

DD 24: Quantenphysik III

Time: Tuesday 16:30–17:50

Location: ELP 1: SR 2.28

DD 24.1 Tue 16:30 ELP 1: SR 2.28

Untersuchung der Verwendung multipler Repräsentationen in Hochschulkursen zu Quantentechnologien — •EVA REXIGEL¹, JONAS BLEY¹, ALDA ARIAS¹, LINDA QERIMI², STEFAN KÜCHEMANN², JOCHEN KUHN² und ARTUR WIDERA¹ — ¹RPTU Kaiserslautern-Landau, Kaiserslautern — ²LMU München, München

Zur Vermittlung quantentechnologischer Inhalte kann auf multiple externe Repräsentationen, wie Dirac/Bra-Ket Notation, Blochkugel, oder Realexperiment, zurückgegriffen werden. Jede Repräsentation bietet unterschiedliche Vor-, Nachteile und Anforderungen beim Lernen und Problemlösen. Es ist jedoch unklar, inwiefern diese Repräsentationen in Hochschullehre eingesetzt werden. Im Rahmen einer Online-Umfrage wurden deshalb Hochschuldozent*innen der Quantentechnologien zum Einsatz von Repräsentationen in ihren Veranstaltungen befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass mathematisch-symbolische Repräsentationen universell verwendet werden, unabhängig von Kompetenz- und Aufgabenbereich, fachlicher Ausrichtung und akademischem Niveau der Studierenden. Qubits werden dabei in allen untersuchten Veranstaltungen nicht nur anhand einer einzelnen, sondern mithilfe multipler Repräsentationen charakterisiert. Der inhaltliche Übergang zu Multi-Qubit Zuständen geht jedoch mit einer signifikanten Abnahme der Anzahl verwendeter Repräsentationen einher. Die Analysen verdeutlichen die Notwendigkeit eines flexiblen Umgangs mit multiplen Repräsentationen beim Lernen zu Quantentechnologien und die Relevanz eines angemessenen Umgangs mit den charakteristischen mathematisch-symbolischen Repräsentationen.

DD 24.2 Tue 16:50 ELP 1: SR 2.28

Graphical representations in quantum physics: exploring the effects of learning from qubit visualizations and developing a new classification system for visual representations — •LINDA QERIMI^{1,2,3}, STEFAN KÜCHEMANN¹, SARAH MALONE⁴, SILKE STÄHLER-SCHÖPF², SASCHA MEHLHASE^{2,3}, TATJANA WILK⁵, and JOCHEN KUHN¹ — ¹LMU, Munich — ²MPQ, Garching near Munich — ³MQV, Munich — ⁴Saarland University, Saarbrücken — ⁵MCQST, Munich

In quantum physics, it is particularly important to choose representations that are transferable to mathematics in order to provide learners with material for sustainable teaching of quantum physics. Therefore, in a first study with 45 participants in two groups, we investigated learning gains using two different qubit representations. The results showed significant learning gains in both groups. It remains unclear which mechanisms are responsible for the increase in learning. Thus we developed a new categorization system based on representation research and quantum physical imagination research. Using Ainsworth's (2006) Design Functions and Tasks framework as a basis, we extended

it to include other relevant aspects of quantum physics representations. The categorization system is evaluated by quantum physics experts on the basis of four qubit representations. They will be asked to rate each qubit representation using the category system. Our goal is to categorize representations according to their resulting profiles into clusters that allow decisions for the selection and design of representations for appropriate and effective learning of quantum physics content.

DD 24.3 Tue 17:10 ELP 1: SR 2.28

Low-Cost-Analogieexperimente zum BB84-Protokoll aus dem 3D-Drucker — •TIM OVERWIN¹, NILS HAVERKAMP², ALEXANDER PUSCH², RAINER MÜLLER¹ und STEFAN HEUSLER² — ¹Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physik und Physikdidaktik, TU Braunschweig, Deutschland — ²Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Eine aktuelle Anwendung der Quantenphysik, welche auch im Schulkontext von Relevanz ist, ist die Quantenkryptographie - genauer das BB84-Protokoll.

In diesem Vortrag werden verschiedene experimentelle Umsetzungen vorgestellt, anhand derer das Protokoll modellhaft sowie anschaulich nachvollzogen werden kann, und ihre unterschiedlichen Vor- und Nachteile diskutiert.

Diese experimentellen Umsetzungen lassen sich kostengünstig mithilfe eines 3D-Druckers nachbauen.

DD 24.4 Tue 17:30 ELP 1: SR 2.28

Low-Cost-Experimente mit NV-Zentren in Diamant - Didaktisch optimierter Aufbau mit Steuerung und Auswertung am Tablet — •NILS HAVERKAMP¹, ALEXANDER PUSCH¹, MARKUS GREGOR² und STEFAN HEUSLER¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster — ²Fachbereich Physikingenieurwesen, Fachhochschule Münster

Im Physikunterricht der Oberstufe werden zur Quantenphysik typischerweise nur Analogieexperimente (bspw. der Quantenradierer), semiklassisch erklärbare Experimente (bspw. der Photoeffekt) oder digitale Pendanten zu Experimenten (Simulationen, Bildschirmexperimente, etc.) durchgeführt. Dies liegt u.a. daran, dass Experimente, die auf echte Quanteneffekten beruhen, aktuell zu teuer und kompliziert aufzubauen sind. Diamanten mit Stickstoff-Fehlstellen (NV-Zentren) zeichnen sich dadurch aus, dass sie vergleichsweise günstig verfügbar sind und bei Raumtemperatur echte Quanteneffekte zeigen können. Aus diesen Gründen haben NV-Zentren aktuell auch in Forschung und Wirtschaft eine starke Relevanz. In diesem Vortrag wird ein didaktisch optimierter experimenteller Aufbau vorgestellt, der sich kostengünstig nachbauen lässt. Die Steuerung und Auswertung erfolgt über ein digitales Endgerät wie z.B. ein Tablet.