

## HK 22: Outreach (joint session HK/T)

Time: Tuesday 17:00–18:45

Location: SCH/A252

HK 22.1 Tue 17:00 SCH/A252

**Förderung des kritischen Denkens durch Teilchenphysikunterricht: Chancen und Herausforderungen** — ●FARAHNAZ SADI-DI und GESCHE POPSIICH für die Netzwerk Teilchenwelt-Kollaboration — Professur für Didaktik der Physik, TU Dresden

Kritisches Denken (KD) ist eine der wünschenswerten Fähigkeiten, die in der Schule vermittelt werden sollten. Das Fehlen einer klaren, durch empirische Befunde gestützten Theorie für die Entwicklung eines fachspezifischen Unterrichts zur Förderung des kritischen Denkens der SchülerInnen stellt die Lehrkräfte jedoch vor große Herausforderungen. Um diese Lücke zu schließen, wurden im Rahmen eines Promotionsprojekts die Gestaltungsprinzipien für einen Teilchenphysikunterricht zum Thema Antimaterie für SchülerInnen der Klassen 10, 11 und 12 nach dem Ansatz der Design-Based Research (DBR) entwickelt, um KD zu fördern. In der Hauptstudie wurde der Antimateriekurs in 3 Klassen in verschiedenen Bundesländern Deutschlands durchgeführt. Die Daten wurden induktiv ausgewertet, um die Lernprozesse der SchülerInnen zu identifizieren. Die Ergebnisse zeigten die Effektivität des Antimateriekurses bei der Förderung der KD-Fähigkeiten der SchülerInnen und offenbarten auch die Herausforderungen, denen die SchülerInnen beim kritischen Denken gegenüberstehen. Die in dieser Studie angewandten und empirisch getesteten Gestaltungsprinzipien können für die Entwicklung anderer fachspezifischer Unterrichtseinheiten zur Förderung des KD verwendet werden.

HK 22.2 Tue 17:15 SCH/A252

**Vorstellung einer Netzwerk Teilchenwelt Masterclass über das MuonPi-Projekt** — ●LARA DIPPEL, HANS-GEORG ZAU-NICK und KAI-THOMAS BRINKMANN für die Netzwerk Teilchenwelt-Kollaboration — II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität, Giessen

Das MuonPi-Projekt ist ein verteiltes Netzwerk von Raspberry-Pi basierten Detektorstationen zur Messung von Myonenschauern, die bei der Wechselwirkung ultrahochenergetischer, kosmischer Primärstrahlung mit der Erdatmosphäre ausgelöst werden. Die Detektoren werden mit geringen Anschaffungskosten angeboten, sodass interessierte Laien einen Einblick in das Forschungsgebiet der Astroteilchenphysik gewinnen können. Für interessierte Schüler:innen wird im Rahmen des *Netzwerks Teilchenwelt* eine Masterclass angeboten, die durch verschiedene Experimente mit MuonPi-Detektoren die Grundlagen der hochenergetischen Teilchenphysik einführen soll. Dabei können sowohl Themen aus der theoretischen Physik, wie z.B. Konzepte der speziellen Relativitätstheorie und Teilchenzerfälle, als auch experimentelle Messtechniken vermittelt werden. Dazu stehen sowohl betreute Kurzzeitexperimente an Schulen als auch die angeleitete Durchführung von Langzeitversuchen mit einer eigenen Station zur Verfügung.

HK 22.3 Tue 17:30 SCH/A252

**A new Nuclear Astrophysics Masterclass - A Journey through the Elements** — ●HANNES NITSCHÉ<sup>1</sup>, UTA BILOW<sup>1</sup>, LANA IVANJEK<sup>1</sup>, KAI ZUBER<sup>1</sup>, and DANIEL BEMMERER<sup>2</sup> for the Netzwerk Teilchenwelt-Collaboration — <sup>1</sup>Technische Universität Dresden — <sup>2</sup>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Masterclasses are one-day outreach events for high school students, introducing them to topics of current research. Within the framework of the EU project ChETEC-INFRA, a new Masterclass on Nuclear Astrophysics has been developed. This interdisciplinary field of science provides a new didactic perspective on nuclear and astrophysical processes by addressing the link between these two subjects.

The Nuclear Astrophysics Masterclass picks up this didactic potential. It includes the analysis of measurement data from a nuclear reaction studied at the Felsenkeller Laboratory in Dresden. Furthermore, the processes behind nucleosynthesis are reconstructed with the help of various gamification elements. The talk will present the teaching materials, the didactic concept as well as the experiences made so far in the implementation of the Masterclass.

HK 22.4 Tue 17:45 SCH/A252

**The Particle Therapy Masterclass for targeted education and outreach on real-world application of fundamental physics** — ●NIKLAS WAHL for the Netzwerk Teilchenwelt-Collaboration — Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg, Germany

The Particle Therapy Masterclass (PTMC) was established in 2019 by the piloting institutes CERN, DKFZ and GSI to showcase how fundamental physics can translate to applications with directly visible societal benefit. Over a day the PTMC introduces how fundamental physics research on accelerators as well as particle, hadron and detector physics enable cancer treatments utilizing the Bragg-peak. A hands-on session with the open source toolkit “matRad” facilitates interactive treatment planning for participants using open, virtual patient data.

In the following, the PTMC was integrated into the International Physics Masterclasses by IPPOG targeting high school students with more than 40 international course sessions during spring 2022. With Netzwerk Teilchenwelt, customized Masterclasses were held in fellowship meetings of senior grade students, intermediate level school project days or as interactive outreach events to the general public. Integration into university level courses at DKFZ was also successful.

Held over the last years in Germany, these sessions showed that the PTMC can be adapted to different educational levels from the general public to undergraduate students and is especially suited for online courses. The PTMC thus proved to be a flexible and interactive tool in education and outreach for different target groups to show directly visible “real-world” impact of fundamental physics research.

HK 22.5 Tue 18:00 SCH/A252

**Machine Learning Masterclass - Physik trifft Daten** — ●MAIKE HANSEN<sup>1</sup>, JOHANNA RÄTZ<sup>2</sup> und BARBARA VALERIANI-KAMINSKI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physikalisches Institut, Universität Bonn — <sup>2</sup>Argelander-Institut für Astronomie, Universität Bonn

”Wieso sollen wir jetzt was programmieren? Ist doch Physik und kein Informatik...” - Schüler:innen ist kaum bewusst, welche zentrale Bedeutung Datenauswertung und Maschinelles Lernen in der modernen Physik sowie in anderen Naturwissenschaften haben. Die Machine Learning (ML) Masterclass vom Netzwerk Teilchenwelt, der Universität Münster und PUNCH4NFDI fördert das fächerübergreifende Denken und macht moderne Datenverarbeitung in der Teilchenphysik erlebbar. Neben dem Standardmodell der Teilchenphysik und der Funktionsweise eines Teilchendetektors geht es bei der ML Masterclass um den Einsatz Neuronaler Netze bei der Datenauswertung. Angeleitet durch junge Wissenschaftler:innen programmieren die Schüler:innen nach interaktiven Einführungsvorträgen und Übungen in einer Browser-basierten Programmierumgebung das Neuronale Netz, um so einen authentischen Datensatz aus der Teilchenphysik auszuwerten. Einzelne Schulpraktikant:innen und zwei Lerngruppen haben die Masterclass bereits getestet und Feedback zur Weiterentwicklung gegeben. In diesem Vortrag werden der aktuelle Entwicklungsstand und die bisherigen Erfahrungen mit der ML Masterclass vorgestellt.

HK 22.6 Tue 18:15 SCH/A252

**Belle II Masterclass - Teilchenidentifikation und Dunkle Materie mit interaktiven Jupyter Notebooks** — ●JONAS EPELLET, TORBEN FERBER, FILIPP GOSTNER, ISABEL HAIDE, ALEXANDER HEIDELBACH und LEA REUTER — Institute of Experimental Particle Physics (ETP), Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Eine Masterclass im Rahmen des Netzwerk Teilchenwelt Projektes soll Schüler:innen physikalische Konzepte näher bringen und das Interesse an der Physik wecken. Dafür wurde am Karlsruher Institut für Technologie in der Belle II Gruppe eine Masterclass entwickelt, in welcher die Interaktionen der Teilchen mit Detektorkomponenten simuliert werden. Die Teilnehmer:innen können mithilfe interaktiver Jupyter Notebooks Spuren in einem vereinfachten Spurdetektor rekonstruieren, Energiedepositionen im elektromagnetischen Kalorimeter von Belle II zu einem Cluster zusammenfassen und durch zusätzliche Informationen aus dem Belle II-Myonendetektor Teilchen identifizieren. Die Ausnutzung von Energie- und Impulserhaltungssätze ermöglicht den Schüler:innen zudem, fehlender Energie Teilchenhypothesen zuzuordnen. Wir präsentieren das Konzept und die technische Umsetzung unserer Masterclass.

HK 22.7 Tue 18:30 SCH/A252

**Higgs Entdeckung als ein Masterkurs für Fortgeschrittene** — ●ARTUR MONSCH und GÜNTER QUAST — Institute of Experimental Particle Physics (ETP), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, Germany

Im Rahmen des Vortrags wird ein Konzept einer fortgeschrittenen Masterclass vorgestellt, welche an die bestehende CMS Masterclass anknüpft und diese um zusätzliche Themen erweitert. Im Fokus stehen dabei interessierte Schülerinnen und Schüler der Oberstufe, welche Interesse daran haben, Ideen und Methoden der experimentellen Teilchenphysik anhand tatsächlicher Messdaten kennenzulernen. Hierzu werden die vom CERN Open Data Portal bereitgestellten Mess- und Simulationsdaten verwendet, welche auch zur Entdeckung des Higgs-Bosons ausgewertet wurden. Diese Entdeckung können die Schülerinnen und Schüler dann durch die Bearbeitung eines interaktiven, auf der Programmiersprache Python basierendem, Jupyter-Notebook

selbst erleben. Ausgehend von aufbereiteten Originaldaten aus dem 'goldenen Zerfallskanal'  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4\ell$  lernen Schülerinnen und Schülern grundlegende Konzepte aus der Physik und der Datenauswertung kennen, wie die Bedeutung der invarianten Masse oder die Notwendigkeit einer Datensatz-Bereinigung. Die anschließende Frage, inwieweit der beobachtete Überschuss in der Verteilung der invarianten Masse dem vorhergesagtem Higgs Boson der Masse  $125 \text{ GeV}/c^2$  entspricht und ob die gewonnene Beobachtung signifikant ist, lässt sich mit den kennengelernten Methoden auch auf Themengebiete außerhalb der Teilchenphysik anwenden.