

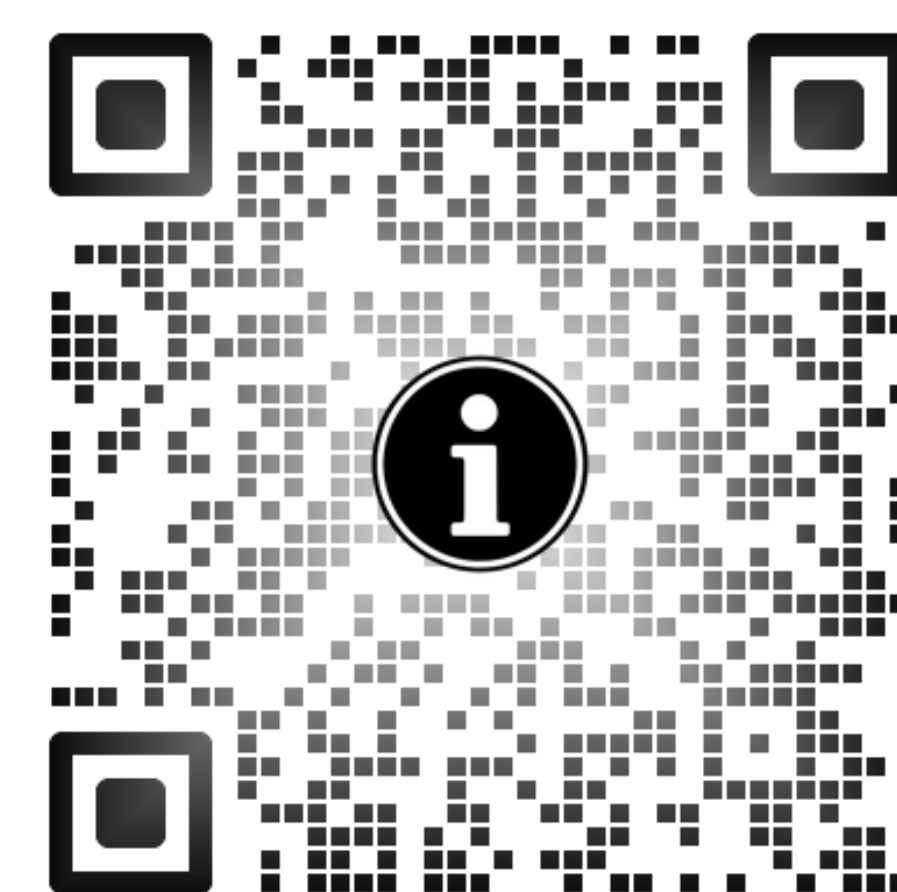
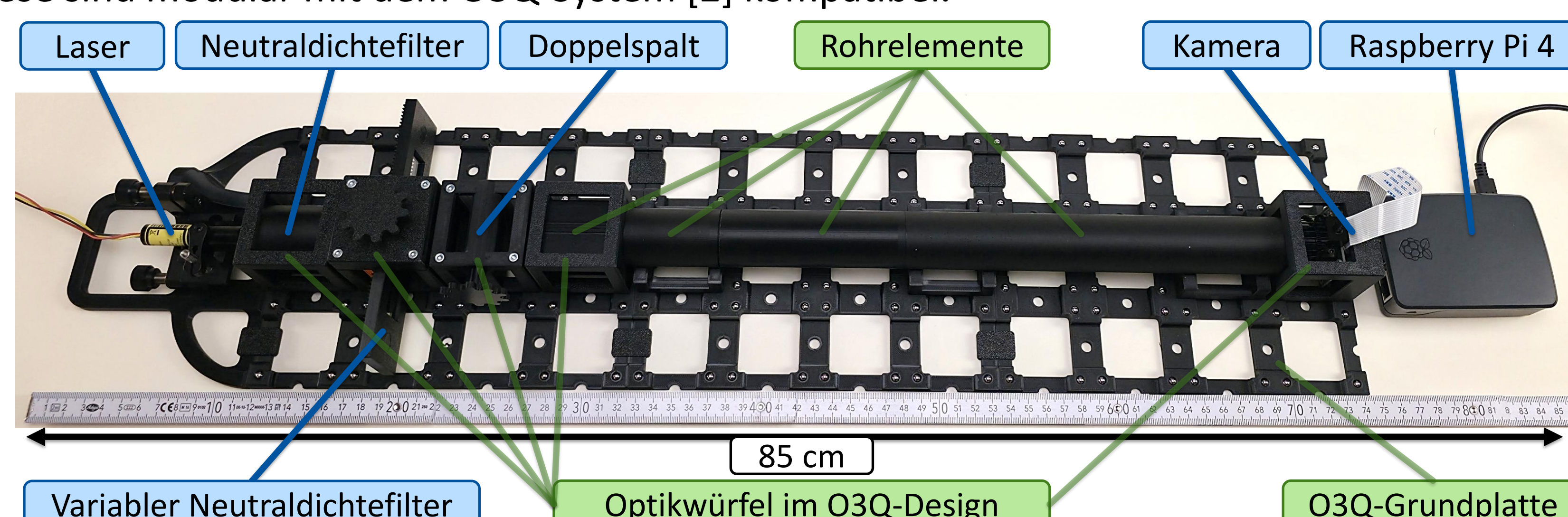
Low-Cost-Versuch PHODE: Didaktischer Alleskönner zur Quantenphysik?

Motivation

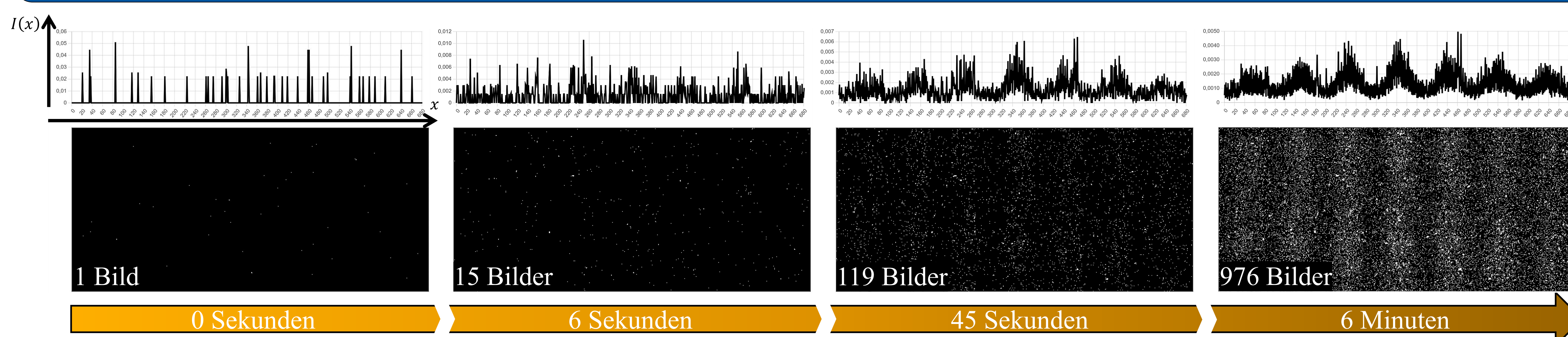
Quantenphysikalische Phänomene sind für Lernende oft **schwer zugänglich**. Es fehlen anschauliche und **kostengünstige Realexperimente**, die dazu dienen, die Quantenphysik greifbarer zu gestalten. Der **Doppelspaltversuch** gilt als **didaktischer Alleskönner** [1] und bietet die Möglichkeit, **Wellen- und Teilcheneigenschaften** von Photonen **gleichzeitig** in einem Versuch erfahrbar zu machen.

Aufbau

PHODE besteht aus sechs zentralen optischen Elementen, welche in 3D-gedruckten Halterungen untergebracht sind. Diese sind modular mit dem O3Q-System [2] kompatibel.



Experimentelle Ergebnisse



Didaktisches Potential

Vorüberlegungen zum didaktischen Potential und Bestätigungen durch Lehrkräfte:

- Verwendung als **Demonstrationsexperiment**
- Durchführung auch in vollständig beleuchtetem Klassenraum möglich
- Modulare Elemente bieten einen reproduzierbaren **übersichtlichen Aufbau**
- **Teilcheneigenschaften** werden durch lokalisierte Belichtungen/Events sichtbar
- **Welleneigenschaften** werden durch Interferenzmuster deutlich
- **Stochastischer Aspekt** quantenmechanischer Vorhersagbarkeit ist sichtbar
- **Quantitative und qualitative** Auswertungen sind möglich, zum Beispiel Bestimmung der Laserwellenlänge
- **Zeitliche Musterentstehung** live erlebbar
- Low-Cost DIY-Aufbau erlaubt die Herstellung durch Lehrkräfte selbst oder z.B. im Rahmen von **Projektarbeiten/-unterricht** und AGs

Lehrkräfte-Feedback

Erprobung mit Physik-Lehrkräften (n=5): Demonstration des Versuchsaufbaus, begleitet von offenen Feedbackgesprächen während und nach der Erprobung. Die Gespräche wurden aufgezeichnet. Zeitlicher Rahmen: 45-100 min.

„Ich finde, es hat den großen didaktischen Mehrwert, dass ich als Lehrkraft sehr schön in einem Demonstrationsexperiment einmal zeigen kann, was Sache ist.“

„Interessant kann das dann ja auch werden, wenn man Projektkurse, Projektarbeiten, Facharbeiten da mit andenkst. [...] Die ganze Herstellung ist ja ein kleines Projekt, [...] und in Physik, Technik, Informatik [...] könnte das ja auch eine Projektarbeit sein.“

„Wir haben einen Laser und wir filtern den so raus, dass man da sieht, okay, da kommen nur einzelne Impulse an, aber im Endeffekt entwickelt sich doch ein Interferenzmuster. Also sozusagen diese Aspekte, Welle, Teilchen, sieht man da schon ganz schön.“

„Ich finde es sehr übersichtlich. [...] Es ist keine Blackbox, alles ist einzeln zu erkennen. Das, finde ich, macht den Aufbau übersichtlich und gut einsetzbar.“



„...die ersten paar Photonen, die drauftreffen, zu sagen: Okay, das könnte jetzt zufällig sein...“

„Ich kann mir gut vorstellen, auf einem großen Bildschirm [...] die Messwerte aufbauen zu lassen, das mit den Schülern zu diskutieren, dass man schnell den Übergang dann hat zum Teilchencharakter und nachher zum Dualismus dann auch.“

„Aber dafür trifft er halt genau [...] das, was man vermitteln will. Was zum Beispiel andere Simulationen oder Fotos von Aufbauten und von Ergebnissen einfach nicht können.“

„Ich finde, dass es eigentlich genau das trifft, was man im Unterricht mit Interferenz und Doppelspaltversuch eigentlich zeigen möchte.“

Ausblick

- Alternative Hardwarevariante basierend auf einem Breadboard Post-Holder System
- Erweiterung um Elemente eines Quantenradierer-Experiments
- Überarbeitung und Erweiterung der Software (z.B. Auswertungsmöglichkeiten)
- Kompatibilität mit *phyphox*-App
- Untersuchungen zu Vorstellungen/Präkonzepten bei Lernenden



Norman Thimm

AG Prof. Dr. Heinke
I. Physikalisches Institut IA
RWTH Aachen University

KONTAKT
thimm@physik.rwth-aachen.de