Mittelmeer zur Detektion kosmischer Neutrinos. In einer Tiefe von 2450 Metern messen 885 optische Module entlang 12 vertikaler Kabel die Ankunftszeit und Intensität des von Myonen bei der Durchquerung des Detektors erzeugten Tscherenkov-Lichts. Aus den Informationen der einzelnen getroffenen optischen Module wird mithilfe spezialisierter Rekonstruktionsalgorithmen die Bahn des Myons errechnet. Bahnen, deren Ursprungsrichtung unterhalb des Horizonts liegen, werden als neutrino-induzierte Myonen interpretiert, Bahnen von oberhalb des Horizonts als atmosphärischer Untergrund. Bei der Einschätzung der Rekonstruktionsgüte einer berechneten Teilchenbahn wird bislang nur ein Teil der in einem Ereignis vorhandenen Information herangezogen.

Im Vortrag werden Ansätze vorgestellt und quantifiziert, um aus der erwarteten und gemessenen Verteilung der getroffenen optischen Module neue Qualitätsparameter zu berechnen und damit die Reinheit und Effizienz der Signalextraktion zu verbessern.

Gefördert durch das BMBF (05A11WEA).

T 97.7 Do 18:15 ZHG 007

**Separation von atmosphärischen Neutrinos und Untergrund mit RapidMiner** — ●FLORIAN SCHERIAU für die IceCube-Kollaboration — TU Dortmund

Der IceCube Detektor ist mit einem instrumentierten Volumen von ca. einem Kubikmeter das derzeit größte Neutrino-teleskop. IceCube befindet sich am geographischen Südpol und wurde im Winter 2010/2011 fertiggestellt. Für die Detektion von Neutrinos stehen seit dem 86 Strings zur Verfügung. Dadurch ist es möglich mehr Neutrinos aus bisher nicht detektierbaren Energiebereichen nachzuweisen. Die Daten des IceCube Detektors weisen ein sehr ungünstiges Verhältnis zwischen Signal und Untergrund auf. Daher ist ein Analyseverfahren notwendig, dass eine möglichst starke Unterdrückung des Untergrunds leistet und gleichzeitig eine hohe Signal-Effizienz gewährleistet. In Dortmund werden mit Hilfe der Software RapidMiner neue Methoden zur Separation zwischen Signal und Untergrund entwickelt. Aktuelle Ergebnisse dieser Arbeiten werden vorgestellt.

T 97.8 Do 18:30 ZHG 007

**Online background rejection techniques in IceCube** — ●THORSTEN GLÜSENKAMP for the IceCube-Collaboration — DESY Zeuthen

The IceCube Neutrino Telescope finished construction in late 2010 and is now running in its full 86-string configuration. It consists of more than 5000 sensors buried in the Antarctic ice along these 86 strings within a volume of  $1\text{ km}^3$ , which are sensitive to the Cherenkov light emitted by charged particles originating from a neutrino interaction. An important detection channel is the CC-reaction of the muon neutrino. At the interaction point a muon is created which leaves a track-like signal in the detector. Most of the events that the Data acquisi-

tion system records are "background" muons produced in cosmic-ray air showers and they cannot all be transferred because of bandwidth limitations. This talk gives a short overview over the current filtering techniques that are being used to reduce the cosmic-ray induced muon background at the South Pole and obtain event rates compatible with the bandwidth constraints.

T 97.9 Do 18:45 ZHG 007

**Report on the search for non-relativistic magnetic monopoles with the IceCube Detector** — ●EMANUEL JACOBI, MOHAMED LOTFI BENABDERRAHMANE, and CHRISTIAN SPIERING for the IceCube-Collaboration — DESY Zeuthen

The IceCube Neutrino Observatory consists of more than 5000 photomultipliers, deployed in clear antarctic ice at the geographical South

Pole. The instrumented ice volume is about  $1\text{km}^3$ . Neutrino-nucleon interactions produce charged particles which emit Cherenkov light while propagating through the ice. The detection of this light allows the reconstruction of the primary neutrino vertex. Whereas the main focus of IceCube is the measurement of astrophysical neutrinos, this work is on the detection of non-relativistic magnetic monopoles and other heavy particles like supersymmetric Q-Balls or Nuclearites with the IceCube detector.

According to the theory of Rubakov and Callan non-relativistic magnetic monopoles catalyze proton decays. A monopole traversing the detector produces a series of 938MeV cascades along its track. These are registered by the PMTs. Due to the big detector volume even small fluxes can be measured.

The used techniques and the latest status of the ongoing search will be presented in this talk.

## T 98: Neutrinoastronomie 5

Zeit: Freitag 8:45–10:30

Raum: ZHG 007

T 98.1 Fr 8:45 ZHG 007

**Nachfolgebeobachtungen von IceCube Neutrino-Multipletts im optischen und Röntgenbereich** — ●MARKUS VOGEL, ANDREAS HOMEIER und MAREK KOWALSKI für die IceCube-Kollaboration — Universität Bonn, Physikalisches Institut, Nußallee 12, 53115 Bonn

Das Fireball-Modell für Gamma-Ray Bursts (GRBs) beschreibt die Entstehung von Jets entlang der Rotationsachse des Systems und die Beschleunigung von Teilchen innerhalb der Jets, wobei hochenergetische Neutrinos produziert werden. Möglicherweise weist eine Verbindung zwischen Kern-Kollaps-Supernovae (SNe) und Gamma-Ray Bursts auf die Existenz von schwach relativistischen Jets in SNe hin, so dass auch SNe als Quellen hochenergetischer Neutrinos in Frage kommen. Der Nachweis solcher Neutrinos in Koinkidenz mit der elektromagnetischen Beobachtung einer SN oder eines GRBs würde die Jet-Hypothese in SNe bestätigen bzw. wichtige Hinweise über die GRBs liefern.

Zu diesem Zweck wurde ein Nachfolgebeobachtungsprogramm von hochenergetischen Neutrinos im optischen Bereich sowie im Röntgenbereich installiert: In IceCube detektierte koinkidente Neutrino-Ereignisse triggern ein Netzwerk von optischen Teleskopen und den Swift Satelliten, welche umgehend die entsprechende Region am Himmel beobachten. Der Vortrag beschreibt das Programm und die Ergebnisse des ersten Jahres der Datennahme sowie mögliche Perspektiven.

T 98.2 Fr 9:00 ZHG 007

**Stand des Programms zu Neutrino-getriggerten Folgebeobachtungen mit abbildenden Cherenkov-Teleskopen bei IceCube** — ●ROBERT FRANKE und ELISA BERNARDINI für die IceCube-Kollaboration — DESY, D-15738 Zeuthen

Um die Verfügbarkeit simultaner Neutrino- und Gamma-Daten zu erhöhen, werden bei der Registrierung von interessanten Neutrino-Multipletts mit IceCube Nachfolgebeobachtungen mit abbildenden Cherenkov-Teleskopen (wie z.B. MAGIC oder VERITAS) getriggert. Dies kann auch die Entdeckungswahrscheinlichkeit von astrophysikalischen Neutrino-Flares erhöhen. Um die Rate von Fehlalarmen so klein wie möglich zu halten, sind Untersuchungen zur statistischen Signifikanz von Neutrino-Multipletts notwendig. Weiterhin ist ein Online-Monitoring der Detektorstabilität erforderlich, um z.B. eine erhöhte Alarmrate durch die Fehlfunktion einzelner Detektorelemente zu verhindern. In dem Vortrag wird der Stand des Programms für Neutrino-getriggerte Folgebeobachtungen zwischen IceCube und MAGIC/VERITAS vorgestellt.

T 98.3 Fr 9:15 ZHG 007

**Time-dependent search for neutrino multifare sources in the IceCube 59-string data** — ●DARIUSZ GORA<sup>1,2</sup>, ELISA BERNARDINI<sup>1</sup>, and ANGEL CRUZ SILVA<sup>1</sup> for the IceCube-Collaboration — <sup>1</sup>DESY, D-15738 Zeuthen, Germany — <sup>2</sup>Institute of Nuclear Physics PAN, Radzikowskiego 152, 31-342 Cracow, Poland

A time-dependent search for neutrino flares from pre-defined directions in the whole sky is presented. The analysis uses a time-clustering algorithm combined with an unbinned maximum likelihood method. By including a likelihood signal term describing the contribution of several small clusters of signal-like events, this algorithm provides an effective

way for looking for weak neutrino flares at different time-scales. The event selection is optimized to maximize the discovery potential for the IceCube 59-string (IC59) detector configuration. Sources are being selected based on data in the 0.1 to 100 GeV energy range as provided by the Fermi satellite. Subsequently, periods of interest based on electromagnetic data are scanned with the developed algorithm on large time scales.

T 98.4 Fr 9:30 ZHG 007

**Extensions of the time-dependent searches of astrophysical neutrinos with the IceCube Detector in the 79-string configuration** — ●ANGEL CRUZ<sup>1</sup>, DARIUSZ GORA<sup>1,2</sup>, and ELISA BERNARDINI<sup>1</sup> for the IceCube-Collaboration — <sup>1</sup>DESY, 15738 Zeuthen, Germany — <sup>2</sup>Institute of Nuclear Physics PAN, Radzikowskiego 152, 31-342 Cracow, Poland

The candidate sources of high energy astrophysical neutrinos may show a flaring behavior; such as the gamma-ray emission of some known galactic and extragalactic objects. For this case, time-dependent analysis have shown to increase the source detection probability when compared with time-integrated ones. A recent development of this kind is the multi-flare approach in which several flare-like events from the same source are stacked, each one contributing to the total signal. Here we show the performance of this method using IceCube data in the 79-String configuration and compare it with the single-flare approach. In addition, we present the preliminary extension of the multi-flare scheme to the case in which the possible signals that come from different sources are also stacked.

T 98.5 Fr 9:45 ZHG 007

**Search for neutrino point sources with the IceCube 79-string detector** — ●SIRIN ODROWSKI for the IceCube-Collaboration — Technische Universität München, Boltzmannstrasse 2, 85748 Garching, Deutschland

Neutrinos in the energy range above a few hundred GeV are unique messengers to search for cosmic accelerators of hadrons. The now completed IceCube neutrino telescope at the South Pole uses optical sensors deployed deep in the ice to detect these neutrinos. The work presented here is based on the data taken from 2010 to 2011 in a nearly complete detector configuration. This data set presents the temporarily last big step in the size of the instrumented volume and the data analyses developed for this configuration are going to lead the way for future searches with the full detector. We present the status and performance of a search for point-like neutrino emission in the northern and in the southern hemisphere. Searches for multiple weak sources or neutrino emission with a different spatial morphology will also be covered in the presentation.

T 98.6 Fr 10:00 ZHG 007

**Neutrinos from photohadronic interactions in a GRB-afterglow** — ●STEFFEN KRAKAU and JULIA BECKER — Ruhr-Universität Bochum

In this talk we investigate photohadronic interactions in a gamma-ray burst afterglow. Assuming that a gamma-ray burst can accelerate protons up to energies of  $(10^{20} - 10^{21})\text{eV}$ , we calculate the optical depth of

photohadronic interactions in this energy range for protons that travel through the GRB envelope. The photonspectrum is described by synchrotron emission from a slowing down relativistic shell.

We also discuss the influence of these interactions on the energy spectrum of the protons and we finally predict the neutrino flux resulting from  $p\gamma$  interactions for different gamma-ray bursts.

T 98.7 Fr 10:15 ZHG 007

**Neutrino emission from GRB fireballs, revised** — ●SVENJA HÜMMER, PHILIPP BAERWALD, and WALTER WINTER — Institut für

theoretische Physik und Astrophysik, Universität Würzburg, Am Hubland, D-97074 Würzburg, Germany

We present a revision of the analytic fireball neutrino computation estimating the neutrino spectrum from an observed gamma-ray spectrum. In this talk we illustrate the origin of the large corrections which arise. Then we use a numerical calculation to show the effect of a more sophisticated treatment of photohadronic interactions. As a next step we demonstrate the impact of our results on the IceCube-40 analysis and quantify uncertainties in the neutrino flux prediction.

## T 99: Kosmische Strahlung 1

Zeit: Montag 16:45–19:05

Raum: ZHG 006

### Gruppenbericht

T 99.1 Mo 16:45 ZHG 006

**Experimenteller Status und Ergebnisse des Pierre Auger-Observatoriums** — ●TOBIAS WINCHEN für die Pierre Auger-Kollaboration — RWTH Aachen University

Das Pierre Auger-Observatorium ist derzeit das weltweit größte Experiment zur Untersuchung kosmischer Strahlung bei Energien oberhalb von  $10^{17}$  eV. Auf einer Fläche von  $3000 \text{ km}^2$  detektiert das Observatorium die durch die primären Teilchen der kosmischen Strahlung in der Atmosphäre erzeugten ausgedehnten Luftschauer simultan mit verschiedenen Detektorsystemen. Mit 1600 Wasser-Cherenkov-Detektoren wird die Verteilung der im Schauer entstandenen Sekundärteilchen auf der Erdoberfläche vermessen. Die Entwicklung der Luftschauer in der Atmosphäre wird in 24 Teleskopen durch das im Schauer entstehende Fluoreszenzlicht detektiert. Zusätzlich zu diesen beiden primären Detektorsystemen sind zahlreiche weitere Detektoren installiert oder befinden sich in der Aufbauphase, die zusätzliche Informationen über die Schauerentwicklung liefern oder für niedrige Luftschauerenergien optimiert sind. Dieser Vortrag wird eine Übersicht über aktuelle Ergebnisse des Pierre Auger-Observatoriums geben. Desweiteren wird der Status einiger Erweiterungen sowie deren erste Ergebnisse präsentiert.

T 99.2 Mo 17:05 ZHG 006

**Studying the shower front curvature of Extensive Air Showers with the Pierre Auger Observatory** — ●EUGENE MAWUKO DORLEDZIE, MARKUS RISSE, and MARIANGELA SETTIMO for the Pierre Auger-Collaboration — Universität Siegen, Siegen, Germany

The shape of the shower front in Extensive Air Showers (EAS) is related to the properties of the primary cosmic ray and to the shower development in the atmosphere. In particular the radius of curvature for ultra high energy cosmic rays (above  $10^{18}$  eV) can be estimated using the large statistics of events collected by the Pierre Auger Observatory. The Observatory, located in Malargue (Argentina), consists of a Surface Detector (SD) and a Fluorescence Detector (FD) that can be combined in a hybrid detection mode providing precise measurements of the geometry and the energy of the primary particle. The surface detectors sample the lateral distribution and the arrival time of particles at the ground. These information are used to study the curvature of the shower front and its dependence on shower parameters. Results and implications for the reconstruction will be discussed.

Supported by BMBF Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 99.3 Mo 17:20 ZHG 006

**Kombination von Event-Shape-Observablen zur Suche nach Anisotropie beim Pierre-Auger-Observatorium** — ●HANS-PETER BRETZ, MARTIN ERDMANN and TOBIAS WINCHEN — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Der Vergleich von Daten ultrahochenergetischer kosmischer Teilchen (UHECRs) des Pierre-Auger-Observatoriums mit mittels Monte Carlo Methoden generierten UHECR-Ereignissen liefert Informationen über mögliche Anisotropien. Alternativ ermöglichen die Vergleiche Ausschlussgrenzen für die Quellenanzahl und Magnetfelder. Um geeignete Messgrößen für die Anisotropiesuche zu erhalten, teilen wir den Phasenraum der Ankunftsrichtungen anhand der höchstenergetischen gemessenen Ereignisse in Regionen ein und definieren darin geeignete Observable. In diesem Vortrag wird gezeigt, wie die Observablen im Rahmen einer multivariaten Analyse kombiniert werden, um die Aussagekraft für die Suche nach Anisotropien bzw. Ausschlussgrenzen zu erhöhen.

T 99.4 Mo 17:35 ZHG 006

**Studie von Separationsparametern für die UHE Photonenuche mit dem Oberflächendetektor des Pierre-Auger-Observatoriums\*** — ●NICOLE KROHM — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

Die Suche nach UHE Photonen ist von Interesse sowohl für die Identifikation astrophysikalischer Quellen als auch für das Verständnis der Propagation kosmischer Strahlung. Photoninduzierte Teilchenschauer unterscheiden sich von hadronischen Schauern im wesentlichen durch die Tiefe des Schauermaximums,  $X_{\text{max}}$ , sowie durch eine größtenteils elektromagnetische Kaskade und demnach eine geringe Myonenzahl. Der Oberflächendetektor (SD) des Pierre-Auger-Observatoriums umfasst 1660 Detektorstationen, die aufgrund eines Arbeitszyklus von nahezu 100% eine sehr hohe Statistik ermöglichen. Er misst die laterale Dichteverteilung (LDF) des Schauers am Boden. Einige SD Messgrößen, z.B. die genaue Form der LDF oder die Anstiegszeit des Signals, sind mit  $X_{\text{max}}$  und dem Myonanteil korreliert. Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen ist es, anhand solcher Parameter die SD Photon-Hadron-Separation zu optimieren. Erste Ergebnisse werden im Rahmen dieses Vortrages vorgestellt.

\* Gefördert durch die BMBF Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 99.5 Mo 17:50 ZHG 006

**A composition study of ultra high energy cosmic rays using timing information from the 750m infill array of the Pierre Auger Observatory** — ●ROMAN HILLER and MARKUS ROTH for the Pierre Auger-Collaboration — KIT Karlsruhe, Institut für Kernphysik

The Pierre Auger Observatory is a hybrid detector for the purpose of detecting extensive air showers from ultra high energy cosmic rays (UHECR). It consists of an array of water cherenkov detectors, the surface detector (SD), and atmospheric fluorescence telescopes, the fluorescence detector. The determination of the mass composition of UHECR is one of its main tasks and may give important hints on their sources and accelerators. One approach to deduce it from data of the SD is to use the risetime, the time it takes for the integrated signal of a surface detector station to rise from 10% to 50% of its final value. For the 750m infill array, that was commissioned in 2008 as a part of the AMIGA extension and makes energies below 1 EeV accessible to the SD, risetime studies have yet to be performed. To use risetime for the determination of mass composition one has to condense the information of the stations from a single event to one mass sensitive observable that can be compared with simulations. Therefore risetime has to be corrected for azimuthal asymmetry, furthermore its dependence on the distance to the shower core and zenith angle has to be taken into account. Details on the implementation and the results are shown.

T 99.6 Mo 18:05 ZHG 006

**Messung des Energiespektrums kosmischer Strahlung im Bereich des Knöchels mit der Infill-Erweiterung des Pierre Auger-Observatoriums** — ●ALEXANDER SCHULZ, HANS DEMBINSKI und MARKUS ROTH für die Pierre Auger-Kollaboration — Institut für experimentelle Kernphysik, KIT, Karlsruhe

Am Pierre Auger-Observatorium wird kosmische Strahlung mit Energien von über  $10^{18}$  eV detektiert. Zum Nachweis der Teilchen werden mehr als 1600 Wasser-Cherenkov-Detektoren auf einer Fläche von  $3000 \text{ km}^2$ , die sogenannten Oberflächendetektoren (SD), sowie 27 Fluoreszenz-Teleskope (FD) verwendet. Erst ab einer bestimmten Energie des Primärteilchens kann ein Schauer zuverlässig registriert werden. Die Energieschwelle für volle Triggereffizienz liegt beim normalen SD-Detektor bei etwa  $10^{18.5}$  eV. Gerade im Bereich dieser Energie

wird der Übergang von galaktischer zu extragalaktischer kosmischer Strahlung vermutet, weshalb es von besonderem Interesse ist diesen Energiebereich genauer zu untersuchen. Um dies zu ermöglichen wurde innerhalb des ursprünglichen SD-Feldes ein dichter gepacktes Feld von SD-Detektoren, die im Abstand von 750 m zueinander platziert sind, errichtet. Dieses sogenannte *Infill-Array* besitzt eine verringerte Energieschwelle von über  $10^{17.0}$  eV. Für die Analyse werden Daten seit 2008 verwendet. Seit September 2011 ist die Infill-Erweiterung mit 49 zusätzlichen Tanks vollständig installiert. In diesem Vortrag werden Neuerungen in den Bereichen Ereignisrekonstruktion, Energiekalibrierung und Trigger-Effizienz vorgestellt. Abschließend wird ein aktuelles Energiespektrum präsentiert, das auf den gezeigten Methoden aufbaut.

T 99.7 Mo 18:20 ZHG 006

**Suche nach ultrahochenergetischen Photonen von Centaurus A mit dem Pierre Auger Observatorium** — ●LUKAS MIDENDORF und THOMAS HEBBEKER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Die Erdatmosphäre wird fortlaufend von hochenergetischen Teilchen (im Bereich oberhalb von  $10^{18}$  eV) getroffen; dabei entstehen ausgedehnte Luftschauer. Die Schauer werden am Pierre Auger Observatorium in Argentinien nachgewiesen und die Energie und Ankunftsrichtung des ursprünglichen Teilchens (Protonen, schwerere Kerne, Photonen, ...) werden rekonstruiert.

Die Quellen dieser hochenergetischen Teilchen sind unbekannt. Ein Kandidat ist die Radiogalaxie Centaurus A.

Photonen sind bei der Suche nach der Herkunft der kosmischen Strahlung besonders interessant, da sie nicht von Magnetfeldern abgelenkt werden und damit ihre ursprüngliche Richtungsinformation erhalten bleibt. Anhand der Eigenschaften eines Schauers kann mit statistischen Methoden eine Unterscheidung zwischen Photonen und Hadronen versucht werden. In diesem Vortrag wird eine Analyse des Anteils der Photonen in der ultrahochenergetischen kosmischen Strahlung aus Richtung von Centaurus A vorgestellt.

T 99.8 Mo 18:35 ZHG 006

**Anisotropie-Untersuchung der Ankunftsrichtung der kosmischen Strahlung mit Hilfe von Wavelets mit dem Pierre Auger-Observatorium** — ●MATTHIAS PLUM, MARIUS GRIGAT und THOMAS HEBBEKER für die Pierre Auger-Kollaboration — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Das Pierre Auger Observatorium in der Provinz Mendoza in Argenti-

nien hat eine instrumentalisierte Fläche von ca.  $3000 \text{ km}^2$  und detektiert Ankunftsrichtungen und Energien ( $E > 10^{18}$  eV) der kosmischen Strahlung. Der Ursprung dieser Strahlung ist immer noch Gegenstand der Forschung. Als mögliche Quellszenarien kommen sowohl einzelne isolierte Objekte als auch großskalige Strukturen im Kosmos in Frage. Die Verteilung der Ankunftsrichtung ist bemerkenswert isotrop, jedoch wird vermutet, dass bei hohen Energien eine Korrelation mit Beschleunigungskandidaten wie z.B. aktiven galaktischen Kernen (AGN) auftritt.

Eine Wavelet Analyse mit dem "Needlet" bieten nun die Möglichkeit mit einer sphärischen harmonischen Transformation in Kugelflächenfunktionen auf verschiedenen Skalen vorhandene Anisotropien (Quellen) sichtbar zu machen. Die Signifikanz der Anisotropie wird mit Hilfe von Monte-Carlo Studien bestimmt und die Methode wird mit unterschiedlichen Quellszenarien getestet.

T 99.9 Mo 18:50 ZHG 006

**Photon/Hadron-Unterscheidung bei Hybrid-Ereignissen des Pierre-Augur-Observatoriums** — ●MARCUS NIECHCIOL<sup>1</sup>, MARKUS RISSE<sup>1</sup>, MARIANGELA SETTIMO<sup>1</sup> und PATRICK YOUNK<sup>1,2</sup> für die Pierre Auger-Kollaboration — <sup>1</sup>Universität Siegen — <sup>2</sup>Los Alamos National Laboratory (USA)

Die Frage nach der Zusammensetzung der kosmischen Strahlung bei den höchsten Energien (oberhalb von  $10^{18}$  eV) ist eine Schlüsselfrage der Astroteilchenphysik. Der Nachweis ultrahochenergetischer Photonen spielt dabei eine entscheidende Rolle und wäre nicht nur für Astrophysik und Teilchenphysik, sondern auch für die fundamentale Physik von großer Bedeutung. Das Pierre-Augur-Observatorium bei Malmargüe, Argentinien, ist das zurzeit größte Luftschauerexperiment zum Nachweis ultrahochenergetischer kosmischer Strahlung. Es besteht aus  $\sim 1660$  Wasser-Čerenkov-Detektoren, die eine Fläche von  $\sim 3000 \text{ km}^2$  abdecken. Eine zusätzliche, unabhängige Nachweismethode ermöglichen 27 Fluoreszenzteleskope an vier Standorten am Rand des Detektorfeldes.

In dem Vortrag wird eine neue Methode vorgestellt, um die in Hybrid-Ereignissen vorliegenden Informationen aus beiden Detektorsystemen zu kombinieren und daraus ein Kriterium zur Unterscheidung von primären Photonen und Hadronen in der ultrahochenergetischen kosmischen Strahlung abzuleiten.

Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik.

## T 100: Kosmische Strahlung 2

Zeit: Dienstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 006

**Gruppenbericht** T 100.1 Di 16:45 ZHG 006  
**AERA - das Auger Engineering Radio Array** — ●TIM HUEGE für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, IK

Die Radiodetektion von Luftschauern kosmischer Strahlung hat im vergangenen Jahrzehnt große Fortschritte gemacht. Bisherige Experimente deckten jedoch nur Bruchteile von Quadratkilometern an effektiver Sammelfläche ab und maßen Luftschauer daher nur bis zu Energien von  $\sim 10^{18}$  eV.

Im Auger Engineering Radio Array wird die Anwendung der Radiodetektionstechnik auf einer Fläche von  $20 \text{ km}^2$  entwickelt, welche im Endausbau mit 160 dual-polarisierten Radiostationen instrumentiert sein wird. Hiermit soll insbesondere die Physik der Radioemissionen bei Energien jenseits  $10^{18}$  eV studiert und das Potenzial für die großflächige Anwendung der Radiodetektionstechnik ausgelotet werden.

In diesem Gruppenbericht stellen wir das Konzept von AERA vor und beschreiben, wie wir die mannigfaltigen technischen Herausforderungen der großflächigen Radiodetektion lösen. Darüber hinaus diskutieren wir den Status und erste Ergebnisse der ersten Ausbaustufe von AERA, die aus derzeit 24 Antennenstationen besteht.

T 100.2 Di 17:05 ZHG 006

**Einfluss der Primären kosmischen Strahlung auf die Radio Wellenfront: Perspektiven mit AERA.** — ●MAXIMILIEN MELISSAS for the Pierre Auger-Collaboration — Karlsruher Institut für Technologie, (KIT), IEKP

Die Radiodetektion von Luftschauern hat in den letzten Jahren große

Fortschritte gemacht. Die größte Herausforderung mit dieser Technik ist die Masse des Primärteilchens zu identifizieren. Dieser Vortrag stellt eine Methode für eine Messung vor, die auf der Form der Wellenfront basiert ist. Zuerst wird eine kegelförmige Rekonstruktion diskutiert, im Anschluss wird der Einfluss der Primärteilchen auf die Kegelwellenfront betrachtet. Anschließend geben wir einen Ausblick auf die Möglichkeiten der Methode im Kontext von AERA, dem Auger Engineering Radio Array, einem  $20 \text{ km}^2$  Antennenfeld am Pierre-Augur-Observatorium.

T 100.3 Di 17:20 ZHG 006

**Messung ultra-hochenergetischer kosmischer Teilchen mit dem Radio-Messfeld AERA des Pierre-Augur-Observatoriums** — ●KLAUS WEIDENHAUPT und MARTIN ERDMANN für die Pierre Auger-Kollaboration — III Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Im Rahmen der Erweiterungen des Pierre-Augur-Observatoriums messen wir mit dem Auger Engineering Radio Array (AERA) die Radioemission von ausgedehnten Luftschauern, die durch ultrahochenergetische kosmische Teilchen ausgelöst werden. Der bisher instrumentierte Teil des AERA-Detektors besteht aus 21 selbstgetriggerten Antennenstationen, die seit dem Frühjahr 2011 Daten liefern. Dabei wurden Luftschauerereignisse in Koinzidenz mit dem Oberflächendetektor des Pierre Augur Observatoriums detektiert.

Durch die Rekonstruktion des elektrischen Feldvektors der Radio-signale zeigen die Daten eine starke Polarisation, die sich mit einem einfachen Emissionsmechanismus erklären lässt. Auf der Basis dieses Emissionsmodells kalibrieren wir mit Hilfe der Messungen des Ober-

flächendetektors einen Estimator für die Energie des Primärteilchens und stellen dann die Energie- und Richtungsverteilungen der kosmischen Teilchen vor.

T 100.4 Di 17:35 ZHG 006

**Analyse der ersten Daten des Auger Engineering Radio Array mit der Offline-Radio-Standard-Rekonstruktion** \* — ●JENS NEUSER für die Pierre Auger-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal

Auf dem Weg zum Super-Hybrid-Detektor für ultra-hochenergetische kosmische Strahlung wurde das Pierre-Auger-Observatorium zusätzlich zu den Oberflächendetektoren und den Fluoreszenzteleskopen mit einer weiteren Detektorkomponente ausgestattet. Das Auger Engineering Radio Array (AERA) vermisst seit Oktober 2010 die Radioemission von Luftschauern im MHz-Bereich und wird dabei sowohl Fragen zur technischen Realisierung von Radiomessungen als auch zur Theorie des Emissionsmechanismus beantworten. Die ersten koinzidenten Messungen von Luftschauern mit den Oberflächendetektoren erfolgten im April 2011. Hiermit konnte die akurate Funktion und Konformität mit den anderen Detektorkomponenten des Observatoriums gezeigt werden. In diesem Vortrag werden erste Analysen der aufgenommenen Daten vorgestellt. Zusätzlich wird die Standard-Rekonstruktion in der Radio-Erweiterung und die dafür notwendigen Strukturen (wie z.B. eine zeitabhängige komponentenweise Beschreibung des Detektors) im Analyse-Framework Offline beschrieben sowie die Ergebnisse der damit rekonstruierten Daten diskutiert.

\* Gefördert durch die BMBF Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 100.5 Di 17:50 ZHG 006

**Interferometric reconstruction for the Auger Engineering Radio Array** — INGOLF JANDT and ●JULIAN RAUTENBERG for the Pierre Auger-Collaboration — Bergische Universität Wuppertal

The Auger Engineering Radio Array is an array of 161 radio antennas for a frequency range of 30 to 80 MHz being setup at the Pierre Auger Observatory in Argentina. It records broad band radio pulses from Extensive Air Showers caused by cosmic ray particles. The use of interferometric methods can substantially improve the image of the emission pattern with respect to a fit of a specific shower front model. This analysis technology has been implemented into the Auger software-framework. Two different approaches are realized, both using the interferometric cross correlation to estimate the intensity emitted from a certain source position with its time dependence. The first method rasterizes these points and applies a wave model. It can create 2D and 3D visualisations. The other method optimizes the interference to improve the timing information that reflects the optical path lengths improving the accuracy of existing analysis methods.

T 100.6 Di 18:05 ZHG 006

**Towards improving the reconstruction quality for air showers detected with the AERA array** — ●GABRIEL TOMA for the Pierre Auger-Collaboration — National Institute for Physics and Nuclear Engineering - Horia Hulubei, Str. Reactorului no.30, P.O.BOX MG-6, Bucharest - Magurele, ROMANIA — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, Germany

We present a study on simulated air showers with relevance for the AERA experiment at the Pierre Auger Observatory. Investigating the radio component of air showers requires good knowledge of the geometrical properties of the shower, like for example the position of the shower core and the arrival direction of the shower. At the Pierre Auger Observatory the geometrical observables of the detected events are reconstructed with the help of the FD and SD components (the Infill array playing the major role in the shower core reconstruction for AERA). We investigate the possibility to increase the quality of the shower core reconstruction by increasing the density of surface detectors in an area close to the position of the radio antennas. From the technical point of view, extending the surface array by adding new SD stations to the Infill is not a straight forward job so simulation

studies can be used to test various configurations for the additional stations. We present the effects induced on the reconstruction quality, for several geometrical configurations.

T 100.7 Di 18:20 ZHG 006

**Untersuchung der Radio-Lateralverteilung von Luftschauern mit AERA** — ●BENJAMIN FUCHS für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, KIT

Seit Beginn der Radiodetektion von Luftschauern in den 1960ern ist die Lateral-Verteilungsfunktion (LDF) der Radioemission eine wichtige charakteristische Observable für die Rekonstruktion der Eigenschaften des Primärteilchens. Bisherige Messungen auf vergleichsweise kleinen Skalen waren entweder mit einer Exponentialfunktion oder einem Potenzgesetz als analytische Beschreibung der Radio-LDF vereinbar. AERA, das Auger Engineering Radio Array, wird mit seiner großen Flächenabdeckung in Zukunft großskalige Untersuchungen der LDF ermöglichen. In Hinblick darauf werden an Hand von fortgeschrittenen Monte-Carlo-Simulationen Kriterien für den Vergleich verschiedener Lateralverteilungen vorgestellt und ein Vergleich verschiedener LDF-Funktionen diskutiert. Abschließend wird ein Ausblick auf das Potential der LDF-Funktion für die Bestimmung physikalischer Eigenschaften von Luftschauern mit AERA gegeben.

T 100.8 Di 18:35 ZHG 006

**Modellierung der Detektorantwort des Oberflächendetektors mittels Schaueruniversalität zur Bestimmung der Elementzusammensetzung bei höchsten Energien** — ●DETLEF MAUREL, MARKUS ROTH, JAVIER GONZALEZ, MAXIMO AVE und RALPH ENGEL für die Pierre Auger-Kollaboration — KIT, Karlsruhe

Das Pierre Auger-Observatorium detektiert Luftschauer hochenergetischer kosmischer Strahlung mit Hilfe von Fluoreszenz- und Cherenkov-Detektoren. Die Messung der longitudinalen Schauerentwicklung mit Fluoreszenzteleskopen ist nur in klaren, mondlosen Nächten möglich (ca. 10% der Gesamtmesszeit). Dieser Vortrag stellt ein Modell der Signalantwort des Oberflächendetektors vor. Ausgehend von Parametern die sensitiv auf die Primärmasse eines Schauers sind (Krümmung der Schauerfront, Schauermaximum und Myonanteil) beschreibt dieses Modell Größe und zeitliche Struktur des Detektorsignals. Die folgende Datenanalyse kommt prinzipiell ohne Daten des Fluoreszenzdetektors aus. Damit steht dem Verfahren etwa zehn mal mehr Statistik zur Verfügung. Basierend auf Daten des Oberflächendetektors untersuchen wir die Elementzusammensetzung der kosmischen Strahlung im Energiebereich oberhalb von  $10^{18.5} eV$ .

T 100.9 Di 18:50 ZHG 006

**Neue Monatsmodelle der Atmosphäre für das Pierre-Auger-Observatorium** — ●MARTIN WILL und BIANCA KEILHAUER für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie

Das Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien misst ausgedehnte Luftschauer die entstehen, wenn kosmische Strahlung mit Teilchen der Erdatmosphäre wechselwirkt. Fluoreszenzdetektoren messen das isotrop ausgesendete Fluoreszenzlicht, das angeregte Stickstoff-Moleküle beim Durchgang der Teilchenkaskade emittieren. Für die Rekonstruktion der Schauerparameter ist die Kenntnis der Zustandsvariablen der Atmosphäre, wie z.B. Temperatur, Druck und Luftfeuchte, von großer Wichtigkeit. Diese Parameter beeinflussen sowohl die Entstehung des Fluoreszenz-Lichts, als auch dessen Transmission auf dem Weg zum Detektor. Um diese Korrekturen in der Rekonstruktion und der Simulation von Luftschauern zu berücksichtigen, werden höhenabhängige Profile der atmosphärischen Parameter verwendet. Seit einiger Zeit werden Profildaten aus meteorologischen Modellen verwendet, die alle drei Stunden verfügbar sind und für den Standort in Argentinien seit Juni 2005 in geeigneter Form vorliegen. Diese Daten sind mit hoher Statistik vorhanden und werden nun genutzt, um für das Auger-Observatorium Monatsmodelle der atmosphärischen Zustandsgrößen in Abhängigkeit der Höhe zu generieren und die alten Monatsmodelle aus lokalen Radiosondierungen zu ersetzen.

T 101: Kosmische Strahlung 3

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: ZHG 006

T 101.1 Mi 16:45 ZHG 006

**Propagation ultrahochenergetischer kosmischer Strahlung in extragalaktischen Magnetfeldern** — ●DAVID WITTKOWSKI<sup>1</sup>, KARL-HEINZ KAMPERT<sup>1</sup>, NILS NIERSTENHÖFER<sup>2</sup>, PETER SCHIFFER<sup>2</sup> und GÜNTER SIGL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal — <sup>2</sup>Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Der Ursprung der ultrahochenergetischen kosmischen Strahlung (UHE-CR,  $E > 1\text{EeV}$ ) ist noch immer unbekannt, obwohl UHECR bereits seit mehr als 50 Jahren nachgewiesen werden. Dies liegt vor allem an dem Einfluss des bisher weitgehend unbekannt galaktischen und extragalaktischen Magnetfeldes auf die Teilchenpropagation. Der Monte-Carlo Code CRPropa 2.0 (beta) erlaubt die Einbettung verschiedener extragalaktischer Magnetfeldkarten und berücksichtigt bei der Propagation von UHECR insbesondere alle relevanten Wechselwirkungen mit den elektromagnetischen Hintergrundstrahlungen sowie den Zerfall instabiler Kerne. In den hier vorgestellten Studien wurde erstmals das aus kosmologischen Struktursimulationen erzeugte extragalaktische Magnetfeld von Dolag et al. verwendet und die Ergebnisse der UHECR Propagation für Kerne mit  $Z < 27$  mit Resultaten anderer Magnetfeldmodelle verglichen.

T 101.2 Mi 17:00 ZHG 006

**Propagation ultra-hochenergetischer kosmischer Teilchen durch ein simuliertes lokales Universum** — ●DAVID WALZ, MARTIN ERDMANN und GERO MÜLLER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Zur Erforschung der ultra-hochenergetischen kosmischen Strahlung (UHECRs) präsentieren wir eine Monte Carlo Simulationstechnik, die individuelle UHECRs durch das lokale Universum propagiert. Hierfür verwenden wir das Tool CRPropa, mit dem Ziel die relevanten Effekte der Propagation von UHECRs möglichst vollständig zu beschreiben. Das Modell des lokalen Universums ist das Ergebnis einer Strukturbildungssimulation, die mit Randbedingungen aus astronomischen Katalogen erstellt wurde, und die sich durch realistisch strukturierte Massenverteilungen und Magnetfelder auszeichnet. Wir zeigen eine Lösung zur technisch anspruchsvollen Kombination dieser Komponenten auf, die eine Massenproduktion simulierter UHECRs auf gängigen Computerclustern erlaubt. Diese Massenproduktion ermöglicht die Evaluierung und Optimierung der in UHECR Studien verwendeten Observablen und Analysetechniken. Der Vergleich von UHECR Messungen mit Simulation erlaubt es weiterhin, den Parameterraum der zugrundeliegenden Modellvorstellungen einzuschränken und damit wichtige Eigenschaften des Universums zu erforschen.

T 101.3 Mi 17:15 ZHG 006

**Propagation of Galactic Cosmic Rays** — ●MATTHIAS MANDELARTZ and JULIA BECKER — Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany

It is believed that galactic supernova remnants are the primary source of cosmic rays for energies of up to 1 PeV. To test this hypothesis the galactic supernova remnants that have been detected in high energies are modeled based upon their spectral energy distributions including synchrotron radiation, inverse Compton scattering, bremsstrahlung, and neutral pion production. This leads to an estimation of primary and secondary particle spectra, such as hadronic and leptonic spectra, at the source which can be propagated. For the propagation the GALPROP code is used to calculate the cosmic ray spectrum from the discrete distribution of galactic supernova remnants and their respective estimated particle spectra. Finally the result will be compared with the observed spectra at Earth.

T 101.4 Mi 17:30 ZHG 006

**Transportmodelle für galaktische kosmische Strahlung (I): Markov Chain Monte Carlo und Genetische Algorithmen** — ●IRIS GEBAUER<sup>1</sup>, PHILL GRAJEK<sup>2</sup> und SIMON KUNZ<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe — <sup>2</sup>Vrije Universiteit Brussel, Belgien

Die aktuellen Messungen der kosmischen Strahlung mit PAMELA, Fermi oder AMS-02 liefern immer tieferen Einsichten in den Transport und die Quellen dieser Teilchen. Ein umfassendes Verständnis dieser Daten setzt eine sorgfältige Modellierung der Transportprozesse und

eine genaue Bestimmung der Transportparameter voraus.

Eine Markov Chain Monte Carlo Methode (MCMC) wird verwendet, um diese Parameter in einem Diffusions-Konvektionsmodell zu bestimmen. Neben der Frage nach dem Ursprung des Anstiegs im Positronenspektrum, ist eine der faszinierendsten Fragen die Kompatibilität der B/C und Antiprotonen/Protonen Verhältnisse. Diese hängt stark vom Transportmodell ab. Der von B/C und Antiprotonen bevorzugte Transportparameterraum wird mit MCMC untersucht und mit den Ergebnissen einer komplementären Studie mit Genetischen Algorithmen verglichen.

T 101.5 Mi 17:45 ZHG 006

**Transportmodelle für galaktische kosmische Strahlung (II): Ergebnisse der Markov Chain Monte Carlo Studie** — ●SIMON KUNZ, IRIS GEBAUER und WIM DE BOER — Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Die weit verbreiteten numerischen Diffusions-Konvektionsmodelle hängen von einer Vielzahl von Parametern ab, die die Quellen und den Transport der Teilchen der kosmischen Strahlung beschreiben. Um diese Parameter zu untersuchen und zu bestimmen, können Markov-Chain-Monte-Carlo-Methoden (MCMC) angewandt werden. Gegenüber herkömmlichen Fit-Algorithmen hat ein MCMC-Sampler den Vorteil, dass die Dichte der gesampelten Punkte im Parameterraum proportional zur Fitness des Modells ist, d.h. das Sampling interessanter Bereiche des Parameterraums ist besonders effizient. Anhand ausgewählter Observablen ( $p$ ,  $pbar$ ,  $pbar/p$ , B/C) wird der Parameterraum für den Transport der kosmischen Strahlung mit MCMC untersucht. In diesem Vortrag werden Ergebnisse der Markov-Ketten gezeigt, sowie deren Eigenschaften bezüglich der Effizienz, der Abdeckung des Parameterraums und der Akzeptanzraten diskutiert.

T 101.6 Mi 18:00 ZHG 006

**Anisotropy and Composition of Ultra-High Energy Cosmic Rays - Revisited** — ●PETER SCHIFFER<sup>1</sup>, KARL-HEINZ KAMPERT<sup>2</sup>, JÖRG KULBARTZ<sup>1</sup>, LUCA MACCIONE<sup>3</sup>, NILS NIERSTENHÖFER<sup>1,2</sup>, GÜNTER SIGL<sup>1</sup>, and DAVID WITTKOWSKI<sup>2</sup> — <sup>1</sup>II. Institut für Theoretische Physik, Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland — <sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, 42119 Wuppertal — <sup>3</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, München

It has been suggested that an anisotropy signal above  $E_{thr}$  produced by heavy nuclei of charge  $Z$  should be accompanied by an anisotropy signal above  $E_{thr}/Z$  produced by protons from the same source. We investigate this prediction for a realistic scenario using structured magnetic fields, source distributions following the large scale structure, a multi-component composition of UHECRs and all relevant energy loss processes. The deviations from the simple analytic prediction for low energy anisotropy are discussed as well as the effects on current limits on the UHECR composition at the sources.

T 101.7 Mi 18:15 ZHG 006

**Untersuchungen zum Einfluss der Atmosphäre auf die Messung extrem hochenergetischer kosmischer Strahlung aus dem Weltraum** — ●STEFANIE FALK, PHILIPP MOGG und BIANCA KEILHAUER — Karlsruher Institut für Technologie

Das Tor zur nächsten Generation von Experimenten zur Messung kosmischer Strahlung wird von JEM-EUSO aufgestoßen werden. Dieses Teleskop zur Messung der Fluoreszenzemission ausgedehnter Luftschauer wird an Bord der internationalen Raumstation (ISS) die Erde in einer Höhe von etwa 400 km im 90-Minuten-Zyklus umlaufen, wobei etwa 36 Minuten auf der Nachtseite der Erde zu Messungen zur Verfügung stehen. Aufgrund der Umlaufbahn der ISS ergibt sich ein beobachtbares Gebiet zwischen  $52^\circ$  nördlicher und südlicher Breite. Mit einem Öffnungswinkel von  $\pm 30^\circ$  wird JEM-EUSO im Nadir-Modus eine Fläche mit einem Radius von etwa 250 km auf der Erdoberfläche beobachten können. Jedoch spielt für die Messung der in der Erdatmosphäre erzeugten Luftschauer eben jene Atmosphäre in vielerlei Hinsicht eine entscheidende Rolle. Ihr Dichteprofil beeinflusst die Schauerentwicklung. Gleichzeitig hängen die Emission und Ausbreitung des Fluoreszenzlichts entscheidend von atmosphärischen Faktoren, wie Druck, Temperatur, Luftfeuchte, Aerosolgehalt und Wolken, ab. Die wechselnden atmosphärischen Bedingungen stellen neue Herausforderungen an die Analyse der Luftschauerdaten. Es sollen Möglichkeiten zur Verwen-

dung globaler meteorologischer Modelle identifiziert und der Einfluss extremer Bedingungen auf die Rekonstruktion von Energie und Eindringtiefe des Schauermaximums gezeigt werden.

T 101.8 Mi 18:30 ZHG 006

**Die N<sub>2</sub>-Fluoreszenz in der Atmosphäre zur Beschreibung der Entwicklung ausgedehnter Luftschauer** — ●BIANCA KEILHAUER — Karlsruher Institut für Technologie, 76021 Karlsruhe, Deutschland

Zum Nachweis ausgedehnter Luftschauer, die von hochenergetischer kosmischer Strahlung induziert werden, nutzt man den Effekt der N<sub>2</sub>-Fluoreszenz in der Atmosphäre. Durch die Sekundärteilchen des Luftschauers werden Stickstoffmoleküle in der Luft angeregt. Die Fluoreszenzausbeute ist proportional zur deponierten Energie des Luftschauers und kann somit zur kalorimetrischen Messung der Primärenergie des Luftschauers genutzt werden. Neben der strahlenden Abregung des Stickstoffs sind wesentliche Quenchingprozesse in der Luft zu berücksichtigen, die von den Zustandsgrößen der Atmosphäre, wie Druck, Temperatur und Luftfeuchte, abhängen. Seit nahezu 10 Jahren wird die Fluoreszenzemission in Luft in Hinblick auf ihre Anwendung bei der Beobachtung der kosmischen Strahlung in zahlreichen Experimenten detailliert untersucht. Beim "8. Air Fluorescence Workshop 2011" wurden zusammenfassende Statusberichte über alle wesentlichen Aspekte bei der Beschreibung der Emission gegeben. Daraus resultierend wird an einer vereinheitlichten Referenz-Beschreibung zur N<sub>2</sub>-Fluoreszenz

in Luft gearbeitet, die in den Analysen der Luftschauer-Experimente angewandt werden soll. In diesem Beitrag wird sowohl eine kurze Zusammenfassung der Resultate, die auf dem Workshop präsentiert wurden, gegeben, als auch erste Analysen zur Referenz-Beschreibung der N<sub>2</sub>-Fluoreszenz vorgestellt.

T 101.9 Mi 18:45 ZHG 006

**Bestimmung der solaren Modulation durch simultane Analyse des lokalen Energiespektrums der Kosmischen Strahlung und der diffusen Galaktischen Gammastrahlung** — ●MARKUS WEBER — Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Germany

Durch das Magnetfeld der Sonne werden die Energiespektren der geladenen Kosmischen Strahlen (KS) für Energien unterhalb von etwa 10 GeV beeinflusst. Dieser Einfluss variiert mit der Aktivität der Sonne über den Sonnenzyklus von 11 Jahren hinweg. Ausserhalb des Sonnensystems interagieren die KS mit dem interstellaren Gas und produzieren dabei Gammastrahlen, deren Energiespektrum nicht durch das Magnetfeld der Sonne beeinflusst wird. Das lokale Energiespektrum der KS und der diffusen Galaktischen Gammastrahlen wurden in den letzten Jahren durch Satellitenexperimente wie PAMELA und Fermi mit hoher Genauigkeit bestimmt. Durch die simultane Analyse dieser Spektren kann somit auf die Größe der Solaren Modulation geschlossen werden.

## T 102: Kosmische Strahlung 4

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 006

T 102.1 Do 16:45 ZHG 006

**Messung der Anisotropie in den Ankunftsrichtungen kosmischer Strahlung mit dem AMANDA-Experiment** — ●MARIA GURTNER und KARL-HEINZ KAMPERT für die IceCube-Kollaboration — Universität Wuppertal

Der AMANDA-Detektor wurde von 2000 bis 2006 in seiner finalen Konfiguration am Südpol betrieben und hat in dieser Zeit ca.  $9 \times 10^9$  Muonen mit einer Energie oberhalb von  $\sim 1$  TeV registriert. Mit einem Datensatz dieser Grösse ist es problemlos möglich, den südlichen Himmel nach Anisotropien der kosmischen Strahlung im Bereich  $10^{-3}$ – $10^{-4}$  abzusuchen.

Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf die Datenselektion gelegt. Vorgestellt wird die Analyse einschliesslich Korrekturen für räumliche Asymmetrien des Detektors und Unterbrechungen der Datennahme.

In allen Jahren können Dipolasymmetrien in der Rektaszensionsverteilung mit Amplituden in der Grössenordnung  $5 \times 10^{-4}$  und Phasen um etwa  $50^\circ$  beobachtet werden. Diese Resultate stimmen sehr gut mit unabhängigen Messungen von IceCube überein. Eine signifikante zeitliche Variation der Amplitude und Phase kann in den untersuchten Jahren nicht beobachtet werden.

T 102.2 Do 17:00 ZHG 006

**Composition analysis of Cosmic-Rays using the full detector configuration of IceTop** — ●DANIEL BINDIG für die IceCube-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42097 Wuppertal

At the end of 2010 the deployment of the IceCube neutrino telescope has been completed. Its surface component IceTop now consists of 81 stations with two tanks each. Each tank is filled with clear ice containing two photomultiplier tubes running in high and low gain mode. Particles produced in air showers travel through the ice and emit Cherenkov light, which is measured by the PMTs.

The goal of this study is the determination of the Cosmic-Ray composition using IceTop as stand-alone detector. Coincident measurements between IceTop and the deep ice detector are constrained to nearly vertical showers and thus low statistics at higher energies. This is not the case for IceTop alone and therefore measurements of the composition up to higher energies are promising. The lateral distribution of the tank signal heights is fitted by a double logarithmic parabola. We investigate the sensitivity of fit parameters to mass composition and test different parametrisations of the lateral distribution.

T 102.3 Do 17:15 ZHG 006

**Kalibrationsmessungen zum IceTop-Detektor** — ●NORBERT PIRK für die IceCube-Kollaboration — Deutsches Elektronensynchro-

tron, Zeuthen

IceTop, der Oberflächendetektor des IceCube Neutrino-Observatoriums am Südpol, besteht aus 162 mit Eis gefüllten Tanks, die paarweise über den ins Eis versenkten Trossen des IceCube-Detektors von je 60 Lichtsensoren positioniert sind. Die Tank-Paare haben einen Abstand von 125 m und verteilen sich über eine Fläche von ca.  $1 \text{ km}^2$ . Sie sind jeweils mit zwei Digitalen Optischen Modulen bestückt, die das Cherenkov-Licht von geladenen Teilchen aus Luftschauern im Eis registrieren.

Die relative Eichung der Tanks zueinander erfolgt mittels des Lichtäquivalents vertikal passierender Muonen. Um dieses Signal besser zu verstehen, wurden mit Hilfe eines 3-dimensionalen Triggersystems Kalibrationsmessungen durchgeführt. Die Resultate der Messungen werden mit Simulationsrechnungen verglichen und sollen ein besseres Verständnis der Signalbildung im Tank erlauben.

T 102.4 Do 17:30 ZHG 006

**Detektion kosmischer Myonen in Schulversuchen mittels der "Kamiokanne"** — JOHANNES AGRICOLA, JÖRN GROSSE-KNETTER, ●FABIAN KOHN, KEVIN KRÖNINGER und ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Georg-August Universität Göttingen

Bei der Wechselwirkung primärer kosmischer Höhenstrahlung mit Luftmolekülen der Erdatmosphäre kommt es zur Bildung von Teilchenschauern, welche hauptsächlich aus Pionen bestehen. Diese zerfallen zu Myonen, welche aufgrund ihrer relativistischen Geschwindigkeit und der daraus resultierenden effektiven Lebensdauer auf der Erdoberfläche detektiert werden können. Präsentiert wird ein experimenteller Aufbau zur Bestimmung des Flusses und der Lebensdauer kosmischer Myonen, welcher mittels einer handelsüblichen, mit Wasser gefüllten Kaffeekanne realisiert wird. Kosmische Myonen, welche in das Wasser eindringen, erzeugen dort Cherenkovstrahlung, da ihre Geschwindigkeit in der Regel oberhalb der Lichtgeschwindigkeit in Wasser liegt. Die erzeugten Lichtsignale werden mittels eines Photomultipliers registriert und über eine empfindliche Messelektronik verstärkt und verarbeitet. Gezeigt werden neben der technischen Realisierung Messergebnisse zum Myonfluss und der mittleren Myonenlebensdauer. Dieser Versuch ist primär für die Verwendung in Schulversuchen konzipiert und erlaubt es, die Entstehung und Detektion kosmischer Strahlung anschaulich zu vermitteln.

T 102.5 Do 17:45 ZHG 006

**Simulation der Radioemissionen von Luftschauern mit COREAS** — ●TIM HUEGE<sup>1,2</sup>, MARIANNE LUDWIG<sup>3</sup> und CLANCY JAMES<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie, IK — <sup>2</sup>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, ECAP — <sup>3</sup>Karlsruher Institut für Technologie, IEKP

Mit dem Monte-Carlo-Simulationscode REAS werden Radioemissionen aus Luftschauern auf Basis des Endpunktformalismus berechnet. Hierzu müssen keinerlei Annahmen über den Emissionsmechanismus gemacht werden.

REAS-Simulationen basieren auf histogrammierten Luftschauern, die ihrerseits aus CORSIKA-Simulationen gewonnen werden. Beim Histogrammieren der relevanten Verteilungen gehen jedoch Informationen verloren. So werden zum Beispiel das Dipolmoment der Elektron-Positron-Verteilung und die vorzugsweise radiale Auswärtsdrift der Sekundärteilchen nicht berücksichtigt.

Für eine noch genauere Simulation der Radioemissionen haben wir daher den Endpunktformalismus aus REAS direkt in CORSIKA implementiert. In diesem Vortrag stellen wir das Konzept und erste Ergebnisse des neuen Simulationscodes CoREAS vor.

T 102.6 Do 18:00 ZHG 006

**Simulationen der Luftschauer-Radioemissionen mit REAS 3.1 unter Berücksichtigung des Brechungsindex** — ●MARIANNE LUDWIG<sup>1</sup>, TIM HÜGE<sup>2,3</sup> und CLANCY W. JAMES<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP — <sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IK — <sup>3</sup>Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, ECAP

REAS ist ein Monte-Carlo-Programm, das die Radioemission aus Luftschauern simuliert. Zur Berechnung der Strahlungsbeiträge der einzelnen Elektronen und Positronen eines Luftschauers wird ein universeller Ansatz in Form des Endpunktformalismus angewendet, der eine vollständige und konsistente Beschreibung aller Emissionsprozesse ermöglicht. In der neusten Version REAS 3.1 werden erstmals auch Beiträge erfasst, die durch den Brechungsindex der Atmosphäre hervorgerufen werden. In diesem Vortrag wird die Implementation in REAS sowie der Einfluss des Brechungsindex auf die Radioemission präsentiert. Dabei werden wir zeigen, dass der Einfluss auf Messungen stark vom gewählten Frequenzbereich des Experiments abhängt.

T 102.7 Do 18:15 ZHG 006

**Nachweis von Luftschauern mit einer Radioantenne im GHz-Bereich** \* — ●SEBASTIAN MATHYS für die CROME-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

Ausgedehnte Luftschauer werden über die Teilchendetektion am Boden, die Energiedeposition in der Atmosphäre oder über ausgesandte Radiowellen im MHz-Band hauptsächlich aufgrund des Geosynchrotron-Effektes gemessen. Zusätzlich wurde Emission im GHz-Bereich aufgrund von molekularer Bremsstrahlung vorhergesagt. Der Cosmic-Ray Observation via Microwave Emission (CROME) Aufbau am Karlsruher Institut für Technologie besteht aus mehreren Radioantennen im 1-GHz-Bereich, im C- und Ku-Band. Mit dem KASCADE-

Grande-Detektor, der zur Triggerung des CROME-Aufbaus verwendet wird, stehen kalibrierte Messungen von Luftschauern am gleichen Ort zur Verfügung. In diesem Vortrag werden der Aufbau von einer 1-GHz-Antenne, die Signalverarbeitung inklusive Datenerfassung und erste Ergebnisse vorgestellt.

\* Gefördert durch BMBF / ASPERA

T 102.8 Do 18:30 ZHG 006

**Search for Microwave Bremsstrahlung with CROME** — ●RADOMIR SMIDA — IK KIT, Karlsruhe, Germany

The CROME (Cosmic-Ray Observation via Microwave Emission) experiment is a small array of antennas for searching for radio emission in the GHz range from extensive air showers. It is expected that the short-lived plasma produced by the electromagnetic component of extensive air showers radiates in the microwave range due to molecular bremsstrahlung. Radiation from the atmosphere is monitored mainly in the extended C band (3.4–4.2 GHz) in coincidence with air showers detected by the KASCADE-Grande experiment. The detector setup and different methods used for determining the sensitivity of the detector are presented. First results after almost one year of data taking are presented.

T 102.9 Do 18:45 ZHG 006

**Tunka-Rex – ein Radioantennenfeld zur Messung kosmischer Strahlung beim Tunka-Experiment** — ●FRANK G. SCHRÖDER<sup>1</sup>, JAN OERTLIN<sup>1</sup>, ANDREAS HAUNGS<sup>1</sup>, CHRISTOPH RÜHLE<sup>2</sup>, OLIVER KRÖMER<sup>2</sup>, HARTMUT GEMMEKE<sup>2</sup>, LEONID A. KUZMICHEV<sup>3</sup> und VASILY V. PROSIN<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK) — <sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE) — <sup>3</sup>Moscow State University, Skobel'syn Institute of Nuclear Physics

Das Tunka-Experiment in Sibirien misst Luftschauer der kosmischen Strahlung im Energiebereich bis  $10^{18}$  eV. Dazu wird in mondlosen und klaren Nächten das Cherenkovlicht der Luftschauer mit 133 Photomultipliern auf einer Fläche von  $1 \text{ km}^2$  detektiert. Um zusätzlich die Radioemission der Luftschauer zu messen, wird dieses Jahr Tunka-Rex (Tunka Radio Extension) aufgebaut, ein Messfeld von etwa 20 Radioantennen innerhalb des Tunka-Experiments. Ziel der Radio-Cherenkov-Hybridmessungen ist es herauszufinden, mit welcher Genauigkeit sich die Energie und Masse der Primärteilchen der kosmischen Strahlung durch Radiomessungen bestimmen lassen. Langfristig kann Tunka-Rex die Messzeit von Tunka gerade bei den seltenen hohen Energien deutlich steigern, da Radiomessungen nahezu wetterunabhängig und rund um die Uhr möglich sind.

## T 103: Kosmische Strahlung 5

Zeit: Donnerstag 16:45–19:00

Raum: ZHG 005

T 103.1 Do 16:45 ZHG 005

**Charakterisierung von Silizium Photomultipliern (SiPMs) zur Detektion des Fluoreszenzlichtes von ausgedehnten Luftschauern mittels des Teleskop-Prototypen FAMOUS** — ●MARKUS LAUSCHER, THOMAS HEBBEKER, CHRISTINE MEURER, TIM NIGGEMANN, JOHANNES SCHUMACHER und MAURICE STEPHAN — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University, Germany

Eine der fortschrittlichsten Techniken zur Messung von ultra-hochenergetischer kosmischer Strahlung ist die Detektion mittels Fluoreszenzteleskopen. Wir untersuchen die Möglichkeit die Sensitivität des Fluoreszenz-Detektors des Pierre Auger Observatoriums mit Hilfe von SiPMs zu steigern. Diese versprechen eine höhere Photon-Detektionseffizienz (PDE) als herkömmliche Photomultiplier Tubes. Hierzu wird zurzeit ein Teleskop-Prototyp namens FAMOUS (First Auger Multi pixel photon counter camera for the Observation of Ultra-high-energy cosmic ray Showers) entwickelt. Eine genaue Kenntnis des SiPM-Verhaltens ist dazu notwendig. Wir präsentieren Charakterisierungsstudien verschiedener SiPM-Typen. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die PDE und auf das Rauschverhalten gelegt. Wir zeigen Messungen der PDE, ihrer Abhängigkeit vom Einfallswinkel des Lichtes, und der Rauschkomponenten. Zu diesen zählen neben thermischem Rauschen auch optisches Übersprechen und Nachpulsen. In weiteren Vorträgen zeigen wir Messungen der Hintergrund-Helligkeit des Nachthim-

mels mittels SiPMs (M. Stephan) und die damit verbundene erwartete Performance der entworfenen Teleskop-Optik (T. Niggemann).

T 103.2 Do 17:00 ZHG 005

**Die Optik und Detektor-Simulation des SiPM-Fluoreszenz-Teleskops FAMOUS** — ●TIM NIGGEMANN, THOMAS HEBBEKER, MARKUS LAUSCHER, CHRISTINE MEURER, JOHANNES SCHUMACHER und MAURICE STEPHAN für die Pierre Auger-Kollaboration — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Eine erfolgreiche Methode zur Beobachtung ultra-hochenergetischer kosmischer Strahlung ist die Detektion von Fluoreszenzlicht ausgedehnter Luftschauer. Die sekundären Teilchen der elektromagnetischen Komponente des Luftschauers regen die Stickstoff-Moleküle in der Atmosphäre an, welche durch Abregung ultraviolettes Fluoreszenzlicht isotrop aussenden. Die Teleskope des Fluoreszenz-Detektors des Pierre Auger Observatoriums setzen Kameras aus Photomultiplier-Tubes zum Nachweis ein.

Das erste Ziel von FAMOUS (First Auger Multi pixel photon counter camera for the Observation of Ultra-high-energy cosmic ray Showers) besteht in der Entwicklung und Inbetriebnahme eines Prototypen eines Fluoreszenz-Teleskops, das Silizium Photomultiplier (SiPMs) als hochsensitiven Licht-Detektor einsetzt. Neben der Charakterisierung der verwendeten SiPMs (M. Lauscher, diese Tagung) und der Messung des erwarteten Photonen-Untergrundes (M. Stephan, diese Tagung)

stellen wir in diesem Vortrag die refraktive Optik und eine vollständige Simulation des Detektors in Geant4 vor.

T 103.3 Do 17:15 ZHG 005

**Messungen der Hintergrund-Helligkeit des Nachthimmels mittels SiPMs für das Fluoreszenzteleskop FAMOUS** — ●MAURICE STEPHAN, THOMAS HEBBEKER, MARKUS LAUSCHER, CHRISTINE MEURER, TIM NIGGEMANN und JOHANNES SCHUMACHER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Eine der erfolgreichen Techniken zur Messung von ultrahochenergetischer kosmischer Strahlung - bzw. der durch sie hervorgerufenen ausgedehnten Luftschauer - ist die Detektion mittels Fluoreszenzteleskopen. Sekundärteilchen des Schauers regen den Stickstoff in der Atmosphäre an, welcher unter Abregung Fluoreszenzlicht aussendet. Dieses wird mittels geeigneter Kameras innerhalb der Teleskope detektiert. Der Fluoreszenz-Detektor des Pierre Auger Observatoriums nutzt diese Technik. Um seine Sensitivität zu steigern, untersuchen wir die Möglichkeit, Silizium-Photomultiplier (SiPM) als aktive Detektor-Komponente zu nutzen. Diese versprechen gegenüber den bisher verwendeten Photomultiplier-Tubes eine höhere Photon-Detektions-Effizienz. Mittelfristiges Ziel ist die Entwicklung und Inbetriebnahme des Prototypen FAMOUS (First Auger Multi pixel photon counter camera for the Observation of Ultra-high-energy cosmic ray Showers). In diesem Vortrag stellen wir Untersuchungen zur Helligkeit des Nachthimmels vor. Dieser Photonenfluss macht den Hauptuntergrund für die Fluoreszenzmessungen aus und wurde mit einem Ein-Pixel-SiPM-Teleskop gemessen. In weiteren Vorträgen werden SiPM-Charakterisierungsstudien (M. Lauscher) und die für FAMOUS entwickelte Optik (T. Niggemann) vorgestellt.

T 103.4 Do 17:30 ZHG 005

**Untersuchungen zur Bestimmung des Schauermaximums  $X_{\max}$  mit HEAT am Pierre Auger Observatorium** — ●MARCEL STRAUB, THOMAS HEBBEKER, CHRISTINE MEURER und NILS SCHARF — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Das Pierre Auger Observatorium untersucht kosmische Strahlung mit Energien oberhalb von  $10^{18}$  eV und rekonstruiert die Energie und Anknüpfungsrichtung des Primärteilchens. Die HEAT (High Elevation Auger Telescopes) Erweiterung besteht aus drei Fluoreszenz-Teleskopen, die gegenüber den normalen Teleskopen um  $30^\circ$  nach oben geneigt sind, wodurch die Triggerschwelle auf etwa  $10^{17}$  eV abgesenkt wird. Zusammen mit den regulären Teleskopen wird auch der beobachtbare Himmelsbereich vergrößert. Die Erweiterung wurde 2009 fertiggestellt und liefert seitdem Daten.

In dem durch HEAT zugänglichen Energiebereich sagen verschiedene Modelle den Übergang von schwereren in der Milchstraße beschleunigten Primärteilchen zu leichteren Primärteilchen aus extragalaktischen Quellen voraus. Es wird erwartet, dass sich dies in der messbaren chemischen Zusammensetzung der kosmischen Strahlung niederschlägt. Zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der kosmischen Strahlung wird als Observable die atmosphärische Tiefe der maximalen Energiedeposition in der Atmosphäre ( $X_{\max}$ ) für jeden beobachtbaren Luftschauer bestimmt. Das über einen Energieintervall gemittelte  $X_{\max}$  wird mit Monte-Carlo-Simulationen für verschiedene Primärteilchen verglichen, was auf statistischer Basis einen Rückschluss auf die chemische Komposition erlaubt.

T 103.5 Do 17:45 ZHG 005

**Cherenkovlicht in Teilchenschauern aus kosmischer Strahlung gemessen mit HEAT am Pierre Auger Observatorium** — ●ILYA BEKMAN, THOMAS HEBBEKER, CHRISTINE MEURER und NILS SCHARF — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Das Pierre Auger Observatorium in Argentinien untersucht höchstenergetische kosmische Strahlung. Wenn diese Strahlung auf die Erdatmosphäre trifft, wechselwirkt sie mit den Atomkernen und löst Teilchenkaskaden aus. Die dabei entstehenden Sekundärteilchen regen ihrerseits Moleküle an, sodass Fluoreszenz- und Cherenkov-Licht abgestrahlt und am Boden detektiert werden kann. Die Niederenergieerweiterung HEAT (High Elevation Auger Telescopes) besteht aus drei Fluoreszenz-Teleskopen, deren Gesichtsfeld von  $30^\circ$ - bis  $60^\circ$ -Neigung reicht. Damit können nahe Schauer registriert werden. Aufgrund des geänderten Gesichtsfeldes wird ein prozentual höherer Anteil an Cherenkov-Licht detektiert. Um den Einfluss des Cherenkov-Lichts auf die Schauerrekonstruktion zu untersuchen, werden mit Hilfe von Luftschauer-Simulationen (CORSIKA) geometrische Effekte auf die Verteilung der Cherenkov-Photonen betrachtet und die Simulationen mit Daten der gemessenen Schauer verglichen.

T 103.6 Do 18:00 ZHG 005

**Triggerstudien für die High Elevation Telescopes (HEAT) des Pierre-Auger-Observatoriums** — ●TIMO MÜNZING für die Pierre Auger-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Kernphysik

Das Pierre-Auger-Observatorium ist das momentan größte Experiment zur Messung ausgedehnter Luftschauer und befindet sich in der argentinischen Pampa auf einem Areal von  $3000\text{km}^2$ . Zum einen besteht es aus Fluoreszenzteleskopen, welche die Photonen messen, die von Luftmolekülen nach Anregung durch die Sekundärteilchen von Luftschauern emittiert werden und zum anderen aus Oberflächendetektoren, mit denen die Teilchendichte am Erdboden gemessen werden kann.

Der Standardenergiebereich des Observatoriums liegt zwischen  $10^{18}\text{eV}$  und  $10^{20}\text{eV}$ . Um auch energieschwächere Teilchenschauer untersuchen zu können wurden zusätzliche Teleskope installiert, welche die Energieschwelle des Observatoriums um eine Größenordnung nach unten verschieben. Dadurch steigt die Rate an beobachteten Schauern an die Grenzen der Rate die von den Oberflächendetektoren koinzident ausgelesen werden können.

Dieser Vortrag beschäftigt sich mit den Möglichkeiten zur Reduzierung dieser Datenmenge. Wir diskutieren die Beseitigung sogenannter trigger-bursts, also kurze Zeitintervalle, in denen extrem viele Events stattfinden, die nicht auf Schauer zurückzuführen sind. Darüberhinaus wird ein Algorithmus vorgestellt der anhand der Zeitdauer der Spur auf der Teleskopkamera entscheidet, ob ein echtes Schauerereignis für die spätere Datenanalyse interessant ist.

T 103.7 Do 18:15 ZHG 005

**Erste Ergebnisse der HEAT Erweiterung des Pierre-Auger-Observatoriums\*** — ●DANIEL KRUPPKE-HANSEN für die Pierre Auger-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

Das Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien wurde in den letzten Jahren um drei zusätzliche Fluoreszenzteleskope erweitert. Diese *high elevation Auger telescopes* (HEAT) erlauben Luftschauermessungen in geringerer atmosphärischer Tiefe und verringern damit die Energieschwelle des Observatoriums von  $10^{18}\text{eV}$  um etwa eine Größenordnung zu niedrigeren Energien. Dies erlaubt detaillierte Messungen im Energiebereich des Spektrums der kosmischen Strahlung, in dem der Übergang von der galaktischen zur extragalaktischen Komponente vermutet wird. Seit Mai 2010 laufen die HEAT Teleskope in der regulären Datennahme. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über erste Ergebnisse der neuen Teleskope mit besonderem Augenmerk auf die Erweiterung des gemessenen Energiespektrums.

\* Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 103.8 Do 18:30 ZHG 005

**Performance des TRD des AMS-02 Experiments auf der ISS** — ●BASTIAN BEISCHER — I. Physikalisches Institut B, RWTH Aachen, Germany

AMS-02 ist ein komplexer und sehr leistungsfähiger Detektor für kosmische Strahlung, welcher seit Mai 2011 auf der internationalen Raumstation ISS Daten aufzeichnet. Zu den wichtigsten Aufgaben des Experiments gehört die Vermessung der Spektren von Elektronen und Positronen.

Dabei ist insbesondere bei der Identifikation von Positronen die Unterdrückung des großen Untergrunds an Protonen von entscheidender Bedeutung. Hierzu steht bei AMS-02 unter anderem ein Übergangsstrahlungsdetektor (TRD) zur Verfügung, der per Design in der Lage ist 1 Positron gegenüber einem Untergrund von 1000 Protonen bei einer Positroneneffizienz von 90% zu identifizieren.

In diesem Vortrag wird eine Möglichkeit zur Kalibration des Übergangsstrahlungsdetektors aus Daten vorgestellt, sowie die Leistungsfähigkeit des TRDs in Bezug auf sein Trennungsvermögen von Elektronen und Protonen bestimmt und mit den Erwartungen aus Strahltestmessungen verglichen.

T 103.9 Do 18:45 ZHG 005

**Measurement of the cosmic electron spectrum with the MAGIC telescopes** — ●DANIELA BORLA TRIDON for the MAGIC-Collaboration — Max Planck Institut fuer Physik, Munich, Germany

Cosmic electrons with energies in the TeV range lose their energy rapidly through synchrotron radiation and inverse Compton processes, resulting in a relatively short lifetime ( $\sim 10^5$  years). They are only visible from comparatively nearby sources ( $< 1$  kpc). Unexpected features

in their spectrum at a few hundreds GeV, as measured by several experiments (ATIC, Fermi and H.E.S.S. among others), might be caused by local sources such as pulsars or dark matter annihilation/decay. In order to investigate these possibilities, new measurements in the TeV energy region were needed. Since the completion of the stereo system, the MAGIC Cherenkov experiment is sensitive enough to measure the

cosmic electron flux between a few hundred GeV and few TeV. The electron signal has to be extracted from the overwhelming background of hadronic cosmic rays calculated in Monte Carlo simulations. Here we present the the cosmic electron spectrum measured with the MAGIC telescopes.

## T 104: Kosmische Strahlung 6

Zeit: Freitag 8:30–10:30

Raum: ZHG 006

T 104.1 Fr 8:30 ZHG 006

**Zur Analyse hochmultipler Jets am LHC** — ●LUEBBO VON LINDERN — MPG Ruhestand

Aus dem Grenzverhalten der Pseudorapidity ergibt sich die einfache Möglichkeit, die Winkelverteilung der geladenen Teilchen eines hochmultiplen LHC-Jets jeweils einem eigenen Schwerpunktsystem zuzuordnen. Dabei kann auf Verfahren zurückgegriffen werden, die sich bei der Analyse von Jets in der Kosmischen Strahlung bewährt haben. (\*) Die Primärrichtung der einzelnen Jets muss aber aus ihrer Winkelverteilung ermittelt werden: Diskussion.

\*Stellvertretend für die grosse Zahl anzuführender Arbeiten sei hier im Gedenken an Helmut Bradt's Schicksal seine Pionierarbeit mit Kaplon und Peters angegeben: H.L. Bradt, M.F. Kaplon und B. Peters, "Multiple Meson and gamma-ray Production in Cosmic Ray Stars." Helvetia Physica Acta 23, 1950, p. 24 - 62

T 104.2 Fr 8:45 ZHG 006

**Messung von Produktionsspektren geladener Hadronen in Pion-Kohlenstoff Wechselwirkungen mit NA61** — ●MARTIN RUPRECHT für die NA61-Kollaboration — Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

Die Interpretation von Messungen der ultrahochenergetischen kosmischen Strahlung benötigt detaillierte Simulationen ausgedehnter Luftschauer, die aufgrund unbekannter Eigenschaften der hadronischen Wechselwirkung hohen Unsicherheiten unterliegen. Die Messung von Sekundärteilchenspektren von Pion-Kohlenstoff Wechselwirkungen liefert entscheidende Informationen für luftschauerrelevante Prozesse. Hierzu wurden Daten bei 158GeV/c und 350GeV/c Strahlimpuls mit dem NA61 Experiment am CERN aufgenommen. In diesem Vortrag wird die Analyse, vorläufige Resultate und deren Vergleich mit hadronischen Wechselwirkungsmodellen vorgestellt.

T 104.3 Fr 9:00 ZHG 006

**Messung des Wirkungsquerschnitts von Pion-Kohlenstoff Wechselwirkungen mit Hilfe des NA61 Detektors** — ●MICHAEL HAUG für die NA61-Kollaboration — Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

Der NA61 Detektor ist ein Experiment am SPS des CERN, der mit einem Fixed-Target Aufbau Wechselwirkungen untersucht. Mit dem NA61 Detektor ist es möglich, Wirkungsquerschnitte bei Energien zu messen, die interessant für die Simulation ausgedehnter Luftschauer sind. Ziel der Arbeit ist es, Wirkungsquerschnitte von Pion-Kohlenstoff Wechselwirkungen bei Energien von 158 GeV/c und 350 GeV/c zu bestimmen. Die nötigen Korrekturen für den elastischen und quasi-elastischen Anteil zu den gemessenen Wirkungsquerschnitten werden mit Hilfe des Glauber-Modells berechnet. Erste Resultate für die Wirkungsquerschnitte werden vorgestellt.

T 104.4 Fr 9:15 ZHG 006

**Vorwärtsphysik in der Luftschauerentwicklung mit CMS/CASTOR am LHC** — ●COLIN BAUS und RALF ULRICH — Institut für Experimentelle Kernphysik, KIT, Germany

Luftschauersimulationen sind ein fester Bestandteil der Rekonstruktion von Daten der Ultra-Hochenergieexperimente für kosmische Strahlung. Es gibt jedoch viele verschiedene Wechselwirkungsmodelle, um die Prozesse der Teilchenkaskade zu beschreiben und da diese teils auf verschiedenen phänomenologischen Konzepten beruhen, unterscheiden sie sich stark voneinander. Freie Parameter muss man daher mit Beschleunigerdaten bestmöglich anpassen. Hierfür wollen wir die neuen LHC-Daten bis zu einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV nutzen. Unter anderem wird CASTOR, ein Subdetektor von CMS, der im Bereich  $-6.6 < \eta < -5.2$  Kalorimeterdaten der p-p-, p-A- und A-A-Kollisionen aufnimmt, zur untersuchen der starken Vorwärtsrichtung genutzt. Die-

ser Bereich ist für Luftschauer von besonders hoher Bedeutung, da dort sehr viel mehr Energie deponiert wird als im bereits genauer untersuchten Bereich kleiner  $|\eta|$ . Im Vortrag besprechen wir die Vorgehensweisen zur Extraktion hadronischer Wechselwirkungsparameter aus den Messungen mit CASTOR und anderen Vorwärtsdetektoren.

T 104.5 Fr 9:30 ZHG 006

**Simulation hadronischer Wechselwirkungen mit Sibyll** — ●FELIX RIEHN<sup>1</sup>, RALPH ENGEL<sup>2</sup> und TANGUY PIEROG<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut f. experimentelle Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>Institut f. Kernphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Sibyll 2.1 ist ein Ereignisgenerator für hochenergetische, hadronische Wechselwirkungen, der insbesondere für die Interpretation ausgedehnter Luftschauer benutzt wird. Um die Extrapolation auf Schwerpunktsenergien von einigen hundert TeV zuverlässig ausführen zu können, ist es notwendig möglichst viele experimentelle Daten bei niedrigen Energien möglichst gut zu beschreiben. Es soll gezeigt werden wie sich die neuen, insbesondere seit dem Start der Experimente am LHC gewonnenen, experimentellen Ergebnisse zum totalen Wirkungsquerschnitt und der Teilchenproduktion in den Ereignisgenerator einbauen lassen und welche Auswirkungen dies auf die simulierten Luftschauer hat. Unter anderem wird die Beschreibung der Baryonerzeugung und deren Rolle in der Entwicklung ausgedehnter Luftschauer diskutiert.

T 104.6 Fr 9:45 ZHG 006

**Vorhersagen zum Photonen- und Neutrinofluss im ultrahochenergetischen Regime\*** — ●BISWAJIT SARKAR und KARL-HEINZ KAMPERT — Bergische Universität Wuppertal, Gausstr. 20, 42097 Wuppertal

Auf dem Weg von ihren Quellen bis zur Detektion auf der Erde können ultra-hochenergetische (UHE,  $E \geq 10^{18}$  eV) Kerne durch Wechselwirkungen mit dem niederenergetischen Photonenhintergrund auch UHE-Photonen und -Neutrinos erzeugen. Die zusätzliche Information aus diesen Flüssen kann entscheidende Hinweise auf die Quellen der ultra-hochenergetischen kosmischen Strahlung geben.

In diesem Vortrag werden Vorhersagen zu diesen Photonen- und Neutrinoströmen mit dem Monte-Carlo Code CRPro\*\* vorgestellt. Es wird gezeigt, wie aktuelle experimentelle Obergrenzen auf diese Flüsse, wie sie z.B. vom Pierre-Auger- Observatorium ermittelt wurden, genutzt werden können, um Quellszenarien auszuschließen.

\* Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik  
\*\*CRPro version 2.0(pre-release)

T 104.7 Fr 10:00 ZHG 006

**A new formalism for the calculation of electromagnetic radiation** — ●CLANCY JAMES<sup>1</sup>, HEINO FALCKE<sup>2,3</sup>, TIM HÜEGE<sup>1,4</sup>, and MARIANNE LUDWIG<sup>4</sup> — <sup>1</sup>ECAP, University of Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Germany — <sup>2</sup>Department of Astrophysics, Radboud University Nijmegen, The Netherlands — <sup>3</sup>ASTRON, Dwingeloo, the Netherlands — <sup>4</sup>Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Germany

We present the 'endpoint' formalism, a completely general method to calculate the electromagnetic radiation resulting from charged particle acceleration. We derive the formalism, and show how it accurately reproduces classical processes such as transition and synchrotron radiation. The formalism is ideally suited to the calculation of coherent fields from complex systems where analytic methods break down, such as cascades resulting from the interactions of high-energy particles. These cascades emit coherent radio-wave radiation, as predicted by Askaryan in 1962, and demonstrated for dense media at SLAC in 2004. An implementation of the endpoint formalism has been used in the REAS3 code to calculate the emission from atmospheric air showers - this is described in another contribution. Here, we focus on the case of dense media, and use the endpoint formalism to show that Askaryan's radiation is dominated by coherent bremsstrahlung, rather

than coherent Vavilov-Cherenkov radiation as was previously thought. We conclude by noting that ground-based radio-telescopes will thus be able to detect ultra-high-energy cosmic-ray interactions in the outer layers of the Moon.

T 104.8 Fr 10:15 ZHG 006

**Untersuchung zur Kondensation im Kern von Luftschauern** — ●LUKAS NIEMIETZ<sup>1</sup>, ANDREAS HAUNGS<sup>2</sup>, KARL-HEINZ KAMPERT<sup>1</sup>, JULIAN RAUTENBERG<sup>1</sup> und JÜRGEN WOCHLE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, D-42119 Wuppertal — <sup>2</sup>Karlsruher Institut für Technologie, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Treffen hochenergetische kosmische Teilchen auf die Erdatmosphäre, werden durch Wechselwirkungen mit Luftmolekülen Kaskaden von weiteren Sekundärteilchen ausgelöst. Diese sogenannten Luftschauer be-

stehen aus mehreren  $10^6$  Teilchen und haben im Kern eine hohe Ionendichte, welche zu Kondensationseffekten führen könnte. Ähnliche Zusammenhänge bei niedrigen Teilchenenergien zwischen der Intensität der kosmischen Strahlung und der Wolkendichte wurden von Svensmark und Friis-Christensen beschrieben und ein Einfluss von Strahlung auf die Bildung von Kondensationskeimen wurde kürzlich am CLOUD-Experiment gezeigt. In diesem Vortrag werden die neusten Ergebnisse einer anderen Herangehensweise an dieses Thema beschrieben, bei der die Wolkenbildung im Kern eines Luftschauers beobachtet werden soll. Dazu wurden in Karlsruhe am KASCADE-Grande Detektor, einem Feld aus 37 einzelnen Detektorstationen auf einer Fläche von  $0.5 \text{ km}^2$ , zwei CCD-Kameras aufgestellt, welche den Himmel abfotografieren. In diesen stereoskopischen Aufnahmen wird nach Kondensstreifen eines Schauers in der Atmosphäre gesucht und diese Ergebnisse werden unter Berücksichtigung von GDAS-Wetterdaten auf Koinzidenzen zu KASCADE-Grande Ereignissen geprüft.

## T 105: Kosmische Strahlung 7

Zeit: Freitag 8:20–10:30

Raum: ZHG 005

### Gruppenbericht

T 105.1 Fr 8:20 ZHG 005

**Ergebnisse des KASCADE-Grande Experimentes** — ●DONGHWA KANG für die KASCADE-Grande-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Das KASCADE-Grande Experiment besteht aus einem Array von 37 Detektorstationen auf einer Nachweisfläche von etwa  $0.5 \text{ km}^2$ . Es untersucht ausgedehnte Luftschauer von Primärteilchen mit Energien von  $10^{16}$  bis  $10^{18}$  eV, wobei sowohl die geladene Komponente der Luftschauer als auch die Gesamtmyonenzahl unabhängig davon nachgewiesen werden. Im Energiespektrum der kosmischen Strahlung bei ungefähr  $10^{17}$  eV werden sowohl ein Eisenknie als auch der Übergang von galaktischer zu extragalaktischer kosmischer Strahlung erwartet.

Basierend auf der gemessenen Anzahl der Elektronen und Myonen können die Energiespektren für leichte und schwere Primärteilchen bestimmt werden. Dabei konnte ein Knick im Spektrum schwerer Primärteilchen eindeutig nachgewiesen werden. In diesem Vortrag werden das Gesamtenergiespektrum und verschiedene Analysemethoden der Massentrennung vorgestellt.

T 105.2 Fr 8:40 ZHG 005

**Reconstructing the primary energy of cosmic rays from the S(500) observable recorded by the KASCADE-Grande detector** — ●GABRIEL TOMA for the KASCADE-Grande-Collaboration — National Institute for Physics and Nuclear Engineering - Horia Hulubei, Str. Reactorului no.30, P.O.BOX MG-6, Bucharest - Magurele, ROMANIA — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, Germany

The KASCADE-Grande detector hosted by the KIT Campus North Karlsruhe, Germany, is designed to record air showers in the  $10^{16}$ - $10^{18}$  eV energy range. The primary energy spectrum of cosmic rays as reconstructed by KASCADE-Grande based on the  $N_{\mu}$ - $N_{ch}$  correlation has been recently published. We present results of an alternative technique that is applied to the KASCADE-Grande data in order to reconstruct the primary energy. In the described method we use the charged particle density at 500 m from the shower axis, S(500) as a primary energy estimator practically independent from the primary mass. We account for the attenuation of S(500) in the atmosphere by applying the constant intensity cut method. With the help of a simulation-derived calibration curve we convert the recorded S(500) to energy. The final result is discussed in comparison with the recent results published by KASCADE-Grande.

T 105.3 Fr 8:55 ZHG 005

**Longitudinal Shower Development Studies Using Muon Tracking** — ●PAUL DOLL<sup>1</sup>, KAI DAUMILLER<sup>1</sup>, PAWEŁ LUCZAK<sup>2</sup>, and JANUSZ ZABIEROWSKI<sup>2</sup> for the KASCADE-Grande-Collaboration — <sup>1</sup>Karlsruhe Institut of Technology (KIT), 76021 Karlsruhe — <sup>2</sup>Narodowe Centrum Badan Jadrowych, 90950 Lodz, Poland

The Muon Tracking Detector (MTD) in the KASCADE-Grande experiment allows to study the angular correlation between muon tracks and the shower axis with high precision and for protons in a CM-energy range from about 1.4 -8.0 TeV. The muon production height allows an almost model independent investigation of the mass composition of the

cosmic ray flux. An experimental pseudorapidity gap of about 3 units may support the production of heavy mass in CM-system. The deficit of muons in the data for only the highest CM-energy in the region of the first interactions above 15 km, compared to MC-simulations for proton primaries (CORSIKA, QGSjet-II + FLUKA 2002.4), is observed. This may indicate that produced pions do not decay or corresponding muons missing in the data escape the rapidity window of the MTD.

This work was supported in part by the German-Polish bilateral collaboration grant (PPP-DAAD/MNiSW) for the years 2011-2012.

### Gruppenbericht

T 105.4 Fr 9:10 ZHG 005

**Das LOPES-Experiment** — ●MARIANNE LUDWIG für die LOPES-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP

Das LOPES-Experiment besteht in seiner jüngsten Ausbaustufe aus 10 Tripolantennen, die die Radioemission von Luftschauern im Frequenzband von 40-80 MHz vermessen. Da die Messung der Radiostrahlung eines Luftschauers nahezu 100% der Zeit möglich ist und komplementäre Informationen zur Messung mit Teilchendetektoren liefert, birgt diese Technik großes Potential. Bereits 2005 gelang LOPES in koinzidenten Messungen mit dem KASCADE-Grande-Experiment erstmals der Nachweis von Radioemissionen aus Luftschauern mittels digitaler Radio-Interferometrie. Seitdem hat sich LOPES zu einem führenden Experiment für die Erforschung und Weiterentwicklung der Radiotechnik sowie der Analyse von Messdaten etabliert. Anhand der Messdaten im Energiebereich bis  $10^{18}$  eV wird das grundlegende Verständnis der Radioemission durch Tests von Modellen erweitert und die Rekonstruktion wichtiger Parameter des Primärteilchens der kosmischen Strahlung wie Richtung, Masse und Energie erforscht. In diesem Vortrag werden die bisherigen Ergebnisse, der derzeitige Status und Forschungsschwerpunkte von LOPES präsentiert.

T 105.5 Fr 9:30 ZHG 005

**Analyse gemeinsamer Luftschauermessungen mit Radioantennen von LOPES und dem Myonspurdetektor von KASCADE-Grande** — ●FRANK G. SCHRÖDER für die LOPES-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK)

Luftschauer sind Kaskaden aus Sekundärteilchen, die entstehen, wenn hochenergetische Primärteilchen der kosmischen Strahlung die Atmosphäre treffen. Sie lassen sich beispielsweise mit Teilchendetektoren am Boden nachweisen oder aufgrund der Radioemission der Luftschauer mit Antennen-Messfeldern detektieren. Besonders die Messung der longitudinalen Luftschauerentwicklung ist für die Astro- und Teilchenphysik von Bedeutung – z.B. zur Bestimmung der Art der Primärteilchen oder zur Untersuchung der Wechselwirkungen bei extrem hohen Energien.

In den Jahren 2005-2009 wurden etwa 60 Luftschauer mit Energien  $> 50 \text{ PeV}$  gleichzeitig mit dem digitalen Radioantennenfeld LOPES und dem Myonspurdetektor von KASCADE-Grande gemessen. Aus den einzelnen Myonspuren kann die mittlere Pseudorapazität der gemessenen Myonen jedes Luftschauers rekonstruiert werden. Diese hängt von der longitudinalen Luftschauerentwicklung ab. Theoretische Vorhersagen legen nahe, dass auch die Radioemission von Luftschauern sensitiv auf die longitudinale Entwicklung ist. Durch eine Korrelationsanalyse

zwischen den mittleren Myon-Pseudorapititäten und den mit LOPES gemessenen Radio-Lateralverteilungen lässt sich diese Vorhersage experimentell bestätigen.

T 105.6 Fr 9:45 ZHG 005

**Das Radio-Experiment LOPES 3D - erste Datenanalyse** — •DANIEL HUBER für die LOPES-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IEKP

Trifft ein Teilchen der kosmischen Strahlung auf die Erdatmosphäre, bildet sich ein Luftschauder aus. Dieser besteht aus bis zu  $10^{11}$  Teilchen, unter anderem Elektronen und Positronen, die im Erdmagnetfeld abgelenkt werden und dabei einen Radiopuls emittieren. Die Radiodetektionsmethode bietet eine fast 100 prozentige Messzeit bei gleichzeitiger Sensitivität auf die Schauerentwicklung. Es ist daher von großem Interesse diese Messmethode weiter zu entwickeln. Um eine vollständige Messung des Radiosignals zu erhalten, ist es notwendig den kompletten E-Feld-Vektor aufzuzeichnen. Aus diesem Grund wurde das Radio Experiment LOPES am Karlsruher Institut für Technologie mit Tripol-Antennen ausgestattet. Dieses Setup, LOPES 3D, misst den kompletten E-Feld-Vektor der Radioemission aus Luftschaudern und nicht, wie die meisten Radio-Experimente, nur eine zweidimensionale Projektion. Die genaue Kenntnis des E-Feld-Vektors erlaubt einen besseren Vergleich mit Emissionsmodellen und voraussichtlich eine bessere Rekonstruktion des Luftschauders. Vorgestellt wird eine erste Analyse der mit LOPES 3D aufgezeichneten Luftschauder.

T 105.7 Fr 10:00 ZHG 005

**Investigation of the mass sensitivity in the LOPES radio data** — •NUNZIA PALMIERI for the LOPES-Collaboration — KIT - Karlsruhe Institute of Technology

One of the main challenges in cosmic ray physics is a precise knowledge of the mass composition of ultra-high energy particles. The signature of the type of primary cosmic rays is explored here in the coherent radio emission from extensive air showers, detected in the MHz frequency range.

A possible method to infer composition information from radio data is

predicted by simulations (slope-method). It concerns the slope of the radio lateral distribution, which is strongly correlated with the depth of the shower maximum.

The LOPES experiment, a digital interferometric antenna array, successfully detects radio events in the frequency band of 40-80 MHz and has the important advantage of taking data in coincidence with the particle detector array KASCADE-Grande.

REAS3 is used to reproduce a set of LOPES detected events. The slope-method approach is applied to these simulated events and its applicability to the LOPES detected data is verified.

Important parameters for Xmax reconstruction are derived. Thus Xmax values are obtained using radio-only information and compared with the expectations. A possible signature of mass composition in the LOPES data is discussed.

T 105.8 Fr 10:15 ZHG 005

**Gegenseitige Beeinflussung von Luftschaudern und Gewittern** — •STEFAN BRAUN für die LOPES-Kollaboration — IEKP

Die Radiomethode zur Detektion von Luftschaudern Kosmischer Strahlung kann fast einhundert Prozent der Zeit angewendet werden. Starke atmosphärische elektrische Felder, wie bei Gewittern oder bei starker Bewölkung, stören jedoch die Messungen und verändern das Radiosignal des Luftschauders. Auch geladene Teilchen im Luftschauder wie Myonen und Elektronen und damit die gesamte Schauerentwicklung werden durch diese Felder beeinflusst. Bei KASCADE-Grande konnte erstmals bei einem Luftschauderexperiment auf Meereshöhe gezeigt werden, dass das Verhältnis aus gemessener Myonen- und Elektronenzahl sich bei Gewitter verringert.

Es existieren Hinweise, dass umgekehrt auch Luftschauder Blitze beeinflussen können. Zur Untersuchung dieses Zusammenhangs wurden magnetische Antennen, die im kHz-Bereich messen, mit in die Gewittermessungen bei LOPES aufgenommen. Damit wurden erstmals bei LOPES Blitzsignale in Verbindung mit Luftschaudern in verschiedenen Frequenzbereichen verglichen. Um die Statistik zu verbessern, sollen in naher Zukunft derartige Messungen am Pierre-Auger-Observatorium auf einer grösseren Fläche fortgeführt werden.

## T 106: Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 1

Zeit: Montag 16:45–18:50

Raum: ZHG 102

### Gruppenbericht

T 106.1 Mo 16:45 ZHG 102

**The Double Chooz Experiment** — •HIDEKI WATANABE for the Double Chooz-Collaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany

Double Chooz is a reactor neutrino experiment that aims at a precise measurement of the last unknown neutrino mixing angle  $\theta_{13}$ . This is conducted by investigating a deficit of electron anti-neutrinos from EDF Chooz nuclear power station in France. Observation of  $\theta_{13}$  is moreover important since this value impacts a feasibility to make a future measurement of the leptonic CP violation parameter. The 1 km baseline experiment with reactor neutrinos is advantageous in that this leads to a simple 2 flavor neutrino oscillation formalism, where the clean measurement of  $\theta_{13}$  is achievable. To fulfill precisely a  $\theta_{13}$  observation, reduction of possible uncertainties and suppression of backgrounds are required. Double Chooz utilizes various techniques for these aspects including two identical detectors at different baselines with each composed of four-layer liquid structure. The goal of Double Chooz is to measure  $\sin^2(2\theta_{13})$  with a sensitivity of 0.03 at 90 % confidence level. The construction of the Double Chooz far detector was successfully completed that is placed at 1 km baseline, and its physics data-taking was started in spring, 2011. In this talk, the experimental concept, results of the first neutrino oscillation analysis, and future prospects of Double Chooz will be presented.

T 106.2 Mo 17:05 ZHG 102

**Erste Ergebnisse zur Messung von  $\theta_{13}$  mit dem Double Chooz Experiment** — •SEBASTIAN LUCHT für die Double Chooz-Kollaboration — RWTH Aachen University, Germany

Das Reaktor-neutrinoexperiment Double Chooz soll den letzten unbekanntem Mischungswinkel  $\theta_{13}$  der Neutrino-Mischungsmatrix bestimmen. Die ersten Ergebnisse zur Bestimmung von  $\theta_{13}$  wurden im November 2011 vorgestellt. In Kombination mit den Ergebnissen des T2K und MINOS Experiments konnte der Wert für  $\theta_{13} = 0$  mit einer Wahr-

scheinlichkeit von 99.8 % ausgeschlossen werden.

Da Vorgängerexperimente nur eine Obergrenze für  $\theta_{13}$  liefern konnten, wurde das Double Chooz Experiment als Präzisionsexperiment entworfen. Dies erfordert unter anderem ein Triggersystem, das eine hocheffiziente Triggerentscheidung für Neutrinoereignisse liefert.

Das Triggersystem überwacht kontinuierlich die analogen Signale des Detektors. Es trifft auf Grund von überschrittenen Diskriminatorschwellen und Multiplizitätsbedingungen eine Vorentscheidung über die im Detektor deponierte Energie, die zur Datennahme führt.

In diesem Vortrag soll die Analyse zur Bestimmung von  $\theta_{13}$  und die ersten Ergebnisse vorgestellt werden. Der Fokus liegt hierbei auf der Bestimmung der Trigger-effizienz und dessen Einfluss auf die Analyse.

T 106.3 Mo 17:20 ZHG 102

**Correlated and Accidental Background induced by Radioimpurities in DoubleChooz** — •MARTIN HOFMANN, FRANZ VON FEILITZSCH, MICHAEL FRANKE, MARIANNE GÖGER-NEFF, LOTHAR OBERAUER, PATRICK PFAHLER, WALTER POTZEL, STEFAN SCHÖNERT, and VINCENZ ZIMMER — Lehrstuhl E15, Technische Universität München

Since spring 2011, Double Chooz is successfully taking data. The precise determination of the  $\bar{\nu}_e$  flux and its spectral shape will allow for a measurement of the neutrino mixing angle  $\theta_{13}$ . In order to achieve the desired precision, several sources of background have to be taken into account and investigated. In this talk, the focus will be on the background induced by radioactivity in the Double Chooz detector, which are mainly accidental  $\bar{\nu}_e$ -like events and  $(\alpha, n)$  reactions on  $^{13}\text{C}$  as part of the correlated background. The selection cuts applied to the raw data to extract the events of interest will be presented, as well as the BiPo coincidences search to determine the concentration of radioisotopes from the U and Th decay chain in the different detector parts. The latter method shows that the radiopurity in Double Chooz is well within the specifications of less than  $10^{-13} \frac{\mu\text{g}}{\text{g}}$  of U and Th in all parts of the inner detector. The rate of accidental coincidences

is far below the design goal of 1 event per day, too. However, these events cannot be neglected for an accurate measurement of  $\theta_{13}$ , just as the  $(\alpha, n)$  background, and have to be addressed in further ongoing studies. This work has been supported by funds of the DFG (TR 27: Neutrinos and beyond), the Excellence Cluster Universe and the Maier-Leibnitz-Laboratorium Garching.

T 106.4 Mo 17:35 ZHG 102

**Das Double Chooz-Myonveto** — ●MARKUS RÖHLING, JOSEF JOCHUM, TOBIAS LACHENMAIER, DENNIS DIETRICH, DANIEL GREINER und LEE STOKES — Kepler Zentrum für Astroteilchenphysik, Universität Tübingen

Ziel des Double Chooz-Experimentes, das seit letztem Jahr mit einem Detektor Daten nimmt, ist es den Neutrinomischungswinkel  $\theta_{13}$  zu bestimmen oder weiter einzuzugrenzen. Für die hierzu notwendige Präzision ist eine genaue Kenntnis des myoninduzierten Untergrundes, speziell schneller Neutronen und Spallationsprodukte, unerlässlich. Aus diesem Grund werden beide Double Chooz-Detektoren ein aktives, auf Flüssigszintillator basierendes Veto besitzen. In diesem Vortrag sollen erste Ergebnisse aus den Daten des Myonvetos des fernen Double Chooz-Detektors vorgestellt und erläutert werden. Diese Messung waren ein wichtiger Bestandteil bei der Analyse des myoninduzierten Untergrundes des ersten, kürzlich vorgestellten Double Chooz-Resultats.

T 106.5 Mo 17:50 ZHG 102

**The production of  $^{12}\text{B}$  through cosmic muon spallation in Double Chooz** — ●LEE F F STOKES, JOSEF JOCHUM, TOBIAS LACHENMAIER, DANIEL GREINER, DENNIS DIETRICH, and MARKUS RÖHLING for the Double Chooz-Collaboration — Kepler Center for Astro & Particle Physics, Universität Tübingen

Double Chooz is a reactor antineutrino experiment, designed to measure the disappearance of  $\bar{\nu}_e$  and consequently measure the mixing angle  $\theta_{13}$ .

The location of the far detector, 1.05 km from the reactor has an overburden of 300 m.w.e and therefore gives rise to a muon rate of 14 Hz. This means that it is prone to cosmogenic isotopes resulting from muon spallation, one of which is  $^{12}\text{B}$ . The beta decay resulting from this particular isotope is a source of background which needs to be better understood for the reduction of systematic errors, especially with the forthcoming addition of the near detector.

This talk aims to give an overview of  $^{12}\text{B}$  in the far detector, including tagging and the extraction of a visible beta spectrum, whose rather high Q value of 13.4 MeV gives an extra reference point for calibration of the detector.

T 106.6 Mo 18:05 ZHG 102

**Kosmogener Untergrund beim Double Chooz Experiment** —

●MIKKO MEYER, CAREN HAGNER und MICHAEL WURM — Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg

Das Ziel des Double Chooz Experimentes ist es, den Mischungswinkel  $\theta_{13}$  zu bestimmen. Dafür wird die Oszillation von Reaktorneutrinos mit zwei nahezu identischen Flüssigszintillationsdetektoren gemessen. Eine genaue Kenntnis aller Untergrundbeiträge ist dabei von entscheidender Bedeutung. Einen wichtigen Beitrag bildet der kosmogene Untergrund, v.a. schnelle Neutronen und die  $\beta n$ -Emitter  $^9\text{Li}/^8\text{He}$ , die im Detektor ein neutrino-induziertes Signal imitieren können. Der Vortrag gibt einen Überblick über den momentanen Stand der Analyse.

T 106.7 Mo 18:20 ZHG 102

**Simulation des Trigger-Verhaltens für das Double Chooz Experiment** — ●MARCEL ROSENTHAL, RUTH HERBERTZ, SEBASTIAN LUCHT, STEFAN ROTH, STEFAN SCHOPPMANN, MANUEL SCHUMANN, ACHIM STAHL, ANSELM STÜKEN und CHRISTOPHER WIEBUSCH — RWTH Aachen University, Germany

Für die Messung des Neutrinomischungswinkels  $\theta_{13}$  im Double Chooz Experiment müssen systematische Fehlerquellen minimiert werden und die Größe der Fehler gut verstanden sein. Zur Erkennung der Neutrinoereignisse und zur Vorklassifikation verschiedener Untergrundereignisse wird deshalb ein hocheffizientes Trigger-System eingesetzt.

Die Trigger-Entscheidung erfolgt über eine Verknüpfung der im Detektor deponierten Energie mit einer Multiplizitätsbedingung an die Anzahl getroffener Photomultiplier-Gruppen. Die Front-End-Elektronik stellt Eingangssignale für den Trigger zur Verfügung, die durch die analoge Überlagerung und eine analoge Integration mit spezieller Pulsformung der Photomultiplier-Signale entstehen.

Erstmals wurden diese Signale mit großer Detailtreue in der Detektorsimulation implementiert. In diesem Vortrag wird die Simulation der Signale mit experimentellen Daten anhand des daraus resultierenden Trigger-Verhaltens verglichen.

T 106.8 Mo 18:35 ZHG 102

**Performance der Double Chooz Photomultiplier** — ●MANUEL SCHUMANN, RUTH HERBERTZ, SEBASTIAN LUCHT, MARCEL ROSENTHAL, STEFAN ROTH, STEFAN SCHOPPMANN, ACHIM STAHL, ANSELM STÜKEN und CHRISTOPHER WIEBUSCH — RWTH Aachen University, Germany

Im Double Chooz Experiment werden Neutrino-Reaktionen in mit Szintillator gefüllten Tanks mit Photomultipliern nachgewiesen. Die Eigenschaften und das Verhalten dieser Photomultiplier sind für das Experiment von hoher Bedeutung.

In diesem Vortrag werden Eigenschaften der Photomultiplier durch Messungen im Labor überprüft und mit den Daten des Experiments verglichen. Ein besonderer Schwerpunkt des Vortrags ist das Nachpulsverhalten.

## T 107: Niederenergie-Neutrinophysik/Suche nach Dunkler Materie 2

Zeit: Montag 16:45–19:05

Raum: ZHG 103

### Gruppenbericht

T 107.1 Mo 16:45 ZHG 103

**Status und Testmessungen des Karlsruher Tritium Neutrino Experiments KATRIN** — ●THOMAS THÜMMLER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK)

Ziel des Karlsruher Tritium Neutrinomassenexperimentes ist die direkte und modellunabhängige Bestimmung der Masse des Elektronantineutrinos durch die Vermessung des Endpunktsbereichs des Tritium- $\beta$ -Spektrums mit einer bisher unerreichten Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}/c^2$ . KATRIN setzt eine fensterlose gasförmige Tritiumquelle, eine Transportstrecke mit differentiellen und kryogenen Pumpbereichen, ein System aus zwei elektrostatischen Spektrometern (Vor- und Hauptspektrometer) mit magnetischer adiabatischer Kollimation (MAC-E-Filter) und einen großflächigen, ortsauflösenden Siliziumdetektor ein. Zurzeit befindet sich das Experiment am Karlsruher Institut für Technologie im Aufbau. Die Testmessungen der Transmissions- und Untergrundbedingungen am Vorspektrometer-Testaufbau sind abgeschlossen. Das Hauptspektrometer sowie das Detektorsystem stehen kurz vor der Fertigstellung, so dass die Inbetriebnahme-Testmessungen des Spektrometerbereichs in 2012 beginnen können. Dieser Vortrag gibt einen Überblick über die Aufbauarbeiten, sowie über die Ergebnisse der bereits durchgeführten Testmessungen und Inbetriebnahmetests der einzel-

nen Teilkomponenten. Gefördert vom BMBF unter den Kennzeichen 05A08VK2 und 05A11VK3, von der DFG im SFB Transregio 27 und von der Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.2 Mo 17:05 ZHG 103

**The KATRIN statistical sensitivity with various background conditions** — ●SUSANNE MERTENS, FERENC GLÜCK, MARKUS HÖTZEL, and WOLFGANG KÄFER for the KATRIN-Collaboration — Karlsruhe Institute of Technology, IEKP and IK

The aim of the KATRIN experiment is to determine the absolute neutrino mass scale in a model independent way, by measuring the electron energy spectrum shape near the endpoint of tritium beta decay. An ultra-low background level of 10 mHz is necessary to reach the design sensitivity of 200 meV. The 90 % CL statistical neutrino mass upper limit depends not only on the absolute background rate but also on the background characteristics. Large fluctuations of the background over time decrease the neutrino mass sensitivity.

Magnetically stored high energy electrons, arising from single radioactive decays of radon and tritium in the KATRIN main spectrometer, lead to enhanced background rates for several hours. A stored electron cools down via ionization of residual gas, producing several hundreds of secondary electrons which can reach the detector.

This mechanism causes a background with non-Poissonian fluctuations. With this background, the statistical sensitivity depends on the detailed measurement model (length and order of the measurement intervals), and also on detailed time dependent properties of the background events. For example, the statistical sensitivity is better with smaller measurement interval lengths, with randomized (instead of ordered) measurement intervals, and with smaller residual gas pressure.

We acknowledge support by the BMBF of Nr. 05A11VK3.

T 107.3 Mo 17:20 ZHG 103

**Untersuchung von Untergrundeigenschaften des KATRIN Experiments mit Hilfe des Monitorspektrometers** — ●NANCY WANDKOWSKY für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik (IK)

Mit dem Karlsruher TRITium Neutrino Experiment KATRIN soll die effektive Masse des Elektronantineutrinos mit einer Sensitivität von  $200 \text{ meV}/c^2$  untersucht werden. Diese hohe Sensitivität wird unter anderem durch Verwendung des MAC-E-Filter Prinzips (engl. Magnetic Adiabatic Collimation followed by Electrostatic Filter) in den KATRIN Spektrometern erreicht.

Gespeicherte Elektronen tragen maßgeblich zum Untergrund eines solchen Spektrometers bei. Daher ist es unerlässlich ihre Speichereigenschaften zu untersuchen und Methoden zu ihrer Beseitigung zu testen. Bis zur Fertigstellung des Hauptspektrometers werden diese Untersuchungen am Monitorspektrometer, dem früheren Mainzer Spektrometer, durchgeführt. Zusätzlich zu den physikalischen Erkenntnissen können hier sowohl die Datenaufnahme als auch die Datenauswertung getestet und verbessert werden bevor sie am Hauptspektrometer zum Einsatz kommen.

Der Vortrag diskutiert die Messungen und ihre Relevanz für das Hauptspektrometer.

Diese Arbeit wurde teilweise gefördert durch das BMBF-Projekt 05A11VK3.

T 107.4 Mo 17:35 ZHG 103

**Untersuchung von Muon-induziertem Untergrund im KATRIN Experiment** — ●STEFAN MIEREIS für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Mit dem Karlsruher TRITium Neutrino Experiment KATRIN soll die effektive Masse des Elektronantineutrinos mit einer Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}$  untersucht werden. Diese hohe Sensitivität wird unter anderem durch Verwendung des MAC-E-Filter Prinzips (engl. Magnetic Adiabatic Collimation followed by Electrostatic Filter) erreicht. Dafür darf der durch das Spektrometer induzierte Untergrund nicht mehr als  $10 \text{ mHz}$  betragen. Ein Teil des Untergrundes wird potentiell durch Myonen aus der kosmischen Höhenstrahlung verursacht, die Elektronen aus der Wand des Spektrometers herausschlagen. Diese können entweder direkt den Detektor treffen oder indirekt zum Untergrund beitragen, indem sie im magnetischen Flussschlauch gespeichert werden und durch Ionisation der Restgasatome Sekundärelektronen erzeugen. Um diese Untergrundrate zu bestimmen, werden am Hauptspektrometertank Myon-Szintillationsdetektoren angebracht, die mit zeitlicher und räumlicher Auflösung die Rate einfallender Myonen bestimmen. Aus der Korrelation zwischen Ereignissen in den Szintillatoren und Elektronenereignissen am Detektor kann unter Zuhilfenahme von Simulationen die myoninduzierte Untergrundrate bestimmt werden. Dieser Vortrag diskutiert die Inbetriebnahme der Myon-Detektoren und das Messprinzip. Diese Arbeit wurde gefördert durch das BMBF-Projekt 05A11VK3 und die Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.5 Mo 17:50 ZHG 103

**Untersuchung des Einflusses von HF-Störungen am KATRIN-Monitorspektrometer** — ●VANESSA WIEDMANN für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Ziel des Karlsruher TRITium Neutrino Experiments (KATRIN) ist die direkte Messung der Elektronantineutrinomasse. Dies soll durch eine genaue Untersuchung des Energiespektrums des Tritium-Betazerfalls nahe dem Endpunkt mit einer bisher unerreichten Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}/c^2$  geschehen. Hierfür werden Elektronen aus einer fensterlosen gasförmigen Tritiumquelle in einem elektrostatischen Spektrometer nach dem MAC-E-Filter Prinzip analysiert. Für letzteres ist die Erzeugung, Stabilisierung und Überwachung des Retardierungspotentials im Bereich bis  $35 \text{ kV}$  auf ppm-Niveau erforderlich, da sich Schwankungen dieses Potentials direkt auf das Energiespektrum und damit auf die Observable  $m_\nu^2$  auswirken.

Das Monitorspektrometer überwacht die Hochspannung des Hauptspektrometers durch den Vergleich mit monoenergetischen Konversionselektronen von einer  $^{83\text{m}}\text{Kr}$ -Quelle. In diesem Vortrag werden die Einflüsse von HF-Störungen des Analysierpotentials und der Quelle auf die Stabilität der Messung vorgestellt.

Diese Arbeiten wurden teilweise gefördert durch das BMBF Projekt 05A11VK3 und die Helmholtz- Gemeinschaft.

T 107.6 Mo 18:05 ZHG 103

**Entwurf und Planung eines Magnetfeld Monitoringsystems am KATRIN Hauptspektrometer** — ●JAN REICH für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik

Das Ziel des Karlsruher TRITium Neutrino Experiments KATRIN ist die Bestimmung der absoluten Ruhemasse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von  $200 \text{ meV}/c^2$ . Das Experiment wird ein Spektrometer nach dem MAC-E-Filter Prinzip (Magnetisch Adiabatische Collimation mit Elektrostatischem Filter) verwenden um das Energiespektrum des Tritium-Betazerfalls nahe dem Endpunkt genau zu vermessen. Das Magnetfeld des Spektrometers spielt dabei eine besondere Rolle. Es führt die Zerfallelektronen adiabatisch durch den Aufbau und definiert die Energieauflösung des Experiments. Es variiert von  $6 \text{ T}$  im Pinch-Magneten bis zur Analysierebene in der Mitte um einen Faktor  $20000$  auf  $3 \text{ mT}$  über eine Länge von  $12 \text{ Metern}$ . In der kritischen Region niedriger Feldstärken muss das Magnetfeld im  $\mu\text{T}$ -Bereich bekannt sein. Da direkte Messungen in der Ultrahochvakuumumgebung nicht möglich sind, wird am KATRIN Hauptspektrometer ein umfangreiches Magnetfeldmonitoringsystem entwickelt. Damit wird es möglich, das Magnetfeld des Aufbaus während der Laufzeit des Experiments zu bestimmen. Dieser Vortrag beschreibt die prinzipielle Funktionsweise, die Planung und den Aufbau dieses KATRIN Magnetfeldmonitoringsystems. Gefördert von der Helmholtz-Gemeinschaft und dem BMBF unter der Fördernummer 05A11VK3.

T 107.7 Mo 18:20 ZHG 103

**Präzisionsüberwachung und Verteilung der HV für die KATRIN Spektrometer** — ●MARCEL KRAUS für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Das KATRIN Experiment misst die Ruhemasse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}/c^2$ . Hierzu wird das Tritium-Betaspektrum nahe seines Endpunktes mittels eines elektrostatischen Spektrometers unter Verwendung des MAC-E-Filter Prinzips untersucht. Die Energiefilterschwelle wird durch eine Hochspannung von bis zu  $35 \text{ kV}$  festgelegt und muss im ppm-Bereich stabil sein. Daher sind Erzeugung, Verteilung und Überwachung eines präzisen Analysierpotentials wesentlich. Um die Stabilität der Spannung zu überwachen, werden eigens entwickelte, hochpräzise Spannungsteiler verwendet. Mittels eines weiteren Spektrometers, dem sogenannten Monitorspektrometer, kann die Hochspannung durch einen nuklearen Standard überprüft werden.

Anhand der Kalibrationsmessungen mit den präzisen KATRIN Spannungsteilern soll gezeigt werden, dass die Präzisionsanforderungen der HV-Verteilung eingehalten werden. In diesem Vortrag werden das Konzept der präzisen HV Verteilung, seine Funktionalität, sowie erste Testmessungen und die Integration in das KATRIN Slow Control System vorgestellt. Diese Arbeiten wurden teilweise gefördert durch das BMBF Projekt 05A11VK3 und die Helmholtz-Gemeinschaft.

T 107.8 Mo 18:35 ZHG 103

**Untersuchung optischer Beschichtungen unter Tritiumatmosphäre für das KATRIN-Experiment** — ●KERSTIN SCHÖNUNG und SEBASTIAN FISCHER für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruhe Institut of Technology - Institut für Experimentelle Kernphysik

Das Karlsruhe TRITium Neutrino-Experiment KATRIN wird eine modellunabhängige Bestimmung der Neutrinomasse leisten. Hierfür wird das Energiespektrum der Betaelektronen einer fensterlosen molekularen gasförmigen Tritiumquelle an seinem kinematischen Endpunkt von  $18,6 \text{ keV}$  mit einem hochauflösenden, elektrostatischen Filter untersucht. Um die gewünschte Sensitivität von  $0,2 \text{ eV}/c^2$  (90% C.L.) zu erreichen, muss der Tritiumgehalt des Gases mit einem Laser-Raman-System mit einer statistischen Unsicherheit von  $0,1\%$  bestimmt werden. Dazu wird vor der Einspeisung in die Tritiumquelle das gesamte Gasgemisch durch eine Probenzelle des Raman-Systems gepumpt.

Nach einem dreimonatigen Testbetrieb mit Tritium mit  $185 \text{ mbar}$  Partialdruck wurde eine Beschädigung der Antireflexionsschicht der optischen Fenster der Probenzelle festgestellt. Diese scheint auf den ho-

hen Tritiumpartialdruck zurückführbar zu sein, da keine Beschädigung bei Gasmischungen mit 13 mbar Partialdruck Tritium beobachtet werden konnte. Dies beeinträchtigt den zuverlässigen und wartungsarmen Betrieb des Systems für die vorgesehene Mindestlaufzeit von 5 Jahren.

Dieser Vortrag behandelt zum einen die möglichen Ursachen der Beschädigung. Zum anderen wird das COATEX-Testexperiment vorgestellt, mit dem eine für Tritiumatmosphäre geeignete, kommerziell erhältliche Beschichtung gefunden werden soll.

T 107.9 Mo 18:50 ZHG 103

**Electrons and ions in the KATRIN source and transport system** — ●FERENC GLÜCK for the KATRIN-Collaboration — Karlsruhe Institute of Technology, IEKP

The aim of the KATRIN experiment is to determine the absolute neutrino mass scale in a model independent way, by measuring the electron energy spectrum shape near the endpoint of tritium beta decay. Within the KATRIN source, tritium beta decays occur with  $10^{11} \text{ s}^{-1}$  rate,

creating primary electrons (below 18.6 keV kinetic energy) and various positive ions:  ${}^3\text{HeT}^+$ ,  $\text{He}^+$  and  $\text{T}^+$ . The primary electrons make ionization collisions with the  $\text{T}_2$  molecules, producing low energy (order of few eV) secondary electrons and tritium ions ( $\text{T}_2^+$ ,  $\text{T}^+$ ); 1 primary electron creates on the average 15 electron-ion pairs. Due to inelastic and elastic collisions with  $\text{T}_2$  molecules, most of the secondary electrons cool down to gas temperature (30 K). The secondary electrons create also  $\text{T}^-$  ions. Due to the collisions of the previous positive ions with  $\text{T}_2$  molecules,  $\text{T}_3^+$  and tritium cluster ions ( $\text{T}_5^+$ ,  $\text{T}_7^+$ , etc.) are produced, which can recombine with the secondary electrons. For the KATRIN experiment it is important that the many positive tritium ions do not reach the pre- and main spectrometers (otherwise an extremely large background is produced), and that the neutrino mass determination should not be significantly influenced by beta decay, space charge and plasma instability effects of the above electron-ion plasma that will be present in the source and transport system.

We acknowledge support by the BMBF of Nr. 05A11VK3.

## T 108: Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 3

Zeit: Dienstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 102

### Gruppenbericht

T 108.1 Di 16:45 ZHG 102

**Latest results from the CRESST-II Dark Matter Search** — ●RAIMUND STRAUSS for the CRESST-Collaboration — Physik-Department E15, Technische Universität München, D-85747 Garching, Germany

CRESST-II is searching for Dark Matter WIMPs via elastic scattering off atomic nuclei in scintillating  $\text{CaWO}_4$  target crystals. CRESST has completed more than 730 kg days of data taking in 2011.

The CRESST target crystals are operated as cryogenic calorimeters at millikelvin temperatures and read out by transition edge sensors. Each interaction in  $\text{CaWO}_4$  produces a phonon signal in the target crystal and also a light signal that is measured by a secondary cryogenic calorimeter, allowing a very efficient discrimination between electron recoils from radioactive  $e/\gamma$  background and nuclear recoils. Moreover, to some extent, the different types of recoiling nuclei (O, Ca, W) can be distinguished.

We will report on the latest data, collected with eight detector modules. The data has shown a considerable number of events in our signal region. Since this large number of events is not consistent with the known sources of background in our experiment, we will discuss the compatibility of this excess of events with a possible WIMP-signal. Furthermore we will present the several improvements aimed at a reduction of the overall background level which are being implemented for the next data taking.

T 108.2 Di 17:05 ZHG 102

**In Situ Determination of Quenching Factors in CRESST-II** — ●ANDREAS ZÖLLER<sup>1</sup>, CHRISTIAN CIEMNIAK<sup>1</sup>, FRANZ VON FEILITZSCH<sup>1</sup>, JOSEF JOCHUM<sup>2</sup>, JEAN-COME LANFRANCHI<sup>1</sup>, WALTER POTZEL<sup>1</sup>, FRANZ PRÖBST<sup>3</sup>, STEFAN SCHÖNERT<sup>1</sup>, STEPHAN SCHOLL<sup>2,3</sup>, RAIMUND STRAUSS<sup>1</sup>, and STEPHAN WAWOCZNY<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität München, Physik Department E15 — <sup>2</sup>Eberhard Karls Universität Tübingen — <sup>3</sup>Max Planck Institut für Physik, München

The CRESST-II experiment is searching for WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) via their elastic scattering off nuclei in scintillating  $\text{CaWO}_4$  single crystals at low temperatures. Each particle interaction in  $\text{CaWO}_4$  produces a phonon as well as a light signal. The ratio between the recorded light and phonon signal - the Quenching Factor (QF) - is a crucial parameter to discriminate very efficiently between electron recoils from radioactive  $e/\gamma$  background and nuclear recoils, e.g. WIMP events. Moreover, to some extent, the different types of recoiling nuclei (O, Ca, W) can be distinguished, if the QF's are known accurately enough. The QF cannot only be extracted from dedicated experiments but also from calibration data, gathered with an AmBe-source placed inside and outside the neutron shielding of CRESST-II. In this talk we present a method to determine the QFs of  $\text{CaWO}_4$  in situ from these calibration data. Furthermore, first results will be shown, discussed and compared to other measurements.

This work has been supported by the cluster of excellence "Origin and Structure of the Universe", the SFB-TR27 and the Maier-Leibnitz-Laboratorium.

T 108.3 Di 17:20 ZHG 102

**Blind CRESST Data Analysis in the light of Time-Dependent Noise** — ●FLORIAN REINDL for the CRESST-Collaboration — Max-Planck-Institut für Physik, D-80805 München, Germany

The CRESST (Cryogenic Rare Event Search with Superconducting Thermometers) experiment directly searches for WIMP Dark Matter (Weakly Interacting Massive Particles). CRESST aims to detect the WIMPs via their elastic scattering off nuclei. Scintillating  $\text{CaWO}_4$  crystals, operated at mK temperatures, are used as target material. A nuclear recoil mainly excites phonons in the target crystal. Furthermore, a small fraction of the deposited energy is converted into scintillation light. Therefore, each target crystal is paired with a light absorber. The warming-up of the crystal and the light absorber are measured with separate superconducting thermometers. The resulting thermal pulse is used to determine the energy of the corresponding particle interaction by reconstructing the amplitude of the pulse. This reconstruction is done by performing a fit with a so-called standard pulse. A cut on the root mean square (RMS) of this fit, which is a measure of the deviation of the standard pulse and the pulse induced by the interacting particle, is needed to reject pulses which do not guarantee a correct determination of the amplitude and thereby the energy. However, the RMS is energy-dependent and is sensitive to time-dependent noise. This contribution will present a newly developed method to automatically handle both dependencies and thus allowing to perform a completely blind raw data analysis.

T 108.4 Di 17:35 ZHG 102

**Ab Initio Cosmogenic Background Simulation for the CRESST - II Experiment** — ●STEPHAN SCHOLL<sup>1</sup>, JOSEF JOCHUM<sup>1</sup>, and FRANZ PRÖBST<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Kepler Center for Astro and Particle Physics, Tübingen — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München

Today, background induced by cosmogenic neutrons is an important contribution limiting the sensitivity in direct Dark Matter searches like the CRESST - II experiment. As the investigation of the signature of background events becomes more involved, the simulation of the cosmogenically produced neutrons is not sufficient for this task anymore, instead simulations starting from primary muons are required.

In this contribution, such a GEANT4 simulation of primary muons is presented for the CRESST - II experiment at the LN Gran Sasso laboratory which recently reported the observation of an excess signal. The results of this simulation are used to address questions regarding the efficiency of the muon veto, the expected rate of background events and the morphology of cosmogenically induced events.

For events coincident with a hit in the muon veto, the simulation can reproduce the experimentally observed rate and detector hit multiplicity very well.

Having established the agreement between simulation and experiment for events tagged by the muon veto, the disagreement for the simulated non - coincident events and the excess signal seen in the CRESST - II experiment points to the conclusion that another explanation than cosmogenic neutrons must be found for the excess signal.

T 108.5 Di 17:50 ZHG 102

**Detector development and background estimation for the ob-**

**ervation of Coherent Neutrino Nucleus Scattering (CNNS)** — ●ACHIM GÜTLEIN, CHRISTIAN CIEMIŃIAK, FRANZ VON FEILITZSCH, JEAN-CÔME LANFRANCHI, LOTHAR OBERAUER, WALTER POTZEL, SABINE ROTH, STEFAN SCHÖNERT, MORITZ VON SIVERS, RAIMUND STRAUSS, STEFAN WAWOCZNY, MICHAEL WILLERS, and ANDREAS ZÖLLER — Technische Universität München, Physik-Department, E15

The Coherent Neutrino Nucleus Scattering (CNNS) is a neutral current process of the weak interaction and is thus flavor independent. A low-energy neutrino scatters off a target nucleus. For low transferred momenta the wavelength of the transferred  $Z^0$  boson is comparable to the diameter of the target nucleus. Thus, the neutrino interacts with all nucleons coherently and the cross section for the CNNS is enhanced.

To observe CNNS for the first time we are developing cryogenic detectors with a target mass of about 10 g each and an energy threshold of less than 0.5 keV. The current status of this development will be presented as well as the estimated background for an experiment in the vicinity of a nuclear power reactor as a strong neutrino source.

This work has been supported by funds of the Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (Transregio 27: Neutrinos and Beyond), the Excellence Cluster (Origin and Structure of the Universe) and the Maier-Leibnitz-Laboratorium (Garching).

T 108.6 Di 18:05 ZHG 102

**Status und erste Resultate des EDELWEISS-3 Experiments zur Suche nach Dunkler Materie** — ●BENJAMIN SCHMIDT für die EDELWEISS-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Das EDELWEISS Experiment verwendet massive kryogene Ge-Bolometer, um im Untergrundlabor von Modane Rückstöße schwach wechselwirkender Teilchen (WIMPs) nachzuweisen. Zur verlässlichen Detektion dunkler Materie und zur Unterdrückung von Elektronrückstößen wird der Energieeintrag des stoßenden Teilchens als Wärmesignal über einen NTD-Thermistor und das Ionisationssignal über Al-Ringelektroden ausgelesen. In der Messperiode 2009/2010 wurde mit dieser Technologie eine der weltweit besten Sensitivitäten von  $\sigma_{SI} = 5 \cdot 10^{-44} \text{ cm}^2$  bei  $m_\chi = 80 \text{ GeV}/c^2$  erreicht [PLB 702 (2011)]. Im Vergleich zu den 10 Detektoren mit je 400 g Masse (ID400) dieser Messperiode werden in EDELWEISS-3 bis Ende 2012 40 Detektoren mit je 800 g (FID800) installiert. Darüber hinaus wird die Abschirmung verbessert sowie die Datenauslese modifiziert, sodass eine Erhöhung der Sensitivität um einen Faktor 10 erreicht werden kann. Der Status der Umbauarbeiten sowie erste Resultate mit den FID800-Detektoren werden vorgestellt und ein Ausblick auf das EUERECa-Projekt gegeben.

Gefördert durch das BMBF (Verbundforschung Astroteilchenphysik 05A11VK2) und durch die Helmholtz-Allianz für Astroteilchenphysik HAP, ein Instrument des Impuls- und Vernetzungsfonds der Helmholtz-Gemeinschaft.

T 108.7 Di 18:20 ZHG 102

**Pulsformanalyse und Datenverarbeitung für die Dark Matter Suche in EDELWEISS** — ●MICHAEL UNRAU für die EDELWEISS-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Die bei der bolometrischen Dark Matter Suche zu erwartenden Kernrückstöße verursachen eine Temperaturänderung im Bereich von eini-

gen  $\mu\text{K}$  bei einem Arbeitspunkt von  $18\text{mK}$ . Die Auflösung der Messdaten ist entscheidend für die zuverlässige Trennung von Signal und Untergrund. Um ausreichend hohes Auflösungs-niveau zu erreichen, müssen bei einer Samplingfrequenz von  $100\text{KS/s}$  die im Vergleich dazu relativ langen Detektorpulse ( $\tau_{\text{decay}} \sim 100\text{ms}$ ) deutlich vom Rauschen unterschieden werden. Zu diesem Zweck wurde eine spezielle Pulsformanalyse entwickelt und in das Datenanalyseprogramm KData integriert. Die auf ROOT basierende Datenstruktur erlaubt einen einfachen Zugriff auf die volle Signalinformation sowie die Integration von weiteren Systemen wie z.B. ein Myon-Veto. Außerdem bietet KData einen Backend für die automatisierte Verarbeitung der Messdaten. In diesem Vortrag soll die Pulsformanalyse und das Datenmanagement näher vorgestellt werden.

Gefördert durch das BMBF (Verbundforschung Astroteilchenphysik 05A11VK2) und durch die Helmholtz-Allianz für Astroteilchenphysik HAP, ein Instrument des Impuls- und Vernetzungsfonds der Helmholtz-Gemeinschaft.

T 108.8 Di 18:35 ZHG 102

**Indirekte Suchen nach supersymmetrischer Dunkler Materie mit dem IceCube-Neutrino-Teleskop und Ausschlussmöglichkeiten im pMSSM-Kontext** — ●KLAUS WIEBE — Institut für Physik, Universität Mainz

Der Vortrag wird kurz das indirekte Detektionsprinzip zerstrahlender supersymmetrischer DM-Kandidaten mit dem IceCube-Detektor erläutern und im Hauptteil Scans des 25-Parameter-pMSSM-Modells behandeln, insbesondere Ausschlussgrenzen auf den Parameterraum durch IceCube und Vergleiche mit den Limits direkter Suchen und des LHC.

T 108.9 Di 18:50 ZHG 102

**Neutrino mass determination utilizing high precision measurements of the  $^{163}\text{Ho}$  electron capture spectrum** — ●P. RANITZSCH, J.-P. PORST, S. SCHÄFER, S. KEMPF, C. PIES, N. FOERSTER, D. HENGSTLER, S. UHL, T. WOLF, A. FLEISCHMANN, C. ENSS, and L. GASTALDO — Kirchhoff-Institute for Physics, Heidelberg University

The absolute scale of the neutrino mass eigenstates is one of the puzzles in modern particle physics and can be directly investigated using electroweak decays. In the context of the ECHO collaboration we are developing low temperature metallic magnetic calorimeters (MMCs) to be used with an internal  $^{163}\text{Ho}$  source to measure its electron capture spectrum.

MMCs are calorimetric particle detectors operated below 100 mK based on a paramagnetic temperature sensor, that convert the temperature rise due to the absorption of an energetic particle to a change of magnetization which is detected by a SQUID magnetometer. These detectors fulfill the requirements for cryogenic neutrino mass investigations, namely an energy resolution  $\Delta E_{\text{FWHM}}$  below 2 eV and pulse formation times of  $\tau < 1 \mu\text{s}$ .  $\Delta E_{\text{FWHM}} = 2.0 \text{ eV}$  and  $\tau = 90 \text{ ns}$  have been observed in micro-fabricated MMCs for soft X-ray detection.

We outline the scientific goals and the contributions of the participating groups of the recently formed ECHO collaboration. We present results obtained with a first detector prototype using a Au absorber with  $^{163}\text{Ho}$  ions implanted at ISOLDE(CERN). The achieved energy resolution of  $\Delta E_{\text{FWHM}} = 12 \text{ eV}$  and rise times of  $\tau = 90 \text{ ns}$  are very promising results and encourage further investigation.

## T 109: Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 4

Zeit: Dienstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 103

### Gruppenbericht

T 109.1 Di 16:45 ZHG 103

**The GERDA experiment on  $0\nu\beta\beta$  decay** — ●KAI FREUND for the GERDA-Collaboration — Eberhard Karls Universität Tübingen, Germany

The GERDA (Germanium Detector Array) collaboration searches for the neutrinoless double beta decay ( $0\nu\beta\beta$ ) of  $^{76}\text{Ge}$ . The existence of this decay would give rise to the assumption that the neutrino is a Majorana particle, i.e. its own antiparticle. A measured half-life could be used to determine the effective neutrino mass and hence resolve the neutrino mass hierarchy problem. Germanium diodes, isotopically enriched in  $^{76}\text{Ge}$ , are used as both source and detector. Due to the low rate of this decay ( $T_{1/2} > 10^{25} \text{ y}$ ), the experimental background must be reduced to a level of  $10^{-2} \text{ counts}/(\text{kg y keV})$  or better in the region

around  $Q_{\beta\beta}$ . To minimize background from cosmogenically produced secondary particles, a low Z shielding is employed. Thus, the naked diodes are operated in a liquid argon cryostat, which is surrounded by a water tank acting as both passive shield and active muon Cherenkov veto.

GERDA started the commissioning runs in 2010 and in November 2011, the first phase of data taking with enriched detectors has begun. In this talk, the first year of the experiment will be summarized.

[1] GERDA proposal 2004, <http://www.mpi-hd.mpg.de/gerda>

This work was supported by BMBF (05A08VT1).

T 109.2 Di 17:05 ZHG 103

**The GERDA calibration system** — LAURA BAUDIS, FRANCIS FROBORG, MICHAEL TARKA, TOBIAS BRUCH, ALFREDO FERRELLA, and

•MANUEL WALTER FOR THE GERDA-COLLABORATION — Physik-Institut, Universität Zürich, Schweiz

A system with three identical custom made units is used for the energy calibration of the GERDA Ge diodes. To perform a calibration the  $^{228}\text{Th}$  sources are lowered from the parking positions at the top of the cryostat. Their positions are measured by two independent modules. One, the incremental encoder, counts the holes in the perforated steel band holding the sources, the other measures the drive shaft's angular position even if not powered.

The system can be controlled remotely by a Labview program.

The calibration data is analyzed by an iterative calibration algorithm determining the calibration functions for different energy reconstruction algorithms and the resolution of several peaks in the  $^{228}\text{Th}$  spectrum is determined.

A Monte Carlo simulation using the GERDA simulation software MAGE has been performed to determine the background induced by the sources in the parking positions.

T 109.3 Di 17:20 ZHG 103

**$\alpha$ -Background characterization for the GERDA experiment**

— •NESLIHAN BECERICI-SCHMIDT for the GERDA-Collaboration — Max-Planck-Institut für Physik, München

The Germanium Detector Array - GERDA - is a neutrinoless double beta ( $0\nu\beta\beta$ ) decay experiment, that aims to advance our knowledge on the nature and properties of neutrinos. The current limits on the half-life of  $0\nu\beta\beta$ -decay are in the order of  $10^{25}$  years. In order to increase the sensitivity on the half-life with respect to past experiments, the background rate in the region of interest (around  $Q_{\beta\beta}$ ) needs to be reduced. GERDA started data-taking with the full set of phase-I detectors in November 2011. Understanding of the background is of major importance to further mitigate the background for GERDA phase-II.

An analysis of candidate  $\alpha$ -events in the GERDA background spectrum is presented. Events with energies above the highest prominent  $\gamma$ -line from natural radioactivity are assumed to be dominantly due to  $\alpha$ -decays on the surface of the detectors. These first pass through the dead layers on the surfaces, losing part of their energy. The  $\alpha$ -energy deposited in the active volume may be close to the  $Q_{\beta\beta}$ . A model, based on the assumption that all high energy events in the spectrum come from surface  $\alpha$ -decays, is compared with data. A very good agreement between the model and the data is found. The background contribution from  $\alpha$ 's in the region of interest is estimated.

T 109.4 Di 17:35 ZHG 103

**BEGe detector response to alpha and beta-radiation near its  $p^+$  electrode**

— •TOBIAS BODE, MATTEO AGOSTINI, MARIK BARNABÉ-HEIDER, DUSAN BUDJAS, and STEFAN SCHÖNERT for the GERDA-Collaboration — Technische Universität München, Germany

In Phase II of the GERDA (Germanium Detector Array) experiment Broad Energy Germanium (BEGe) detectors will continue the search for the neutrinoless double beta decay ( $0\nu\beta\beta$ ) of  $^{76}\text{Ge}$ . The main feature of these detectors is their small  $p^+$  electrode used for signal read-out. Due to the thin dead layer of the  $p^+$  contact, surface events close to this electrode represent a potential background for the search of  $0\nu\beta\beta$ . A study was conducted to determine the response of the detector to alpha and beta-radiation using movable collimated sources within a custom-build cryostat. Preliminary results of this study and a possible method to discriminate these events will be presented. This work was supported by BMBF 05A11W01 and by the Munich Cluster of Excellence Origin and Structure of the Universe.

T 109.5 Di 17:50 ZHG 103

**MC Benchmarks for GERDA LAr Veto Designs**

— •NUNO FIUZA DE BARROS for the GERDA-Collaboration — TU Dresden

The GERmanium Detector Array (GERDA) experiment is designed to search for neutrinoless beta decay in  $^{76}\text{Ge}$  and is able to directly test the present claim by parts of the Heidelberg-Moscow Collaboration. The experiment started recently its first physics phase with eight enriched detectors, after a 17 month long commissioning period. GERDA operates an array of HPGe detectors in liquid argon (LAr), which acts both as a shield for external backgrounds and as a cryogenic cooling. Furthermore, LAr has the potential to be instrumented and therefore be used as an active veto for background events through the detection of the produced scintillation light. In this talk, Monte Carlo studies for benchmarking and optimizing different LAr veto designs will be presented. LAr scintillates at 128 nm which, combined with the cryogenic temperature in which the detector is operated and its optical prop-

erties, poses many challenges in the design of an efficient veto that would help the experiment to reduce the total background level by one order of magnitude, as it is the goal for the second physics phase of the experiment. This work was supported by BMBF.

T 109.6 Di 18:05 ZHG 103

**Feasibility study of segmented broad energy germanium detectors**

— •BURCIN DÖNMEZ for the GeDET-Collaboration — MPI für Physik

Germanium detectors have been used for  $\gamma$ -ray spectroscopy for decades and for neutrinoless double beta decay ( $0\nu\beta\beta$ ) experiments recently. One of the biggest challenges in these experiments is to discriminate  $0\nu\beta\beta$  events from  $\gamma$ -ray induced backgrounds. Pulse shape simulations of segmented n-type Broad Energy Germanium (BEGe) detectors are carried out to find an optimum segment geometry to extract position information and event topology using mirror charges. The detector simulated has a diameter of 75 mm, a height of 40 mm, a point contact with a diameter of 5 mm, and a special segment configuration.

T 109.7 Di 18:20 ZHG 103

**Simulation von Elektronen aus dem Tritium  $\beta$ -Zerfall durch das gesamte KATRIN-Experiment mit KASSIOPEIA**

— •STEFAN GROH für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Experimentelle Kernphysik (IEKP)

Ziel des Karlsruher Tritium Neutrino Experiments ist es durch eine Endpunktsuntersuchung des  $\beta$ -Zerfallsspektrums von Tritium die effektive Masse des Elektronantineutrinos direkt und modellunabhängig mit einer Sensitivität von  $200\text{ meV}/c^2$  (90% CL) zu bestimmen.

KATRIN setzt eine fensterlose gasförmige Tritiumquelle, eine Transportstrecke mit differentiellen und kryogenen Pumpbereichen, ein System aus zwei elektrostatischen Spektrometern (Vor- und Hauptspektrometer) mit magnetischer adiabatischer Kollimation (MAC-E-Filter) und einen großflächigen, ortsauffösenden Siliziumdetektor ein. Sowohl begleitend zu den Messungen als auch zur Untersuchung von systematischen Effekten ist es von außerordentlicher Wichtigkeit Monte Carlo Simulationen der Signalelektronen durch den kompletten etwa 70 m langen KATRIN Aufbau durchzuführen. Für diesen Zweck wird das KASSIOPEIA Simulationspaket eingesetzt, welches innerhalb der KATRIN-Kollaboration entwickelt wurde. In diesem Vortrag sollen die Herausforderungen der mikroskopischen Teilchenbahnverfolgung von Tritium-Signal-Elektronen durch den gesamten KATRIN Experimentieraufbau dargelegt und außerdem erste Ergebnisse vorgestellt werden.

Gefördert durch das BMBF unter Kennzeichen 05A11VK3 und die Helmholtzgemeinschaft.

T 109.8 Di 18:35 ZHG 103

**Feld- und Teilchenbahnberechnung nahe der KATRIN-Drahtelektrode**

— •BENJAMIN LEIBER — Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Kernphysik

Das Karlsruher TRitium Neutrino Experiment wird die Masse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von  $0,2\text{ eV}/c^2$  (90% C.L.) über die Messung des Tritium  $\beta$ -Spektrums in der Nähe des Endpunktes bestimmen. Um die Energie der Zerfallelektronen zu analysieren, werden diese in einem elektrostatischen Spektrometer nach dem MAC-E-Filter-Prinzip entlang von Magnetfeldlinien geführt. Durch die adiabatische Änderung des Feldes um den Faktor 20000 wird die transversale Energie der Zerfallelektronen in longitudinale umgewandelt, welche dann mit dem elektrischen Retardierungspotential analysiert wird. Zur Optimierung des experimentellen Aufbaus werden Simulationen des elektromagnetischen Designs durchgeführt. Dies erfordert eine flexible und modulare Software um die auftretenden elektromagnetischen Felder und damit auch die Teilchenbahnen der Zerfallelektronen im Experiment mit großer Genauigkeit zu simulieren. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei darauf das elektrische Feld nahe den Drahtelektroden im Inneren der KATRIN-Spektrometer möglichst genau und schnell zu simulieren, womit sich die Teilchenbahnen nahe den Elektroden genau berechnen lassen. Dieses Projekt wird durch die Helmholtz-Gemeinschaft und die BMBF-Verbundforschung mit dem Förderkennzeichen 05A11VK3 gefördert.

T 109.9 Di 18:50 ZHG 103

**Simulation von Bolometeranwendungen für MAC-E Filter**

— •ADRIAN MERTENS für die KATRIN-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Experimentelle Kernphysik

Das KATRIN Experiment bestimmt die Masse des Elektron-Antineutrinos mit einer Sensitivität von 0,2 eV (90% C.L.). Hierzu wird das Beta-Spektrum des Tritium Zerfalles aus einer gasförmigen, fensterlosen Quelle spektroskopisch mit einem MAC-E Filter (Magnetisch Adiabatische Collimator mit Elektrostatischem Filter) nahe dem Endpunkt vermessen. Dieser Filter bestimmt die Zählrate des Spektrums integral nach Vorgabe einer unteren präzisen Energieschwelle. Durch sukzessives Ändern der unteren Energieschwelle wird das Beta-Spektrum durch die hohe Energieauflösung des MAC-E Fil-

ters präzise vermessen.

Dieser Vortrag stellt eine Studie vor, in der untersucht wurde, in wie weit sich die Sensitivität eines solchen Experiments durch eine differenzielle Messung verbessern lässt, z.B durch die Verwendung von hochauflösenden bolometrischen Detektoren und die Verwendung des MAC-E Filters als feste aber notwendige Schwelle, um Pile up Effekte zu vermeiden. Diese Arbeiten wurden teilweise gefördert durch das BMBF Projekt 05A08VK2 und die Helmholtz- Gemeinschaft.

## T 110: Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 5

Zeit: Mittwoch 16:45–19:20

Raum: ZHG 102

**Gruppenbericht** T 110.1 Mi 16:45 ZHG 102  
**Das Neutrinoobservatorium LENA** — •DANIEL BICK, CAREN HAGNER, MARKUS KAISER, SEBASTIAN LORENZ und MICHAEL WURM — für die LENA Working Group — Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

LENA (Low Energy Neutrino Astronomy) ist ein zukünftiger Detektor zur Untersuchung astrophysikalischer Neutrinos. Das Projekt befindet sich zur Zeit in der Entwurfsphase und ist Teil der europäischen LAGUNA-LBNO Designstudie. Die Neutrinos sollen in 50 kt Flüssigszintillator nachgewiesen werden. Eine wesentliche Stärke liegt hierbei in der niedrigen Energieschwelle und der guten Untergrunddiskrimination.

Ziel des Experiments ist die Untersuchung von Neutrinos im Niederenergiebereich aus einer Fülle von astrophysikalischen und terrestrischen Quellen, vor allem Geoneutrinos, solaren Neutrinos und Neutrinos aus Supernova Explosionen.

Darüber hinaus wird LENA auch in der Lage sein, Messungen im GeV Bereich durchzuführen. Im Rahmen von LAGUNA-LBNO wird gegenwärtig das Potential LENAs als Detektor für einen Long-Baseline Neutrinostrahl evaluiert. Weiterhin kann nach dem Protonenzerfall im Kanal  $p \rightarrow K^+ + \bar{\nu}$  gesucht werden.

T 110.2 Mi 17:05 ZHG 102

**Supernova-Neutrinos in LENA: Diskrimination der Detektionskanäle** — •MARKUS KAISER, CAREN HAGNER, MICHAEL WURM, DANIEL BICK und SEBASTIAN LORENZ — Für die LENA Arbeitsgruppe - Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Das zukünftige Neutrinoobservatorium LENA wird mit einer Targetmasse von 50 kt Flüssigszintillator ein breites Spektrum von niedrigerenergetischen Neutrinos nachweisen können. Für eine Supernova im Zentrum unserer Milchstraße werden etwa  $10^4$  Ereignisse erwartet. Neben der niedrigen Energieschwelle bietet LENA dabei die Möglichkeit, über verschiedene Detektionskanäle die Spektren der einzelnen Neutrino-Flavor getrennt zu bestimmen: Der goldene Kanal für  $\bar{\nu}_e$ , der inverse Beta-Zerfall, bietet dabei die größte Statistik. Die elastische Streuung am Proton ist primär sensitiv auf  $\nu_\mu$  und  $\nu_\tau$ , während NC und CC-Reaktionen am  $^{12}\text{C}$  sowie elastische Streuung an Elektronen auch Informationen zu den  $\nu_e$  liefern. Es werden Studien zur Effizienz vorgestellt, mit der Ereignisse aus den verschiedenen Kanäle diskriminiert werden können. Diese Analyse ist eine wichtige Grundlage für das Verständnis des SN-Neutrinosignals in LENA.

T 110.3 Mi 17:20 ZHG 102

**Alpha-Beta Discrimination in LENA** — •RANDOLPH MÖLLENBERG — for the LENA working group - Technische Universität München, Physik Department E15, James Franck Straße 1, 85748 Garching

Alpha emitting isotopes, mainly  $^{210}\text{Po}$ , provide a background for the detection of  $^7\text{Be}$  neutrinos in LENA (Low Energy Neutrino Astronomy). This background can be reduced by a pulse shape analysis, as alpha particles and electrons have a different typical pulse shape, caused by the different energy deposition per unit path length ( $\frac{dE}{dx}$ ). Thus, the efficiency of this method was analyzed by a detailed Monte Carlo study. Several scintillators as well as the influence of the photomultiplier performance on the discrimination efficiency were investigated.

This work was supported by the Maier-Leibnitz-Laboratorium and the cluster of excellence 'Origin and Structure of the Universe'.

T 110.4 Mi 17:35 ZHG 102

**Development of an Optical Module for LENA** — •MARC

TIPPMANN — for the LENA working group - Technische Universität München, Physik-Department E15, James-Franck-Straße, D-85748 Garching

LENA (Low Energy Neutrino Astronomy) is a next-generation liquid-scintillator neutrino detector with 50kt target mass. The broad spectrum of physics goals ranging from the sub-MeV to the GeV regime sets high demands on the photosensors.

In order to select the optimum sensor, first simulations regarding the influence of sensor properties on detector behavior have been performed. In addition, a photosensor testing facility has been constructed. Potential sensor types for LENA are discussed.

As PMTs are currently the most promising option, the status of the development of an optical module for PMTs is presented. This consists of PMT, voltage divider, Mu-metal, a pressure withstanding encapsulation and a light concentrator.

This work has been supported by the Maier-Leibnitz-Laboratorium, the TR 27 "Neutrinos and Beyond" and the cluster of excellence "Origin and Structure of the Universe".

T 110.5 Mi 17:50 ZHG 102

**Proton Recoils in Organic Liquid Scintillator** — •JÜRGEN WINTER — for the LENA working group - Technische Universität München, Physik Department E15, James Franck Straße, 85748 Garching

In liquid-scintillator detectors like the LENA (Low Energy Neutrino Astronomy) project, understanding the nature of proton recoils is vital. First of all concerning the observation of the diffuse Supernova  $\bar{\nu}_e$  background with the inverse beta decay (IBD). This signature can be mimicked by the thermalization and capture of a knockout neutron originating from inelastic NC interactions of atmospheric neutrinos on  $^{12}\text{C}$ . However, with the help of pulse shape discrimination between the neutron-induced proton recoils and the prompt positron signal from the IBD, this background might be reduced effectively. Furthermore, elastic  $\nu$ -p scattering is an important channel for neutrinos from a galactic core-collapse SN. In order to reconstruct the initial neutrino energy, the energy-dependent quenching factor of proton recoils has to be known. Therefore, a neutron scattering experiment at the Maier-Leibnitz-Laboratorium in Garching has been set up in order to understand the response of proton recoils in organic liquid scintillator.

This work has been supported by the Maier-Leibnitz-Laboratorium and the cluster of excellence 'Origin and Structure of the Universe'.

T 110.6 Mi 18:05 ZHG 102

**Borexino: Update on the  $^7\text{Be}$ -neutrino measurement and results of the first pep-neutrino analysis** — •TIMO LEWKE — BOREXINO COLLABORATION — Technische Universität München, Physik Department E15, James Franck Straße, 85748 Garching

Borexino is a 300t liquid-scintillator detector designed for the realtime detection of solar neutrinos in the sub-MeV energy range. Based on the statistics of 4 years, Borexino has recently published a new high precision measurement of the  $^7\text{Be}$ -neutrinos. In addition first results of the pep- and CNO-neutrino analysis will be presented in this talk.

This work is supported by funds of the Maier-Leibnitz-Laboratorium (Munich), the DFG, and the Excellence Cluster "Universe".

T 110.7 Mi 18:20 ZHG 102

**Eigenschaften der Double Chooz Szintillatoren** — •CHRISTOPH ABERLE, CHRISTIAN BUCK, BENJAMIN GRAMLICH, FRANCIS X. HARTMANN, MANFRED LINDNER, BERND REINHOLD, STEFAN SCHÖNERT, UTE SCHWAN, STEFAN WAGNER und HIDEKI WATANABE — Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg

Für das Reaktor-neutrinoexperiment Double Chooz wird ein Gadolinium-beladener organischer Flüssigszintillator als Neutrino-Target verwendet. Der Gadolinium-freie Gamma Catcher Szintillator umgibt das Neutrino-Target. Die Herstellung von über 40 Tonnen der beiden Szintillatoren wurde am Max-Planck-Institut für Kernphysik durchgeführt.

In diesem Vortrag werden die Auswirkungen der optimierten optischen Eigenschaften der Szintillatoren auf zentrale Merkmale des Detektors gezeigt. Wichtige optische Eigenschaften sind unter anderem die Lichtausbeuten von Target und Gamma Catcher, die Absorptionslängen und die zeitliche Stabilität dieser Größen. Sie bestimmen die Homogenität des Detektorsignals und sind damit entscheidend für die Energieauflösung. Die Bestimmung dieser Ortsabhängigkeit der sichtbaren Energie führt zu einer Methode zur Korrektur von Detektorinhomogenitäten.

T 110.8 Mi 18:35 ZHG 102

**The  $\bar{\nu}_e$  spectrum of the fission products of  $^{238}\text{U}$**  — ●NILS HAAG, LOTHAR OBERAUER, STEFAN SCHÖNERT, and KLAUS SCHRECKENBACH — Technische Universität München

The  $\bar{\nu}_e$ 's emitted by a reactor core are produced in the subsequent beta decays of all fission products of the four main fuel isotopes  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  and  $^{241}\text{Pu}$ . Since until now only three of these spectra are directly measured, one has to rely on calculations and simulations to predict reactor antineutrino spectra. A measurement of the last missing spectrum of  $^{238}\text{U}$  was performed with a  $\gamma$ -suppressing electron-telescope at the neutron source FRMII in Garching. As in the first phase the Double Chooz experiment is taking data with a single detector, this measurement on  $^{238}\text{U}$  lowers the systematical error significantly. In addition this spectrum is an important input to the discussion of the reactor antineutrino anomaly and sterile neutrinos. A reevaluation of the data now delivers the betaspectrum of  $^{238}\text{U}$  with an absolute calibration. In this talk, the accuracy as well as a conversion method into the  $\bar{\nu}_e$  spectrum will be discussed. This work is funded by the Excellence Cluster "Universe", the DFG Transregio 27: Neutrinos and beyond and the Maier-Leibnitz-Laboratorium Garching.

T 110.9 Mi 18:50 ZHG 102

**Atmospheric neutrino oscillations with IceCube** — ●ANDREAS GROSS for the IceCube-Collaboration — TU München

IceCube is a cubic kilometer scale neutrino telescope completed in December 2010 optimized for neutrino energies on the TeV to PeV scale. With its more densely instrumented DeepCore subarray in the center, the performance in the 10 GeV to 1 TeV energy range has been improved significantly. We present the status of an analysis using IceCube and DeepCore in the 79-string configuration which operated from May 2010 until May 2011. In this configuration it is expected to be sensitive to standard neutrino oscillations by atmospheric muon neutrino disappearance with a maximum effect around 30 GeV and for vertically upgoing events. An atmospheric neutrino event sample is extracted from DeepCore data in the energy range 15 GeV - 150 GeV. Higher energetic atmospheric neutrinos detected by IceCube serve as a control sample for which no oscillation effects are expected.

T 110.10 Mi 19:05 ZHG 102

**Atmospheric  $\nu_\mu$  disappearance in the IceCube+DeepCore detector** — ●JUAN PABLO YANEZ and ROLF NAHNHAUER for the IceCube-Collaboration — DESY, 15738 Zeuthen

Neutrino oscillations, a theoretical prediction outside the Standard Model, is now an accepted fact supported by a large amount of experimental data. However, because of the difficulties associated with the production and detection of neutrinos, even new precision experiments are restricted to limited statistics and to operate at a fixed baseline and/or energy. The DeepCore sub-array, enclosed in the IceCube Neutrino Observatory, is an optical water Cherenkov neutrino detector sensitive to neutrinos down to energies of  $\mathcal{O}(10\text{ GeV})$ . It has a fiducial volume of  $107\text{ m}^3$ , in which  $\sim 100,000$  atmospheric neutrino events will be registered every year, with a baseline varying between 0 - 12,700 km. These unique characteristics make it suitable for oscillations measurements.

The work presented here attempts to observe the gradual disappearance of muon neutrinos as a function of the baseline, which is maximal for those crossing the whole Earth at  $E = 25\text{ GeV}$ . The results shown are obtained using simulation. The analysis will be applied to the data acquired by the full detector, which started operations in 2011.

## T 111: Niederenergie-Neutrino-Physik/Suche nach Dunkler Materie 6

Zeit: Mittwoch 16:45-18:40

Raum: ZHG 103

**Gruppenbericht** T 111.1 Mi 16:45 ZHG 103

**The SNO+ experiment: overview and status** — ●VALENTINA LOZZA, NUNO BARROS, AXEL BOELTZIG, FELIX KRUEGER, LAURA NEUMANN, BELINA VON KROSIGK, and KAI ZUBER — TU Dresden, IKTP, D-01069 Dresden

The SNO+ (Sudbury Neutrino Observatory plus scintillator) experiment is the follow up of the SNO experiment, replacing the heavy water volume with about 780 tons of liquid scintillator (LAB). The unique location in the deepest underground laboratory in the world, and the use of ultra-clean materials makes the detector suitable for neutrinos studies like the detection of pep and CNO solar neutrinos, geo-neutrinos originated from radioactivity in the earth, the possible observation of neutrinos from supernovae and the study of reactor oscillation. Complementing this neutrino program, SNO+ will also search for neutrinoless double beta decay. In this phase the liquid scintillator will be loaded with 0.1% of natural Neodymium allowing the study of  $^{150}\text{Nd}$  (5.6% abundance) neutrinoless double beta decay. A review of the general SNO+ setup, the physics goals and the current status will be presented. This work is supported by the German Research Foundation (DFG).

**Gruppenbericht** T 111.2 Mi 17:05 ZHG 103

**Status des COBRA-Experiments** — ●TILL NEDDERMANN für die COBRA-Kollaboration — TU Dortmund, Lehrstuhl für Experimentelle Physik IV, 44221 Dortmund, D

Das COBRA-Experiment sucht mit Hilfe von CdZnTe-Halbleiter-Detektoren nach dem  $0\nu\beta\beta$ -Zerfall, insbesondere von  $^{116}\text{Cd}$  und  $^{130}\text{Te}$ . Das Detektormaterial enthält insgesamt neun Doppel-Beta-Isotope. Hauptsächlich wird der Zerfall von  $^{116}\text{Cd}$  untersucht, dessen Q-Wert bei 2813.5keV und somit oberhalb der höchsten natürlich vorkommenden  $\gamma$ -Linie liegt. Ein Nachweis des  $0\nu\beta\beta$ -Zerfalls würde die Bestimmung der effektiven Majorana-Masse des Neutrinos ermöglichen.

Neben den bisher verwendeten Coplanar Grid Detektoren werden pixelierte Detektoren untersucht, die in Form einer Solid State TPC Teilchenidentifizierung und damit eine Untergrundreduktion von mehreren Größenordnungen ermöglichen würden.

Im Vortrag werden die immensen Fortschritte des letzten Jahres vorgestellt, die durch eine detaillierte Detektorcharakterisierung, ein Re-Design der Signalelektronik und des COBRA-Testaufbaus im Gran Sasso-Untergrundlabor (LNGS) sowie der Umstellung auf Pulsformaufzeichnung erreicht wurden. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf zukünftige Aktivitäten gegeben.

T 111.3 Mi 17:25 ZHG 103

**Neuigkeiten zur Identifikation von Doppel-Beta Ereignissen mit pixelierten CdTe Halbleiter Detektoren für COBRA** — ●THOMAS GLEIXNER, MYKHAYLO FILIPENKO, JÜRGEN DURST, THILO MICHEL and GISELA ANTON für die COBRA-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Der mögliche Einsatz von pixelierten Detektoren bei der Suche nach dem neutrino-losen doppelten Betazerfall mit Hilfe von CdTe Detektoren würde der Reduktion des Untergrunds dienen. Optimalerweise wären Signaturen des Doppelten Betazerfalls, die Spur zweier Elektronen mit einem gemeinsamen Startpunkt und wohldefinierter Energie, vollständig von allen anderen zu trennen, was den Untergrund bis auf die unvermeidlichen neutrino-behafteten Doppel-Beta Zerfälle eliminieren würde.

Während dies mit Detektoren mit einer Pixelgröße in der Größenordnung von 100  $\mu\text{m}$  bei der Signatur von Alphateilchen und von Myonen sehr gut möglich ist, sind Ereignisse von einzelnen Elektronen sehr viel schwieriger von Doppel-Beta Ereignissen zu trennen. Anhand von Monte-Carlo-Simulationsdaten kann eine Mustererkennung entwickelt werden die diese Signaturen trennt. Eine Möglichkeit die Anwendbarkeit auf Messdaten zu testen, ist die Betrachtung von Paarbildungs-

und Comptonereignissen, da diese eine vergleichbare Signatur erzeugen.

Der Vortrag zeigt den aktuellen Stand der Diskriminierung und deren experimentelle Überprüfung.

T 111.4 Mi 17:40 ZHG 103

**Pulse Shape Analyse für Coplanar Grid CdZnTe Detektoren für das COBRA Experiment** — ●JAN TEBRÜGGE für die COBRA-Kollaboration — TU Dortmund, Physik EIV, D-44221

Das COBRA Experiment sucht nach dem neutrinolosen doppel-beta Zerfall in CdZnTe Halbleiterkristallen.

Im aktuellen R&D Aufbau im Gran Sasso Untergrundlabor sind Coplanar Grid Detektoren im Einsatz. Die im letzten Jahr komplett erneuerte Ausleseelektronik ermöglicht die Aufzeichnung der gesamten Pulsformen und damit Pulse Shape Analyse.

In Labormessungen wurde ein CdZnTe CPG Detektor mit kurzreichweitigen alpha- und beta-, sowie gamma-Quellen von verschiedenen Seiten bestrahlt. Hiermit wurde das Potential der Pulse Shape Analyse der Detektorsignale zur Verbesserung der Energieauflösung und Untergrundunterdrückung wie z.B. der Bestimmung der Interaktionstiefe erprobt. Angewandt auf aktuelle Physikdaten vom LNGS ergeben sich viele erfolgversprechende Möglichkeiten der Untergrundreduktion.

T 111.5 Mi 17:55 ZHG 103

**Upgrade der DAQ-Elektronik und Optionen zur Datenreduktion für das COBRA Experiment** — ●OLIVER SCHULZ für die COBRA-Kollaboration — MPI für Physik, München

Das COBRA-Experiment sucht mit Hilfe von CdZnTe-Detektoren nach neutrinolosen doppel-beta Zerfällen von Cd-, Zn- und Te-Isotopen, insbesondere von  $^{116}\text{Cd}$ .

Nach Umstellung der Datennahme Ende 2010 auf die Aufzeichnung der vollen Pulsform der Detektorsignale, erfolgte im Laufe des Jahres 2011 ein kompletter Austausch des Analogteils der Datennahmekette zur Steigerung der Signalqualität und zur Cross-Talk Reduktion. Der Vortrag präsentiert die neue Datennahme-Elektronik des COBRA-Experimentes.

Eine neue Herausforderung für das Experiment ist die anfallende Datenmenge, insbesondere bei der Detektor-Charakterisierung und der regelmäßigen Kalibration des Versuchsaufbaus. Wir stellen eine Option zur substantielle Datenreduktion unter Erhaltung der vollen Energieauflösung und Pulsform-Eigenschaften, basierend auf einer Wavelet-Kompression der Pulsform-Daten, vor.

T 111.6 Mi 18:10 ZHG 103

**Monte-Carlo based background studies for the COBRA Ex-**

**periment** — ●NADINE HEIDRICH for the COBRA-Collaboration — Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Hamburg, D

COBRA is a next-generation experiment searching for neutrinoless double beta decay using CdZnTe semiconductor detectors. The main focus is on Cd-116, with a decay energy of 2814 keV well above the highest naturally occurring gamma lines.

The concept for a large scale set-up consists of an array of CdZnTe detectors with a total mass of 420 kg enriched in  $^{116}\text{Cd}$  up to 90%. With a background rate in the order of  $10^{-3}$  counts/keV/kg/year, the experiment would be sensitive to a half-life larger than  $10^{26}$  years, corresponding to a Majorana mass term  $m_{\beta\beta}$  smaller than 50 meV.

The broad R&D program encompasses many different activities, such as a test set-up at LNGS, able to house upto 64 CPG detectors with a size of  $1\text{cm}^3$ . At the moment 16 detectors are running with a new FADC readout.

Because of a high half-life, the background has to be reduced significantly. Background sources are for example neutrons, natural decay chains and the  $2\nu\beta\beta$  decay. Besides the development of a shielding, the effects of different background sources are studied based on Monte-Carlo simulations. In the talk the current status of the Monte-Carlo survey is presented and discussed.

T 111.7 Mi 18:25 ZHG 103

**Investigation of shielding powers of different materials and shielding depths for secondary cosmic rays** — ●AARON MICHEL, ALLEN CALDWELL, BÉLA MAJOROVITS, and CHRISTOPHER O'SHAUGHNESSY for the GERDA-Collaboration — Max-Planck-Institut für Physik

Primary cosmic rays generate a considerable flux of secondary particles on Earth's surface. In low background applications like the GERDA experiment, it is important to shield the detector from all possible sources of radioactivity. As the background from external sources becomes lower, the internal cosmogenically produced background in detectors becomes non-negligible. Detector materials like germanium need to be well shielded to avoid cosmogenic activation. The production of long-lived radioactive isotopes inside detectors will affect their sensitivity. In order to quantify the expected background contribution due to cosmogenic isotopes, a good understanding of the shielding power is needed. A systematic investigation based on Monte-Carlo simulations of the actual interaction of cosmic ray secondaries with the shielding material is presented. The GEANT4 package with selected physics libraries is used for the calculation of the cross-sections. The propagation of secondary cosmic ray particles through different shielding materials is simulated. The shielding powers for different depths are shown for different shielding materials.

## T 112: Niederenergie-Neutrinophysik/Suche nach Dunkler Materie 7

Zeit: Donnerstag 16:45–19:05

Raum: ZHG 102

**Gruppenbericht** T 112.1 Do 16:45 ZHG 102

**Status des XENON100-Experiments und des XENON1T-Projekts** — ●HARDY SIMGEN für die XENON-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

XENON100 ist ein Experiment zur direkten Suche nach dunkler Materie, das seit Ende 2009 im italienischen Gran Sasso-Untergrundlabor Daten nimmt. Herzstück des Experiments ist eine 2-Phasen TPC (Time Projection Chamber), die etwa 62 kg flüssiges Xenon enthält. Ein Ereignis ist charakterisiert durch ein promptes Szintillationsignal und ein verzögertes Ionisationssignal, das ebenfalls über Szintillationslicht ausgelesen wird. Dank der hohen Reinheit des Xenons und des Detektors sowie seiner exzellenten Fähigkeit zur Untergrunddiskriminierung konnten mit XENON100 die bisher besten Limits für den WIMP-Nukleon-Wirkungsquerschnitt erreicht werden [1]. Diese und andere bis dato erhaltenen Ergebnisse von XENON100 werden im ersten Teil des Vortrags präsentiert.

Im zweiten Teil wird auf die nächste Phase (XENON1T) eingegangen, in der die Xenonmasse in der TPC auf etwa eine Tonne vergrößert wird. Dabei wird zunächst der Stand der Planungen für das Design und den Aufbau des Experiments im Gran Sasso-Labor diskutiert. Schließlich werden einige der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten vorgestellt, die notwendig sind um zu gewährleisten, dass das Experiment auch in der XENON1T-Phase zuverlässig und mit dem niedrigst möglichen Untergrund arbeitet.

[1] E. Aprile et al., PRL 107, 131302 (2011)

T 112.2 Do 17:05 ZHG 102

**Datenanalyse und Simulationen für das XENON100 Experiment** — ●MARC WEBER für die XENON-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg, Germany

Das XENON100 Experiment zielt auf den Nachweis einer direkten Wechselwirkung zwischen Dunkler Materie und flüssigem Xenon, das als Targetmaterial in eine Zeitprojektionskammer eingebracht ist. Der Energieverlust eindringender Teilchen wird in Szintillationslicht und Ionisationsladung überführt. Für jedes Ereignis können beide Signalformen getrennt gemessen werden. Sie dienen der Abgrenzung von Detektoruntergrund sowie einer 3D-Rekonstruktion der Interaktionspositionen. Das Experiment muss zugleich höchsten Anforderungen an Strahlungsabschirmung genügen, um die erwartet niedrige Reaktionsrate mit hypothetischen Dunkle-Materie-Teilchen messen zu können.

Dieser Vortrag stellt Teilaspekte der Datenanalyse vor und richtet das Augenmerk insbesondere auf die Auswertung von Neutronenkalibrationsmessungen und deren Vergleich zu Monte Carlo Simulationen des Detektors und der Signalerzeugung. Es wird gezeigt, wie mit Hilfe der Simulationen die Interpretation der vorhandenen Daten ergänzt und das Verständnis über den Detektor verfeinert werden kann.

T 112.3 Do 17:20 ZHG 102

**Monitoring the data quality during Dark Matter search with XENON100** — ●BORIS BAUERMEISTER for the XENON-Collaboration — Johannes Gutenberg-Universität: Institut für Physik, Mainz

The XENON Dark Matter search aims at directly detecting dark matter with a dual-phase xenon time projection chamber (TPC). The current experiment employs a total amount of 162 kg of liquid xenon and 242 photomultiplier tubes, with 62 kg target mass and 178 PMTs inside the TPC. XENON100 excludes a WIMP-nucleon cross-section bigger than  $\sigma = 7 \times 10^{-45} \text{ cm}^2$  (90% CL) for a WIMP mass of  $m_\chi = 50 \frac{\text{GeV}}{c^2}$ , and continues to collect data.

For the XENON experiment it is important to control the output signal from all photomultiplier tubes. The running operation requires a regular calibration, which is done once a week. For this, the process of taking dark matter is stopped while the photomultipliers' calibration is done by an LED. Here we discuss methods to continuously monitor the PMTs and the detector performance during dark matter runs, where the signal in the dark matter region of interest is blinded. We describe the behavior of single photomultiplier tubes by analysing the spectral shape of each photomultiplier over time. This additional method of measurement ensures that each photomultiplier operates satisfactorily between calibrations, and identifies periods of inferior data quality.

T 112.4 Do 17:35 ZHG 102

**Electrostatic field calculations for a dual phase noble gas WIMP detector** — ●DANIEL HILK, GUIDO DREXLIN, FERENC GLÜCK, and THOMAS THÜMLER — KIT Center Elementary Particle and Astroparticle Physics (KCETA)

In the last years, dual phase noble gas detectors like XENON100 or WARP delivered today's most accurate limits on WIMP-nucleon cross-sections up to  $\sigma \simeq 10^{-45} \text{ cm}^2$ . To push the sensitivity to the region of theoretical predicted limits of  $\mathcal{O}(10^{-47} \text{ cm}^2)$ , several European groups are working within a consortium on the technical design report for DARWIN (DARK matter WImp search with Noble liquids), a facility housing two multi-ton detectors combining both technologies from the Argon- and Xenon-based experiments.

In case of a WIMP colliding with an Ar or Xe nucleus, photons and electrons will be emitted within the liquid detector material. Whereas photosensors detect the light signal, the electrons drift within a homogeneous electric field, generated by field forming meshes, to the top of the detector to be registered via electroluminescence. This principle allows an excellent background discrimination.

In order to map the interaction point correctly, it is indispensable to simulate the exact electric field configuration. Therefore, the simulation program Kassiopeia, originally developed for the KATRIN experiment, has been applied. Kassiopeia uses BEM, which is advantageous especially for simulating small scale wire structures within large volumina. The talk summarizes current results and discusses several calculation methods.

T 112.5 Do 17:50 ZHG 102

**Design of a two-phase Xenon TPC for the study of fast scintillation in LXe dark matter detectors** — ●BASTIAN BESKERS, CYRIL GRIGNON, UWE OBERLACK, RAINER OTHEGRAVEN, and PIERRE SISSOL — Johannes Gutenberg Universität Mainz

XENON100 is currently the most sensitive dark matter search experiment, its successor XENON1T is already in development phase. Dark Matter detectors at the 10 ton scale (e.g. DARWIN) are being envisioned. These experiments are based on dual-phase Xenon time projection chambers. Background suppression and discrimination are driving forces in the design of these experiments. Currently this is accomplished by fiducialization using position sensitivity and light/charge discrimination. Additional discrimination may be achieved by pulse-shape discrimination.

The Mainz group is setting up a small two-phase Xenon-TPC to measure charge and scintillation yield at recoil energies in the order of few keV and to study the liquid Xenon scintillation pulse shape. As new features compared to former scintillation/charge yield experiments, our TPC will have 3D position resolution and very fast readout electronics (sampling rate 2.5 GS/s). Position resolution will be used to fiducialize the active volume, select single scatters and to reduce systematic errors.

This talk gives an overview on motivation of planned measurements, the simulations done to optimize the design of the TPC and the current state of the experiment.

T 112.6 Do 18:05 ZHG 102

**Dunkle Materie und Krypton – Analytik im ppt-Regime** — ●SEBASTIAN LINDEMANN für die XENON-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik

Ziel des XENON-Experiments ist es Dunkle Materie in Form von hypothetischen WIMPs (schwere, schwach wechselwirkende Teilchen) nachzuweisen, die elastisch an Xenon-Kernen streuen. Die XENON-Kollaboration betreibt zu diesem Zweck einen mit flüssigem Xenon gefüllten Detektor, der eine dreidimensionale Positionsrekonstruktion ermöglicht und damit ideal die hohe Selbstabschirmung von Xenon ausnutzt. Radioaktive Störquellen, die sich außerhalb des eigentlichen zur WIMP-Suche benutzten Targets befinden und die prinzipiell einen Stoß mit einem Xenon-Kern nachahmen können, werden auf diese Weise ideal abgeschirmt. Es muss jedoch sicher gestellt werden, dass radioaktive Verunreinigungen vermieden werden, die sich mit dem Xenon mischen, da hier die Selbstabschirmung nicht hilft.

Krypton besitzt ein auf der Zeitskala des Experiments langlebiges, radioaktives Isotop, das sich aufgrund seiner chemischen Natur als Edelgas mit dem flüssigen Xenon mischt und somit für XENON die gefährlichste radioaktive Verunreinigung darstellt. In meinem Vortrag werde ich die technischen Probleme erläutern, die es bei der Spurenanalyse von Krypton in Xenon zu lösen gilt, von erfolgreichen Messungen von Proben des laufenden XENON100-Detektors sowie seines Nachfolgers XENON1T berichten und Konsequenzen für zukünftige F&E erörtern, die sich daraus ergeben.

T 112.7 Do 18:20 ZHG 102

**AstroFit: A complementarity interface program for exploring physics beyond the Standard Model, in particular Dark Matter (DM) models.** — NELLY NGUYEN, ●FARUK ALEXANDER SELAMI, TORSTEN BRINGMANN, and DIETER HORNS — University of Hamburg

The AstroFit project aims at combining constraints on the parameter space of DM models, providing an interface between theoretical predictions and results from collider, direct and indirect DM searches. AstroFit is a user-friendly, model-independent, easily expandable interface program that compares experimental data - such as the relic density of DM, photon flux upper limits from dwarf spheroidal galaxies and direct WIMP-nucleus cross-sections - with predictions from theory, currently by using the DarkSUSY program package. Combining AstroFit with fit programs such as Fittino includes these contributions in a parameter model fit of, e.g., supersymmetric parameters to particle physics data. Further inclusions of DM signals, such as antiproton and positron fluxes from indirect searches, are planned for the near future. Here, we will exemplify the functionality of AstroFit, show first results from a fit with AstroFit and Fittino constraining the parameters of a CMSSM model, and illustrate the ideas for next steps with AstroFit.

T 112.8 Do 18:35 ZHG 102

**DM subhalos as gamma-ray sources and first candidates in the 1FGL catalog** — ●HANNES-S. ZECHLIN<sup>1</sup>, MILTON V. FERNANDES<sup>1</sup>, DOMINIK ELSÄSSER<sup>2</sup>, and DIETER HORNS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Inst. f. Experimentalphysik, Universität Hamburg — <sup>2</sup>Inst. f. Theoretische Physik und Astrophysik, Universität Würzburg

Galactic dark matter (DM) halos are anticipated to host numerous subhalos (clumps) of  $10^{10}$  to  $10^{-6} M_\odot$  or less, as predicted by hierarchical structure formation. For self-annihilating DM, these objects could be visible as faint and non-variable  $\gamma$ -ray sources without astrophysical counterpart. In accordance with realistic subhalo models and current observational constraints on self-annihilating DM, we predict that about one massive Galactic subhalo may have been already detected in the 11-month catalog of *Fermi*-LAT data. Selection cuts reveal twelve candidates, and in-depth studies of the most promising object, 1FGL J0030.7+0724, are presented. In a dedicated X-ray follow-up observation (Swift XRT), seven point-like X-ray sources have been discovered. Within the positional uncertainty derived from the 24-month data, we consider the unidentified radio source NVSS J003119+072456, coinciding with a discovered Swift source, as the most promising counterpart for 1FGL J0030.7+0724. The broad-band spectral energy distribution is consistent with a high-energy-peaked blazar. However, flux and extent of the *Fermi* source may also be compatible with a DM subhalo. A discrimination between the two scenarios requires further multi-wavelength observations. We discuss strategies for identifying  $\gamma$ -ray sources associated with self-annihilating DM subhalos.

T 112.9 Do 18:50 ZHG 102

**theoretische Limitierung des astrophysikalischen Faktors für**

**den Strahlungsfluss von dunkler Materie** — ●JAN STORZ, DOMINIK ELSAESSER und KARL MANNHEIM — Institut für theoretische Physik und Astrophysik, Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Die Suche nach Signaturen Dunkler Materie in der Hochenergieastrophysik fokussiert sich auf möglichst massereiche Objekte mit großem Masse-Leuchtkraft-Verhältnis. Der zu erwartende Fluss ist ein Produkt aus der Annihilations- oder Zerfallswahrscheinlichkeit der Dunkelmaterie und dem Sichtlinienintegral über deren räumliche Verteilung. Dieser

Astrophysikalische Faktor birgt experimentell die größte Unsicherheit und wird hier für ausgewählte Objekte abgeschätzt. Für Galaxienhaufen geschieht dies unter Einbeziehung des Hintergrunds von kosmischer Strahlung und der Boostfaktoren die sich aus Vielteilchensimulationen, wie Via Lactea und Aquarius, der Strukturbildung im  $\Lambda$  CDM, ergeben. Für Dwarf Spheroidalgalaxien wird der Hintergrund vom galaktischen Dunkelmateriehalo berechnet. Aus dem gesamten diffusen Gammahintergrund von Fermi-LAT und dem aus CMB-Messungen bekannten Anteil dunkler Materie an der Energie-Materiedichte des Universums lässt sich ebenfalls eine Abschätzung erstellen.

## T 113: Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 1

Zeit: Montag 16:45–19:00

Raum: VG 0.110

T 113.1 Mo 16:45 VG 0.110

**Characterization of BEGe detectors for GERDA** — ●KATHARINA VON STURM for the GERDA-Collaboration — Eberhard Karls Universität, Tübingen, Germany

The GERDA collaboration is searching for the neutrinoless double beta decay ( $0\nu\beta\beta$ ) by operating bare Germanium (Ge) diodes in Liquid Argon (LAr). The diodes consist of ultra pure Ge, enriched in  $^{76}\text{Ge}$ . They serve as source and detector at the same time. Before deploying them in the GERDA cryostat the diodes have to be characterized. Therefore spectra of standard sources (Am241, Ba133, Co60 and Th228) are analyzed and compared to Monte Carlo simulations to determine the main parameters of the diodes, e.g. dead layer or active volume.

Data taking of phase I of the GERDA experiment started in November 2011. In the second phase of the experiment so-called Broad Energy Germanium (BEGe) diodes will be deployed. In preparation of the procedures with the enriched detectors a depleted test BEGe was characterized. In this talk results of recent measurements are shown. This work was supported by BMBF.

T 113.2 Mo 17:00 VG 0.110

**Study of pulse shape discrimination for beta events on the  $n^+$  contact with BEGe detectors.** — ●ANDREA LAZZARO<sup>1,2</sup>, DUSAN BUDJAS<sup>1</sup>, MATTEO AGOSTINI<sup>1</sup>, and STEFAN SCHOENERT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physik-Department E15, Technische Universität München, Germany — <sup>2</sup>UNIMIB, Milano, Italy

For the second phase of the GERDA experiment, bare BEGe detectors will be deployed in liquid argon. In the GERDA commissioning runs it was observed that the  $^{42}\text{Ar}$  progeny ( $^{42}\text{K}$ ) can create background at  $Q_{\beta\beta}$ , if the ions are attracted on the detector surface. Beta particles from  $^{42}\text{K}$  decays ( $Q_{\beta} \approx 3.5$  MeV) can penetrate the thick Li layer of the detectors  $n^+$  contact surface and generate signals also at  $Q_{\beta\beta}$ . With BEGe detectors these events can be identified and discriminated via pulse shape analysis.

In this talk we present a study of surface beta events discrimination, using measurements of Sr and Ru sources with detectors in vacuum cryostats and the derived expected background suppression factor for  $^{42}\text{K}$  in LAr.

This work was supported by BMBF (05A11W01) and by the Munich Cluster of “Excellence Origin and Structure of the Universe”.

T 113.3 Mo 17:15 VG 0.110

**Surface event pulse shape studies of semi-coaxial Ge-detector** — ●ANDREA KIRSCH for the GERDA-Collaboration — MPI für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

The GERMANIUM Detector Array experiment aims to search for the neutrinoless double beta decay ( $0\nu\beta\beta$ ) of  $^{76}\text{Ge}$  by using isotopically enriched germanium crystals as source and detector simultaneously. The bare semiconductor diodes are operated in liquid argon at cryogenic temperatures in an ultra-low background environment.

In addition, GERDA applies different active background reduction techniques, one of which is pulse shape discrimination of the closed-ended coaxial HPGe detectors of Phase I. The analysis of the signal time structure provides a powerful tool to discriminate single site events (SSE) of the  $\beta\beta$ -decay from multi site events (MSE) of common gamma-ray background or surface events. To study the correlation between the signal shape and the interaction position on the surface of the inner detector contact, measurements with a  $^{90}\text{Sr}$   $\beta$ -source have been performed.

A summary of the used electronic/detector assembly is given and

will be followed by a discussion of the obtained data for a semi-coaxial detector like the ones used in GERDA. Finally, a comparison of the experimental results with the pulse shapes expected from Monte Carlo simulations will be presented along with an evaluation of the relevance for the GERDA experiment.

T 113.4 Mo 17:30 VG 0.110

**New photomultipliers for the KM3NeT project** — ●OLEG KALEKIN, LEW CLASSEN, and JONAS REUBELT for the ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Collaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

The KM3NeT project is a future multi-cubic-kilometre scale neutrino telescope in the Mediterranean Sea. The telescope’s detection units will be instrumented with optical modules, each housing 31 three-inch photomultiplier tubes (PMTs). Three companies, ET Enterprises, Hamamatsu and MELZ-FEU, develop new types of such PMTs for the KM3NeT project. Hamamatsu has delivered 53 PMTs of R6233MOD type, which will be used to make first fully operated prototypes of the optical modules. The PMTs have been tested at the Erlangen Centre for Astroparticle Physics. These results are presented. The timing parameter “transit time spread” (TTS) and the sensitive photocathode area for these PMTs are slightly worse than the KM3NeT specifications. Therefore, Hamamatsu has designed a new 80-mm diameter PMT (R12199) aiming to improve TTS and sensitive area. The delivery of the first samples is expected by the end of December 2011. The new PMTs will be tested at the time of the Conference and the results will be presented.

Supported through the EU, FP7 grant agreement no. 212252.

T 113.5 Mo 17:45 VG 0.110

**Lichtemission von PMTs und SiPM** — ●MAX KNÖTIG für die MAGIC-Kollaboration — TU München — Max-Planck Institut für Physik

Photomultiplier (PMT) sind der Standard in Anwendungen mit sehr geringer Lichtintensität wie Cherenkov-Teleskopen, der Auslese von Szintillatoren oder Lidars. Die Entwicklung von Silicon Photomultipliern (SiPM) schreitet jedoch voran und sie könnten eines Tages PMTs ersetzen.

Beide Detektortypen zeigen Elektrolumineszenz, welche zu ihrem Rauschen beiträgt und ihre Leistung einschränkt. Studien zur Morphologie des optischen Crosstalks in SiPMs, zur Lichtemission im Si-Lawinendurchbruch und zum optischen Afterpulsing in PMTs werden vorgestellt.

T 113.6 Mo 18:00 VG 0.110

**Messung der absoluten Photonen-Nachweiseffizienz von Photomultipliern im Pulse-Modus für das KM3NeT-Neutrino-teleskop** — ●JONAS REUBELT und OLEG KALEKIN für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Das KM3NeT-Projekt befasst sich mit der Planung und dem Aufbau eines mehrere Kubikkilometer großen Neutrino-teleskops im Mittelmeer. Die 3-Zoll Photomultiplier R6233MOD von Hamamatsu sind aussichtsreiche Kandidaten für die optischen Detektoren. Im Erlangen Centre for Astroparticle Physics wird die Photonen-Nachweiseffizienz dieser PMTs gemessen. Hierzu wird diffuses, gepulstes Licht einer Leuchtdiode verwendet, deren Wellenlängenschwerpunkt an das durch Cherenkovspektrum und Wassertransparenz gegebene Maximum der spektralen Verteilung der zu messenden Photonen angepasst wurde.

Zur absoluten Bestimmung der Photonen-Nachweffizienz wird eine Referenz-Photodiode mit bekannter Quanteneffizienz verwendet. Der Aufbau und die Durchführung des Experiments sowie erste Ergebnisse werden präsentiert.

Gefördert durch die EU, FP7 grant agreement no. 212525.

T 113.7 Mo 18:15 VG 0.110

**Development of photomultiplier light instrumentation for the GERDA experiment** — MARK HEISEL, KARL-TASSO KNOEPFLE, ANATOLY SMOLNIKOV, and ANNE WEGMANN for the GERDA-Collaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg

Key to the GERDA experiment is the reduction of the background in the region of interest at  $Q_{\beta\beta}$  (2039 keV). The LArGe test facility has shown that the background is effectively suppressed when argon scintillation light is used as an anti-coincidence veto. As a result, the installation of an active liquid argon (LAr) veto in GERDA is pursued by the collaboration.

This talk reports about the work in preparation for the light instrumentation of GERDA using photomultipliers. The design of such a veto follows several experimental constraints, e.g. the dimensions of the cryostat, liquid-argon and photomultiplier properties. Monte Carlo simulations are used to optimize the veto dimensions for background suppression efficiency, taking instrumentation induced background into account. First estimates for the veto efficiency of the proposed design are discussed.

As the photomultipliers have to fulfill several requirements for the use inside the GERDA cryostat, a test-stand for photomultiplier characterization and their selection for stable operation in liquid argon has been built at MPIK. First results of these tests will be presented.

T 113.8 Mo 18:30 VG 0.110

**Entwicklung von multi-PMT Modulen für PINGU** — LEW CLASSEN und OLEG KALEKIN für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Mit der Fertigstellung von IceCube im Jahr 2010 steht ein Neutrino-

teleskop mit einem Volumen von  $\sim 1 \text{ km}^3$  für die Untersuchung von Neutrinoquellen im TeV-Bereich zur Verfügung. Mit einer Erweiterung des Aufbaus (PINGU) wird die untere Energiegrenze drastisch gesenkt. Anders als bei dem bisherigen Aufbau sollen bei PINGU auch sogenannte multi-PMT Module zum Einsatz kommen. Optische Module nach diesem Konstruktionsprinzip bestehen aus einer Anordnung von mehreren vergleichsweise kleinen PMTs innerhalb einer transparenten Druckkammer. Gegenüber konventionellen optischen Modulen hat der neuartige Aufbau einige Vorteile.

Dabei kann PINGU von den Erfahrungen des KM3NeT-Konsortiums hinsichtlich dem Design von multi-PMT Modulen profitieren. Das für KM3NeT entwickelte Modul-Layout dient als Grundlage einer Neuentwicklung für PINGU. Unter anderem müssen die Formgebung der Druckzelle und die Anordnung der einzelnen PMTs den Gegebenheiten in Eis angepasst werden. Derzeit durchlaufen PMT Prototypen mehrerer Hersteller einen Auswahlprozess. Daneben werden Simulationen und Belastungsstudien mit einer zylindrischen Druckzelle durchgeführt.

In dem Vortrag wird der aktuelle Stand der Untersuchungen am Erlangen Centre for Astroparticle Physics vorgestellt.

T 113.9 Mo 18:45 VG 0.110

**Bestimmung der Photonenverstärkung bei FACT** — JENS BUSS — TU Dortmund, Dortmund, Deutschland

FACT (First G-APD Cherenkov Telescope) ist das erste abbildende Luft-Cherenkov Teleskop (IACT) mit einer Kamera, die Halbleiter-Detektoren sog. G-APDs (Geiger-mode Avalanche Photodiode) anstelle von konventionellen Sekundärelektronenvervielfachern nutzt. Es befindet sich auf dem Roque de los Muchachos auf der Insel La Palma.

Im Detektor erzeugen die Photonen ein charakteristisches Signal, dessen Amplitude von der Verstärkung der G-APD abhängt. Für den Betrieb der Kamera ist eine stabile Verstärkung von großer Wichtigkeit. In diesem Vortrag werden Möglichkeiten einer Bestimmung dieses Parameters und dessen Konsequenzen für weitere Analyseschritte vorgestellt.

## T 114: Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 2

Zeit: Dienstag 16:45–18:50

Raum: VG 0.110

T 114.1 Di 16:45 VG 0.110

**Simulationsstudien zu einem Radioluftschauerdetektor am Südpol** — TOBIAS FISCHER-WASELS für die IceCube-Kollaboration — Bergischer Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42119 Wuppertal

Im Dezember 2010 wurde das IceCube Observatorium am geographischen Südpol fertiggestellt. Der IceCube InIce Neutrinodetektor hat ein Volumen von  $1 \text{ km}^3$  zwischen 1,5 und 2,5 km Tiefe im Eis. An der Oberfläche befindet sich auf  $1 \text{ km}^2$  der Luftschauderdetektor IceTop. Dieser kann als Veto verwendet werden, sodass IceCube auch von „oben“ kommende Neutrinos vom Südhimmel detektieren kann.

Das Radio Air Shower Test Array (RASTA) Projekt sieht vor diesen Hybriddetektor um ein Feld aus Radioantennen zu erweitern. Vorteil ist neben dem Gewinn zusätzlicher Informationen über die longitudinale Schauerentwicklung über das Radiosignal auch eine größere Flächenabdeckung, wodurch der Zenitwinkel für koinzidente Ereignisse mit dem Detektor im tiefen Eis deutlich erhöht werden kann.

Geladene Teilchen eines Luftschauers emittieren auf unterschiedliche Weise Strahlung im Bereich von  $\mathcal{O}(10 \sim 100)$  MHz. Dominante Emissionsprozesse sind der Geosynchrotroneffekt, Ladungstrennung und der Cherenkoeffekt. Über das Radiosignal eines Luftschauers können kosmische Primärteilchen ab 10 PeV indirekt beobachtet werden. Das Signal wird mit speziellen Dipolantennen gemessen, mit denen ein großflächiges Gebiet instrumentiert werden soll.

Präsentiert werden aktuelle Ergebnisse aus Simulationen bezüglich des lateralen Signalverlaufs, sowie eine Diskussion der Detektorsensitivität hinsichtlich Parameter wie Energie und Komposition.

T 114.2 Di 17:00 VG 0.110

**Analyse erster Daten der AMIGA-Prototypdetektoren** — PETER BUCHHOLZ, UWE FROEHLICH, YURY KOLOTAEV, MARCUS NIECHCIOL, MICHAEL PONTZ, MARKUS RISSE, RODICA TCACIUC und MARIANGELA SETTIMO — Universität Siegen

AMIGA (Auger Muons and Infill for the Ground Array), eine Erwei-

terung des südlichen Auger-Observatoriums, wird gegenwärtig kontinuierlich aufgebaut, um die Energieschwelle des Experimentes zu verringern und um zusätzlich die Anzahl der Myonen in einem Teilchenschauer zu bestimmen. Auf einer Fläche von  $23,5 \text{ km}^2$  werden Wasser-Cherenkov-Tanks als Infill-Array das bestehende Detektorfeld verdichten. Bei jedem dieser Tanks werden unterirdische Myonzähler installiert.

Seit mehreren Monaten nehmen vier bereits installierte Prototypdetektoren erfolgreich erste Daten. Im Vortrag werden eine Analyse dieser Daten sowie ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik.

T 114.3 Di 17:15 VG 0.110

**Status des AMADEUS Projekts: Akustische Neutrinodetektion mit ANTARES** — ALEXANDER ENZENHÖFER für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Das AMADEUS-Experiment, Teil des Neutrinoteleskopes ANTARES, untersucht die Machbarkeit der akustischen Detektion ultrahochenergetischer Neutrinos in Meerwasser. Diese Nachweismethode beruht auf dem thermoakustischen Modell, wonach durch die Energiedeposition eines neutrinoinduzierten Teilchenschauers das umgebende Medium lokal erwärmt wird. Diese Erwärmung führt zu einer schnellen Druckänderung, die sich als akustische Welle ausbreitet. Der akustische Neutrinonachweis ist besonders vielversprechend für die Instrumentierung der großen Detektionsvolumina, die zur Untersuchung ultrahochenergetischer ( $E_\nu \gtrsim 10^{18} \text{ eV}$ ) kosmischer Neutrinos benötigt werden.

Der Nachweis der erwarteten schwachen akustischen Signale stellt hohe Anforderungen an die verwendeten Sensoren sowie an die Analyse der Messdaten. Im Rahmen von AMADEUS werden zu diesem Zweck verschiedene Sensoren untersucht und weiterentwickelt, Langzeitstudien des akustischen Untergrundes angestellt sowie Filter- und Analysestrategien entwickelt und bewertet. Im Vortrag werden der Aufbau und der Status von AMADEUS vorgestellt und die Ergebnisse der Erlanger

Akustik-Gruppe im Bereich der genannten Ziele präsentiert.

Gefördert durch das BMBF unter Kennzeichen 05A08WE1 und 05A11WE1.

T 114.4 Di 17:35 VG 0.110

**Akustische Ankopplung von Piezosensoren an Eisoberflächen**

— ●JONAS KLÄS, KLAUS HELBING, TIMO KARG und UWE NAUMANN — Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich C, 42097, Wuppertal

Eine neue Methode der Teilchendetektion stellt die Detektion über Schallwellen dar, die im Rahmen des IceCube Experimentes am geographischen Südpol untersucht wird. Um das akustische Signal von hochenergetischen Teilchen ( $E \sim \text{EeV} \sim \text{Joule}$ ) in Eis aufnehmen zu können, sind Mikrofone im Frequenzbereich (10–100) kHz erforderlich. Dies ist ein Einsatzgebiet, in dem Piezosensoren ihre Stärken zeigen. Wenn Piezokristalle durch mechanische Kräfte verformt werden, bauen sie eine elektrische Spannung auf. Mit Piezosensoren kann so Schall als akustisches Signal aufgenommen und als elektrisches Signal gemessen werden. Gesucht wurde nach einer Ankopplungsmethode der Sensoren an eine Eis-Luft-Grenzschicht, welche akustisch reproduzierbare Ergebnisse liefert. Piezgehäuse und eine Methode der Klareisherstellung wurden dabei selbst entwickelt.

Vorgestellt werden Labormessungen zur Ankopplung eines optimierten Sensors an eine Eis-Luft-Grenzschicht. Dabei konnte der Anfrrierprozess selbst noch nicht vollständig verstanden werden, das Anfrrieren des Gehäuses liefert jedoch trotzdem eine reproduzierbare Ankopplung.

T 114.5 Di 17:50 VG 0.110

**Measurement of the Laser induced thermo-acoustic effect for acoustic neutrino detection**

— ●DIRK HEINEN, KARIM LAIHEM, LARISSA PAUL, MAXIMILIAN SCHEEL, and CHRISTOPHER WIEBUSCH for the IceCube-Collaboration — III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Future neutrino telescopes with the aim to explore the extreme high energy region (above  $10^{18}$  eV) require 2-3 orders of magnitude larger effective volumes compared to current optical detectors (IceCube  $1 \text{ km}^3$ ). One possible approach is the acoustic detection of the thermo-acoustic pressure wave generated by hadronic cascades in neutrino interactions. A major goal of the Aachen Acoustic Laboratory (AAL) is to study the thermo-acoustic effect under laboratory conditions and to develop appropriate detection methods. Central element is a large volume ( $3 \text{ m}^3$ ) of ice or water in which sensor and emitter elements are deployed. Thermo-acoustic signals are generated by a pulsed laser beam injected into the volume. In this talk we present the experimental setup and measurements of the laser induced thermo-acoustic sound waves. In addition to these laboratory measurements an outlook on future in-situ measurements of acoustic signals in ice will be given.

T 114.6 Di 18:05 VG 0.110

**AMADEUS Simulations- und Analyseketten**

— ●MAX NEFF für die ANTARES-KM3NeT-Erlangen-Kollaboration — ECAP, Universität Erlangen-Nürnberg

Die Erlanger Akustik-Gruppe betreibt im Rahmen ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit zur akustischen Neutrinodetektion den AMADEUS Detektor, der in das Wasser-Cherenkov-Neutrinoteleskop ANTARES integriert ist und 36 akustische Sensoren umfasst. Der akustische Nachweis von Neutrinos basiert auf der Messung von Schallsignalen, die durch lokale Erwärmung des Mediums entstehen, die wiederum aus der Energiedeposition einer Neutrino-induzierten Teilchenkaskade resultiert.

Im Beitrag wird die AMADEUS-Simulationskette vorgestellt, die von der Erzeugung des Schallsignals über die Propagation durch das Medium hin zum Sensor und dessen Auslese alle relevanten Aspekte berücksichtigt. Dazu gehören auch die Abbildung des vielfältigen akustischen Untergrunds in der Tiefsee, die Charakteristika der Sensoren und der Ausleseelektronik sowie die on-line Vorselektion von Ereignissen. Ebenfalls wird die AMADEUS Analyseketten beschrieben, die Signalklassifizierungs- und Rekonstruktionsalgorithmen zusammenfasst. Diese erlaubt eine detaillierte Unterscheidung der ankommenden Signale in verschiedene Signaltypen sowie die Ermittlung des akustischen Quellorts. Im Vortrag werden die einzelnen Teile, aus denen die Simulations- und Analyseketten besteht, erläutert.

Gefördert durch das BMBF unter Kennzeichen 05A08WE1 und 05A11WE1.

T 114.7 Di 18:20 VG 0.110

**Untersuchung von Antennen zur Radiodetektion von Luftschauern am Südpol**

— ●PHILIPP HEIMANN, LARISSA PAUL, MARKUS VEHRING und CHRISTOPHER WIEBUSCH für die IceCube-Kollaboration — III. physikalisches Institut, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Das Radio-Air-Shower-Test-Array-Projekt (RASTA) untersucht die Möglichkeit einer Erweiterung des IceCube Neutrino Observatory durch ein großes Feld von Radioantennen an der Eisoberfläche zur Detektion von Luftschauern. Unter Berücksichtigung der speziellen mechanischen und thermischen Anforderungen an Antennen am Südpol sollen verschiedene Antennentypen getestet werden. Untersucht wird das Empfangsverhalten der Antennen u.a. im Hinblick auf Signaldispersion und Impedanzanpassung. Eine wichtige Zielsetzung für das Design der Antennen ist eine hohe Empfindlichkeit im Bereich von 25 bis 150 MHz. Als erster Schritt wurden Oberflächenantennen für das ARA-Neutrino-Experiment (Askaryan Radio Array) gebaut, die in der Saison 2011/12 am Südpol installiert werden. Im Vortrag werden unterschiedliche Antennentypen vorgestellt und erste Messergebnisse präsentiert.

T 114.8 Di 18:35 VG 0.110

**Kalibration und Trigger-Implementierung für die Prototypen der Myondetektoren im AMIGA-Detektorfeld im Auger-Experiment**

— ●MICHAEL PONTZ, PETER BUCHHOLZ, UWE FROEHLICH, YURY KOLOTAEV, MARCUS NIECHCIOL, MARKUS RISSE, RODICA TCACIUC und MARIANGELA SETTIMO — Universität Siegen

Das AMIGA-Projekt des Pierre-Auger-Observatoriums stellt eine Erweiterung des bestehenden Detektorfeldes dar. Standarddetektoren des Auger-Bodenarrays werden in Form eines Infill-Arrays in kleinerem Abstand zwischen die bestehenden Wasser-Cherenkov-Tanks gesetzt. Um jeden dieser Tanks werden unterirdische Myondetektoren installiert. Zusammen mit der Erweiterung der Fluoreszenzdetektoren um weitere Teleskope (HEAT) dehnt man so den Energiebereich des Experimentes im Infill-Bereich hin zu niedrigeren Energien auf  $\sim 10^{17}$  eV aus. Insbesondere die Myonenzahl soll mit Hilfe der Erweiterungen genauer bestimmt werden. Die Ausleseelektronik der Myonzähler wird von der Siegener Arbeitsgruppe produziert und getestet. Seit 2009 werden Daten mit Prototypen des Detektors genommen. Zu einem Oberflächenereignis sollen die Myonzähler genauere Informationen über die Myonkomponente eines ausgedehnten Luftschauers liefern. Dazu sind eine Synchronisation des neuen Detektors mit dem bestehenden Detektorfeld sowie eine genaue Kalibration der Zähler nötig. Umsetzung und Auswertung dieser Verfahren sind Gegenstand des Vortrages.

Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik.

**T 115: Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 3**

Zeit: Mittwoch 16:45–19:00

Raum: VG 0.110

T 115.1 Mi 16:45 VG 0.110

**Identification of positrons and electrons in AMS-02 experiment**

— ●VALERIO VAGELLI, WIM DE BOER, IRIS GEBAUER, MELANIE HEIL, SIMON KUNZ, and OLGA PFEIFER — Institut für Experimentelle Kernphysik KIT, Karlsruhe (DE)

Alpha Magnetic Spectrometer AMS-02 is a large acceptance cosmic ray detector which has been installed in the International Space Station ISS in May 2011, where it will measure the fluxes of cosmic rays up to TeV energies for more than 10 years.

A primary cosmic ray research topic is the indirect search for Dark Matter DM in the positron channel. Several experiments have shown a rise in the positron against electron ratio for energies above 10 GeV, which can be interpreted as a signal from DM annihilation. However, astrophysical hypothesis such as local pulsars can also explain this feature. In order to resolve the contribution of the different sources, highly accurate data in the 100 GeV - 1 TeV energy range are required. AMS-02 is exploring spectra in this energy range, to confirm and extend the actual status of research.

An important systematic for this measurement is the subtraction of

the proton background in the positron sample. Two AMS-02 subdetectors are used for this aim: the Transition Radiation Detector TRD and the Electromagnetic Calorimeter ECAL. Their combined separation power allows to identify positrons with a high proton rejection power.

We introduce a Neural Network based discrimination algorithm for TRD and ECAL developed using flight data, with an overview of its performances and applications.

T 115.2 Mi 17:00 VG 0.110

**Search for Dark Matter with the AMS-02 detector on the ISS** — ●MELANIE HEIL, WIM DE BOER, IRIS GEBAUER, SIMON KUNZ, OLGA PFEIFER, and VALERIO VAGELLI — Institut für experimentelle Kernphysik, KIT, Germany

The Alpha Magnetic Spectrometer is an international project of 56 institutes from 16 countries in close collaboration with NASA to measure the cosmic rays in space. The multipurpose detector AMS-02 measures all the compounds of the cosmic rays up to iron in an energy range from a few MeV to TeV. The seven subsystems of the detector measure all the different particle properties redundantly so that the particle identity can be reconstructed with unprecedented accuracy. With its proton rejection in the order of  $10^6$ , which is achieved by combining the information from the electromagnetic calorimeter (ECAL) and the transition radiation detector (TRD), also a very high purity of the antiparticle spectra can be obtained, which is of great interest in the search for a WIMP annihilation signal.

T 115.3 Mi 17:15 VG 0.110

**Calibration of the MAGIC telescope camera with a pulsed UV laser** — ●DAISUKE NAKAJIMA<sup>1</sup>, DAVID FINK<sup>1</sup>, MARKUS FRAS<sup>1</sup>, SARA HOFFMAN<sup>1</sup>, JÜRGEN HOSE<sup>1</sup>, DAVID PANEQUE<sup>1</sup>, MASAHIRO TESHIMA<sup>1</sup>, GIANLUCA GIAVITTO<sup>2</sup>, DANIEL MAZIN<sup>2</sup>, JULIAN SITAREK<sup>2</sup>, and DANIELA HADASCH<sup>3</sup> for the MAGIC-Collaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik, München, Germany — <sup>2</sup>Institut de Física d'Altes Energies, Barcelona, Spain — <sup>3</sup>Institut de Ciències de l'Espai (IEEC-CSIC), Bellaterra, Spain

MAGIC, a system of two imaging atmospheric Cherenkov telescopes, is designed to observe the Cherenkov light produced by air showers initiated by cosmic gamma rays. In order to extract the measured amount of Cherenkov light precisely, it is necessary to perform a flat-fielding and calibration of the camera. We perform this calibration by means of pulsed UV laser which flashes the camera from a 17m distance. The calibration box has several useful features like, for example, a set of two rotating attenuation filters, and has been extensively checked to provide a homogenous and stable amplitude to the camera. Details of the development and performance of the newly developed calibration box will be reported in this talk.

T 115.4 Mi 17:30 VG 0.110

**Neuer analoger Summentrigger für die MAGIC Teleskope - Entwicklung und Simulation** — ●DENNIS HÄFNER<sup>1</sup>, THOMAS SCHWEIZER<sup>1</sup>, FRANCESCO DAZZI<sup>2</sup>, DANIELE CORTI<sup>2</sup>, DAVID FINK<sup>1</sup>, RAZMIK MIRZOYAN<sup>1</sup> und MASAHIRO TESHIMA<sup>1</sup> für die MAGIC-Kollaboration — <sup>1</sup>Max-Planck-Institut für Physik — <sup>2</sup>INFN Padova

Die beiden MAGIC Teleskope auf La Palma dienen zur Beobachtung von atmosphärischen Cherenkov Lichtblitzen, ausgelöst durch hochenergetische kosmische Teilchen. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf die Emissionsprozesse in kosmischen Gamma-Strahlenquellen. Beispielsweise weist der Pulsar im Zentrum des Krebsnebels einen unerwarteten Verlauf seines Emissionsspektrums im noch wenig untersuchten unteren Energiebereich über 10 GeV auf. Bereits 2008 konnte MAGIC mit einem neuartigen, speziell auf niedrige Energien oberhalb 25 GeV optimierten, analogen Summentrigger zwei etablierte Modelle zur Gammastrahlenerzeugung im Krebs-Nebel ausschließen. Eine grundlegend überarbeitete Version dieses analogen Summentriggers ist seit 2010 im Aufbau, um das vorherige Prototyp-System abzulösen und die Energieschwelle unter 25 GeV zu drücken. Neueste Simulationen deuten auf eine Schwelle von nur 20 GeV hin. Durch den geplanten Einbau in beide Teleskope wird die Beobachtung im Stereo-Modus auch mit dem Summentrigger möglich sein und dazu beitragen, dass MAGIC weiterhin die niedrigste Energieschwelle unter allen erdgebundenen Cherenkov-Teleskope vorweisen kann. In diesem Vortrag wird der Entwicklungsstand des neuen Summentriggers sowie die zukünftige Leistungsfähigkeit des endgültigen Systems vorgestellt.

T 115.5 Mi 17:45 VG 0.110

**Statistische Methoden zur Suche nach richtungsabhängigen Exzessen mit dem Pierre Auger Observatorium** \* — ●DANIEL

KUEMPEL<sup>1,2,3</sup>, KARL-HEINZ KAMPERT<sup>2</sup>, MARKUS RISSE<sup>3</sup> und MARIANGELA SETTIMO<sup>3</sup> für die Pierre Auger-Kollaboration — <sup>1</sup>RWTH Aachen Universität, III. Physikalisches Institut, Otto-Blumenthal-Str., D-52056 Aachen — <sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, D-42119 Wuppertal — <sup>3</sup>Universität Siegen, Department Physik, Walter-Flex-Str. 3, D-57068 Siegen

Zusammensetzung und Ursprung der kosmischen Strahlung höchster Energien ( $> 10^{17}$  eV) sind bis heute ungeklärt. Mit Hilfe des Pierre Auger Observatoriums wird in der argentinischen Pampa auf einer Fläche von ca. 3000 km<sup>2</sup> nach Antworten gesucht. Hierzu werden Luftschauer mit Bodendetektoren und Fluoreszenzteleskopen nachgewiesen und vermessen. Die Zusammenführung der Ergebnisse mit Hilfe multivariater Analysemethoden sowie die statistische Auswertung der Daten spielen bei der Interpretation der Ergebnisse eine wichtige Rolle. Am Beispiel der multivariaten Suche nach ultrahochenergetischen Photonen werden Analysemethoden zur Optimierung der Sensitivität für Punktquellen vorgestellt. Die Ergebnisse können sowohl für die direkte Suche, als auch zur Berechnung oberer Grenzen verwendet werden.

\* Gefördert durch die BMBF Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 115.6 Mi 18:00 VG 0.110

**Abbildungseigenschaften der Auger-Fluoreszenzteleskope\*** — ●SVEN QUERCHFELD für die Pierre Auger-Kollaboration — Bergische Universität Wuppertal, Gaußstr. 20, D-42119 Wuppertal

Beim Pierre-Auger-Observatorium werden kosmische Teilchen bei den höchsten Energien gemessen. Die Energiebestimmung erfolgt dabei durch die Messung der Fluoreszenzteleskope. Um deren Energieauflösung weiter zu verbessern, wurde in mehreren Messkampagnen die Abbildungseigenschaft der Teleskope genau vermessen. Mit einer punktförmigen Lichtquelle wurde der Einfluss der verschiedenen Teleskopkomponenten auf das Signal untersucht und Lichtstreuungseffekte identifiziert. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse wurden in die Simulation implementiert.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse der Messkampagne sowie die daraus erweiterte Detektorsimulation vorgestellt.

\* Gefördert durch die BMBF-Verbundforschung Astroteilchenphysik

T 115.7 Mi 18:15 VG 0.110

**Die Hardware des HiSCORE-Detektors** — ●MAIKE KUNNAS, RAYK NACHTIGALL, ULRICH EINHAUS, DANIEL HAMPF, MARTIN TLUCZYKONT, MICHAEL BÜKER und DIETER HORNS — Universität Hamburg

Das HiSCORE Projekt (Hundred Square km Cosmic ORigin Explorer) ist ein bodengestütztes Weitwinkel-Cherenkov-Detektor-Array, das Gammastrahlen oberhalb von 10 TeV und kosmische Strahlung im Bereich von 100 TeV bis in den EeV-Bereich hinein messen können wird.

Jede der Detektorstationen des Arrays besteht hierbei aus vier einzelnen Lichtkollektoren, in deren Fokus sich Photomultiplier (PMTs) befinden. Um die PMT-Signale zu verarbeiten wird ein Summentriggersystem verwendet, das aus einem Signalclipper, einem analogen Addierer und einem komparativem Trigger besteht.

Dieser Vortrag beschäftigt sich mit den Hardware-Aspekten dieses Detektors.

T 115.8 Mi 18:30 VG 0.110

**Messung der absoluten Reflektivität von konkav Spiegeln in der Fokalebene** — ●HANNA KELLERMANN, MARKUS GARCZARCYK, RAZMIK MIRZOYAN und MASAHIRO TESHIMA für die MAGIC-Kollaboration — Max-Planck-Institut für Physik, München, Germany

Zur absoluten Kalibrierung und zur vollständigen Charakterisierung von Teleskopen im Allgemeinen und Cherenkov Teleskopen im Speziellen, ist die Reflektivität der Spiegel von entscheidender Bedeutung. Dabei ist vor allem die Kombination aus Fokussiereigenschaften und Reflektivität der Spiegel (im Folgenden als fokussierte Reflektivität bezeichnet) eine wichtige Größe. Die leichter zu vermessende Oberflächenreflektivität der Spiegel entspricht in der Regel nicht dem Lichtanteil der tatsächlich die Kamera - und dort ein einzelnes Pixel - erreicht. Ein nicht zu vernachlässigender Anteil des Lichtes wird zwar reflektiert aber nicht fokussiert, so dass er in der Fokalebene nicht aufgezeichnet werden kann. Dieser Vortrag stellt ausführlich eine Methode vor, die es ermöglicht "in situ" die absolute Reflektivität und die Fokussiereigenschaften von großen Teleskopen zu vermessen. Ebenso werden die Ergebnisse einer solchen Messung für die 17 m Cherenkovteleskope des MAGIC Experiments vorgestellt.

T 115.9 Mi 18:45 VG 0.110

**Erfahrungen mit dem Einsatz von LIDAR zur Messung der atmosphärischen Transmission für die MAGIC Teleskope** —

•CHRISTIAN FRUCK, JÜRGEN HOSE, RAZMIK MIRZOYAN und MASASHIRO TESHIMA — Max-Planck-Institut für Physik, München

Da die abbildende Luftschauer Tscherenkov Astronomie (Imaging Airshower Cherenkov Telescope - IACT) die Atmosphäre als Kalorimeter und "Spurkammer" für hoch-energetische Strahlung verwendet, ist es von großer Bedeutung die Wechselwerkeigenschaften dieser mit den Teilchenschauern und dem erzeugten Tscherenkov Licht genau zu kennen. Dies ist wichtig für die Abschätzung der Datenqualität, die Energieauflösung sowie die Übereinstimmung zwischen Daten und Monte Carlo. Zu diesem Zweck wird zusammen mit den derzeit welt-

weit größten Tscherenkov Teleskopen - den MAGIC Teleskopen auf La Palma - ein LIDAR System betrieben, welches es erlaubt auch dünne Wolken oder Aerosolschichten bis zu einer Höhe von ca. 15km zu detektieren und deren Transmissionsvermögen zu bestimmen. Das System hat eine sehr geringe Ausgangsleistung. Dies soll verhindern, dass die astronomischen Beobachtungen des ORM gestört werden. Dies und die Eigenschaft nur eine Wellenlänge zur Verfügung zu haben macht es unmöglich, die LIDAR Gleichung zu invertieren und direkt ein Absorptionsprofil zu erstellen. Stattdessen wurden andere Methoden entwickelt, die es erlauben die zusätzliche Absorption aufgrund von Staub oder Wolkenschichten zu bestimmen. Dieser Vortrag stellt die ersten Ergebnisse der Studien zur Bestimmung der atmosphärischen Transmission vor, sowie Ideen zur Anwendung auf MAGIC Daten.

**T 116: Experimentelle Techniken der Astroteilchenphysik 4**

Zeit: Donnerstag 16:45–18:05

Raum: VG 0.110

**Gruppenbericht**

T 116.1 Do 16:45 VG 0.110

**A liquid argon scintillation veto for GERDA and LArGe** —

•MARK HEISEL for the GERDA-Collaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

GERDA is an experiment to search for the neutrinoless double beta decay of  $^{76}\text{Ge}$ . Bare germanium detectors are operated in a cryostat with  $65\text{ m}^3$  of liquid argon (LAr). It has been demonstrated in the LArGe test facility, that the detection of argon scintillation light can be used to effectively suppress background events in the germanium, that simultaneously deposit energy in LAr (LAr veto). Suppression factors up to  $10^3$  have been achieved for individual sources. Based on these results, GERDA pursues several options for the light instrumentation of LAr, which have to be compatible with the stringent radiopurity requirements of the experiment and should provide a significant suppression of the background in the region of interest around  $Q_{\beta\beta}$  at 2039 keV.

This talk gives an account of the competing design options under investigation in the GERDA collaboration. Our main design options using photomultiplier tubes (PMT) and silicon photomultipliers (SiPM) are discussed. Their expected performance and progress of development is reported. In addition, results of the LArGe test facility are presented, along with the design criteria that follow for light instrumentation in GERDA.

T 116.2 Do 17:05 VG 0.110

**Attenuation length measurements of liquid Argon** —

•ALEXANDER NEUMEIER<sup>1</sup>, THOMAS DANDL<sup>1</sup>, THOMAS HEINDL<sup>1</sup>, MARTIN HOFMANN<sup>1</sup>, LOTHAR OBERAUER<sup>1</sup>, WALTER POTZEL<sup>1</sup>, STEFAN SCHÖNERT<sup>1</sup>, JOCHEN WIESER<sup>2</sup>, and ANDREAS ULRICH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>TU München — <sup>2</sup>Optimare GmbH Wilhelmshaven

In the recent years liquified rare gases have been proven to be good detector media for particle physics, e.g. for the search for Dark Matter or the neutrinoless double  $\beta$ -decay. These detectors most often use the UV scintillation light emitted by the rare gas being excited or ionized by a traversing charged particle. One important key point to fully understand the detector response is the determination of the attenuation length of the liquid rare gas at the wavelength of its scintillation light. In this talk a table-top setup for the measurement of these attenuation lengths is presented, which uses a deuterium arc lamp as light source in the VUV and UV range and a monochromator with an intensified diode array detector as read-out system. The liquified rare gas is contained in a target cell with  $\text{MgF}_2$ -windows and condensed, re-evaporated and cleaned in a continuous mode. The results of the spectrally resolved measurements with liquid Argon with two different cell lengths (58 mm and 116 mm) will be shown and discussed. The influence of gas impurities has been studied, too, showing that even small concentrations of water and Xenon in the liquid Argon can severely deteriorate the light transmission.

This work has been supported by funds of the Maier-Leibnitz-Laboratorium Garching.

T 116.3 Do 17:20 VG 0.110

**Purification Methods for Xenon** —

•STEPHAN ROSENDAHL, ETHAN BROWN, VOLKER HANNEN, CHRISTIAN HUHMANN, HANS KETTLING, JOHANNES SCHULZ, and CHRISTIAN WEINHEIMER — Institut für Kernphysik, Universität Münster

The Xenon Project uses a 2 phase time projection Chamber (TPC) to search for dark matter by detecting a nuclear recoil signal, induced by Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs). An interaction between WIMPS and the target nuclei produces scintillation and charge signals. The electrons are drifted in an electric field to the gas phase where they are extracted to produce fluorescence light in xenon gas. Both light signals are detected by arrays of photomultiplier tubes on the top and bottom of the detector. The drift length of the electrons in liquid xenon strongly depends on the content of electronegative impurities. Furthermore Kr-85, which contributes to radioactive backgrounds, must be removed from the commercial xenon to the ppt level.

In Münster we set up a system to remove the electronegative impurities with a zirconium purifier and using cryogenic distillation to remove Kr-85 isotopes from the xenon. The quality of the xenon is investigated, using a dual phase xenon TPC, in combination with a laser based moisture analyzer and a quadrupole mass filter to have a complementary setup of different tools. The whole system is designed to perform R&D studies for the Xenon1T experiment, which is the next generation of direct dark matter detectors.

The project is supported by DFG and the state NRW, contract number INST 211/528-1 FUGG and by BMBF, number 05A11PM1.

T 116.4 Do 17:35 VG 0.110

**GERDA phase II detectors and acceptance tests** —

•VICTORIA WAGNER for the GERDA-Collaboration — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg

The GERDA collaboration aims at searching for the neutrinoless double beta decay of  $^{76}\text{Ge}$  into  $^{76}\text{Se}$ . It uses enriched Ge detectors that are operated in liquid argon. Phase I of the experiment started with a target mass of approximately 20 kg on November 1, 2011, and it will last for 1 year. Phase II is in preparation and envisions the installation of at least 25 new Broad Energy Ge detectors (BEGe) that will increase the target mass by nearly 20 kg. These detectors, however, have to be extensively tested prior to their usage.

The talk briefly reviews the preparation of the detector screening campaign and focuses on the corresponding acceptance test strategy. The tests include energy resolution and leakage current measurements, dead layer and active volume determination, as well as the pulse shape discrimination efficiencies of the detectors. Finally we present results obtained with depleted BEGe detectors that are used for the optimization of the enriched ones during the acceptance tests.

T 116.5 Do 17:50 VG 0.110

**Das ereignisbasierte Datenauslesesystem für die EDELWEISS Dark Matter Suche** —

•BERNHARD SIEBENBORN für die EDELWEISS-Kollaboration — Karlsruher Institut für Technologie, IEKP, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Das EDELWEISS Experiment benutzt kryogene Germanium-Monokristalle ( $T=18\text{mK}$ ) zur direkten Suche nach Dunkler Materie. Ein Ge-Kernrückstoß aufgrund einer elastischen Streuung eines WIMPs (Weakly Interacting Massive Particle) kann dabei durch gleichzeitige charakteristische Phonon- und Ladungs-Signale identifiziert werden. Für die nächste Ausbaustufe, EDELWEISS-III, werden in 2012 40 Detektoren mit je 800g Masse und 6 Auslesekanälen (4x Ionisation + 2x Wärme) bei 100kS/s Sampling-Rate (bis zu 40MS/s für zeitaufgelöste Ionisationssignale) installiert. Die Rohdaten wer-

den über FET-Stufen bei 100K verstärkt, dann in speziellen inhouse-Elektronikboxen digitalisiert und per Glasfaser weitergeleitet. Zur Datenauslese wurde am KIT ein modulares und skalierbares Elektroniksystem mit hoher Integrationsdichte entwickelt und aufgebaut, das mittels FPGA basierendem Trigger eine ereignisorientierte Datenaufnahme ermöglicht. Die neue Struktur erlaubt ein rohdatennahes eventbuil-

ding, kompakte Hardware und die Integration anderer Detektorsysteme, wie dem Myonveto. Der Vortrag gibt eine Übersicht über die verwendete Auslese-Elektronik, die implementierten Trigger-Algorithmen und Ergebnisse der ersten Messphase.

Gefördert durch das BMBF (Verbundforschung ATP 05A11VK2) und durch die Helmholtz-Allianz für Astroteilchenphysik HAP.