

## HK 7: Hadron Structure and Spectroscopy I

Time: Monday 16:30–18:00

Location: SCH/A316

## Group Report

HK 7.1 Mon 16:30 SCH/A316

**A coupled channel analysis of  $e^+e^-$  annihilation in the bottomonium region** — •NILS HÜSKEN<sup>1,2</sup>, RYAN MITCHELL<sup>2</sup>, and ERIC SWANSON<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz — <sup>2</sup>Indiana University Bloomington — <sup>3</sup>University of Pittsburgh

In recent years, a large number of exotic hadron candidates have been discovered in the charmonium and bottomonium regions. Electron positron annihilation in experiments like BaBar, BESIII, Belle(II) and CLEO has played an important role in the discoveries of many of these charmonium- and bottomonium-like states, in particular of vector-states directly produced in the collision. Thus far, new resonances have regularly been studied using fits of simplified models to the cross sections of  $e^+e^-$  annihilation to exclusive final states, leading to large model dependencies. Here, we will present the first global and unitary analysis of  $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$  cross sections including exclusive cross sections in the  $B\bar{B}$ ,  $B^*\bar{B}^*$  (+c.c.),  $B^*\bar{B}^*$ ,  $B_s^*\bar{B}_s^*$ ,  $\Upsilon(nS)\pi^+\pi^-$  and  $h_b(nP)\pi^+\pi^-$  channels as well as the total inclusive cross section for  $b\bar{b}$  production. Pole positions and residues are determined for four vector-bottomonium states, which we associate with the  $\Upsilon(4S)$ ,  $\Upsilon(10750)$ ,  $\Upsilon(10860)$  and  $\Upsilon(11020)$ . Strong evidence is found for the new  $\Upsilon(10750)$  recently claimed by Belle, although with parameters not well constrained by the data. Results presented here cast doubt on the validity of branching ratios reported earlier using Breit-Wigner parametrizations or ratios of cross sections. \* This work received funding from the European Union Horizon 2020 research and innovation program under Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 894790

HK 7.2 Mon 17:00 SCH/A316

**Continuity Constraints for Partial-Wave Analyses\*** — •FLORIAN KASPAR<sup>1,2</sup> and JAKOB KNOLLMÜLLER<sup>1,2</sup> for the COMPASS-Collaboration — <sup>1</sup>Technische Universität München, James-Frank-Strasse 1, 85748 Garching — <sup>2</sup>Exzellenzcluster ORIGINS, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

The COMPASS experiment studies the light-meson spectrum in the three-pion final state. The conventional way of extracting resonance parameters, e.g. mass and width, is performing a partial-wave analysis in two steps. First, the individual partial-waves are extracted in bins of the three-pion mass, then a model fit is performed to the results of the first stage. The method reaches its limits for large numbers of partial-waves as the finite amount of data in the individual bins in combination with many free parameters leads to noisy results in this first analysis step. By combining the two analysis steps into one, we are able to apply our knowledge of continuity of the physical signal to the fits. The continuity constraints are implemented via Gaussian Processes. This stabilizes the fits while keeping the extraction effectively model-independent. We use the NIFTY framework for numerical information field theory to implement the continuous model and demonstrate the feasibility of the new method for the three-pion final state. We also outline the way towards the direct extraction of resonance parameters in a single fit to the data.

\*funded by the DFG under Germany's Excellence Strategy - EXC2094 - 390783311 and BMBF Verbundforschung 05P21WOCC1 COMPASS

HK 7.3 Mon 17:15 SCH/A316

**Understanding the Ambiguities in the Partial-Wave Decomposition of the  $K_s^0 K^-$  Final State\*** — •JULIEN BECKERS for the COMPASS-Collaboration — Technical University of Munich

COMPASS is a multi-purpose fixed-target experiment at the CERN SPS. One of its main goals is to probe the excitation spectrum of light mesons in diffractive scattering reactions. This requires decomposing the data into partial-wave amplitudes with well-defined quantum

numbers and searching for resonances in these amplitudes. Using this method, decays of light mesons into various final states are studied at COMPASS. In the case of final states with two spinless particles, mathematical ambiguities appear in the partial-wave decomposition, meaning that several sets of values for the amplitudes lead to the same measured intensity distribution, i.e. are indistinguishable by the data.

In this talk, we will present a new investigation of these ambiguities in the  $K_s^0 K^-$  final state, which allows us to study  $a_J$ - and  $\pi_J$ -like resonances with spin  $J$  with high precision and which complements the  $\eta\pi^-$ ,  $\eta'\pi^-$  and  $\pi^-\pi^-\pi^+$  final states that have already been studied at COMPASS. We will explain how they arise and show how they evolve with the mass of the system, as well as present approaches to resolve them completely or to reduce the number of ambiguous solutions for the amplitudes, by introducing terms that break the exact invariance.

\* funded by the DFG under Germany's Excellence Strategy - EXC2094 - 390783311 and BMBF Verbundforschung (05P21WOCC1 COMPASS)

HK 7.4 Mon 17:30 SCH/A316

**Untersuchung von Charmonium-Zerfällen in  $\phi\eta$ ,  $\phi\eta'$  und  $\phi\pi^0$  bei BESIII** — •FREDERIKE HANISCH — Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik I, 44780 Bochum

Das BESIII-Experiment wird seit 2009 am Elektron-Positron Collider BEPCII in Peking am Institut für Hochenergiephysik (IHEP) betrieben und zeichnet sich durch große Datensätze mit Schwerpunktsenergien zwischen  $\sqrt{s} = (2 - 4.95)$  GeV aus, wodurch die Untersuchung seltener Charmonium-Zerfälle möglich ist. Auf Basis von QCD-Rechnungen wird ein 12%-Verhältnis zwischen den Verzweigungsverhältnissen von  $J/\psi$  und  $\psi(2S)$  in Hadronenzerfällen mit drei Gluonen oder einem Photon vorausgesagt. Diese Vorhersage wird in einigen Zerfällen, beispielsweise dem Zerfall über  $\rho\pi$ , nicht erfüllt. Die Ursache dieses sogenannten „ $\rho\pi$ -Puzzles“, welches bereits seit 1983 erforscht wird, ist jedoch nicht vollständig bekannt. Durch die Bestimmung bisher nicht bekannter oder ungenau vermessener Verzweigungsverhältnisse von  $\psi(2S) \rightarrow \phi\pi^0$ ,  $\psi(2S) \rightarrow \phi\eta$  und  $\psi(2S) \rightarrow \phi\eta'$  soll ein Beitrag zum besseren Verständnis des  $\rho\pi$ -Puzzles geleistet werden. Die Analyse basiert auf einem Datensatz von über  $22 \cdot 10^8$   $\psi(2S)$ -Ereignissen. In diesem Beitrag werden vorläufige Ergebnisse für die Verzweigungsverhältnisse der Zerfälle von  $\psi(2S)$  in  $\phi\eta$ ,  $\phi\eta'$  und  $\phi\pi^0$  vorgestellt. Gefördert durch die DFG (CRC 110 / NSFC-DFG).

HK 7.5 Mon 17:45 SCH/A316

**Untersuchung der Zerfallskanäle  $\psi(2S) \rightarrow \omega\pi^0$ ,  $\omega\eta$  und  $\omega\eta'$  bei BESIII** — •LISA LOU KRÜMMEL — Ruhr-Universität Bochum, Institut für Experimentalphysik I, 44780 Bochum

Die Quantenchromodynamik sagt ein Verhältnis von 12,7% zwischen hadronischen  $J/\psi$ - und  $\psi(2S)$ -Zerfällen voraus. Dies ist als "12%-Regel" bekannt. Eine Abweichung wurde erstmals für den Zerfall in  $\rho\pi$  festgestellt. Seitdem werden Zerfallskanäle, die diese Regel nicht erfüllen, unter dem  $\rho\pi$ -Puzzle zusammengefasst.

Um das Verhältnis zwischen  $J/\psi$ - und  $\psi(2S)$ -Zerfallsbreiten zu bestimmen, ist es essenziell, die einzelnen Zerfallsbreiten genau zu vermessen. Die Zerfallsbreiten  $\psi(2S) \rightarrow \omega\pi^0$  und  $\omega\eta'$  sind mit großen statistischen Fehlern behaftet. Der Prozess  $\psi(2S) \rightarrow \omega\eta$  wurde bisher nicht beobachtet.

Das BESIII-Experiment am Elektron-Positron Collider BEPCII in Peking hat Datensätze mit hoher Statistik für die  $J/\psi$ - und  $\psi(2S)$ -Resonanzen aufgezeichnet. Die Prozesse  $\psi(2S) \rightarrow \omega\pi^0$ ,  $\omega\eta$ ,  $\omega\eta'$  werden auf Basis von über  $22 \cdot 10^8$  Ereignissen untersucht. Vorläufige Ergebnisse für die Bestimmung der Verzweigungsverhältnisse werden vorgestellt.

Gefördert durch die DFG (CRC 110 / NSFC-DFG).