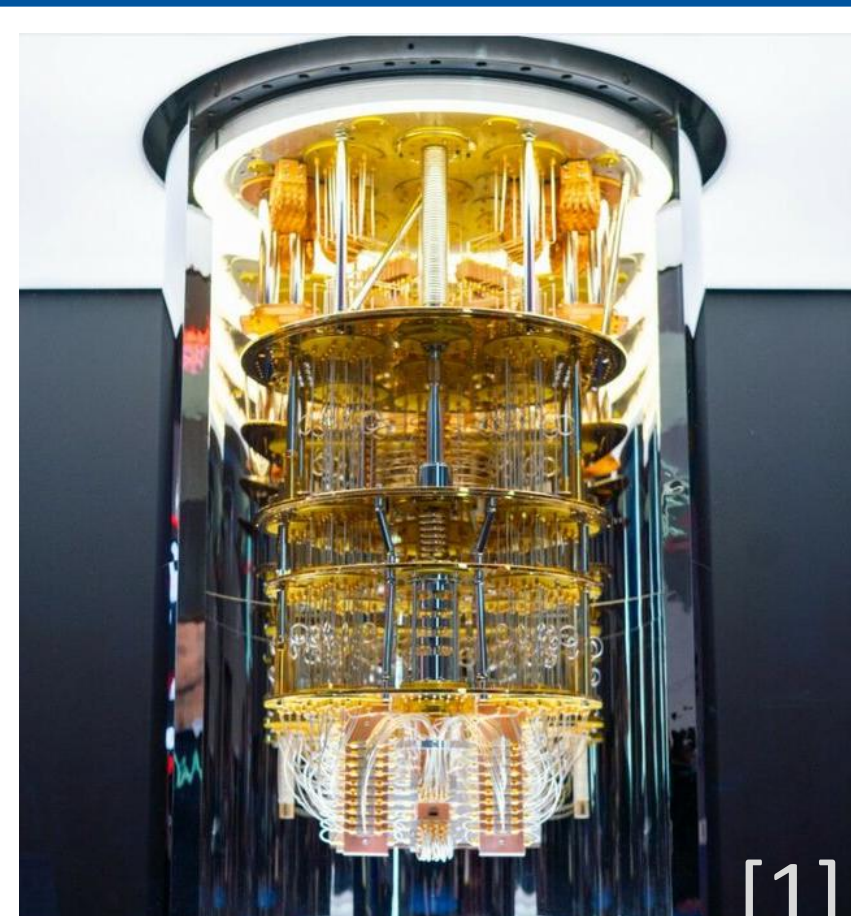


Umgang von Schüler*innen mit komplexen Quantenoptik-Experimenten

Motivation

Relevanz von Quantenphysik und -optik

- Kernthema der modernen physikalischen Forschung
- Grundlage vieler technologischer Errungenschaften wie z.B. von Computern oder der Magnetresonanztomographie (MRT)
- Unerlässlich für zukünftige Entwicklungen, z.B. Quantencomputing oder -kryptographie



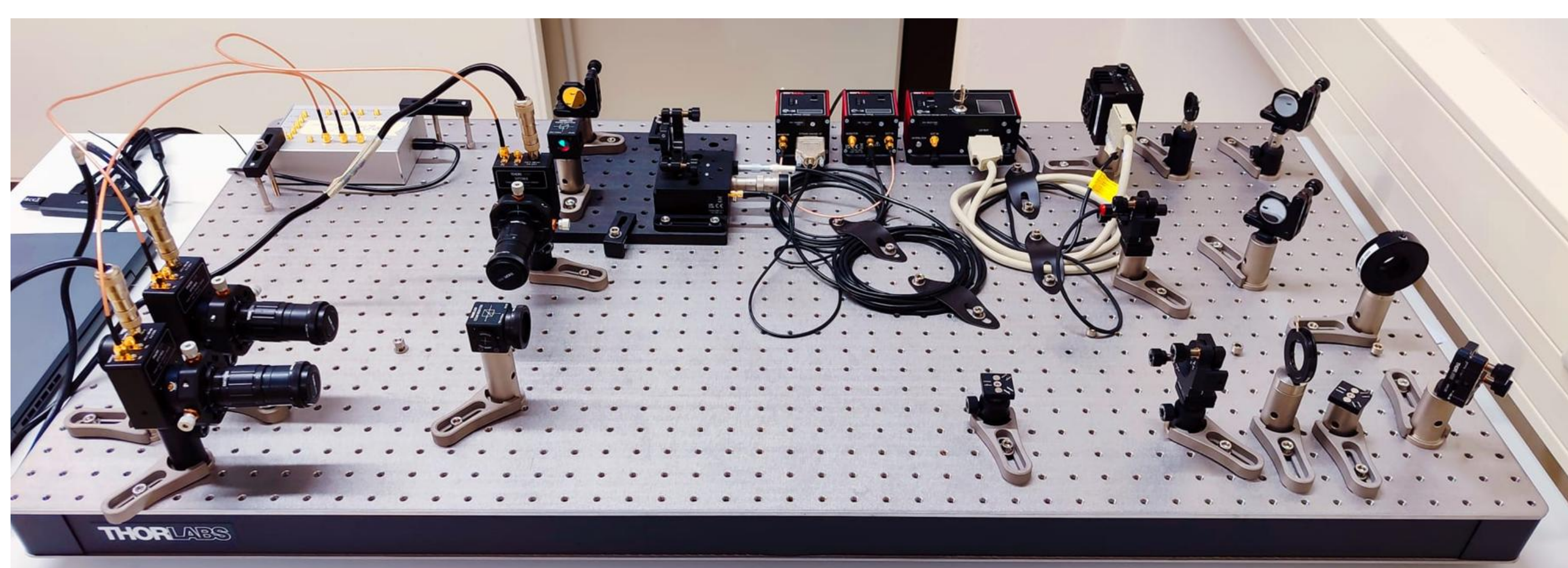
Mangelnde Experimentiererfahrungen im Schulunterricht

- Schüler*innenexperimente zur Quantenphysik und insb. Quantenoptik sind im Schulunterricht nur schwer umsetzbar, u.a. aus Kostengründen
- Experimente im Schulunterricht sind meist weit entfernt von authentischer wissenschaftlicher Forschung, insb. in Bezug auf Komplexität, Aufwand und zu überwindende Hürden [2]
- **Ziel:** Untersuchung experimenteller Kompetenzen und der Wahrnehmung von Schüler*innen von komplexeren, forschungsnäheren Realexperimenten im Bereich der Quantenoptik

Experimentelle Aufbauten

Verwendeter Versuchsaufbau

Quantenoptik-Kit von Thorlabs [3]



Mögliche Experimente (Auswahl)

- Experimente zu Erzeugung und Nachweis von Einzelphotonen (HBT und GRA)
- Einzelphotoneninterferenz (mit Michelson-Interferometer)
- Quantenradierer
- Polarisationsverschränkung (u.a. Bell-Test)
- Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit anhand von Einzelphotonen
- Quantencomputing

Besondere Herausforderungen

Komplexe theoretische Inhalte

- Fachliche Inhalte übersteigen Inhalte des Schulunterrichts weit
- Komplexe mathematische Notationen müssen erarbeitet werden (insb. Ket-Notation)

Komplexe und aufwändige Justage

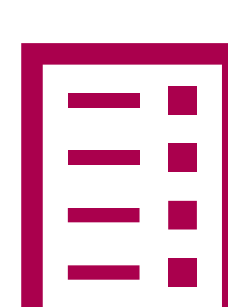
- Sehr hohe Präzision beim Endzustand erforderlich
- Hoher zeitlicher Aufwand (bis zu Stunden) pro Experiment
→ erfordert Geduld
- Häufige Rückschläge in einem iterativem Prozess
- Tatsächliche Messungen sind erst nach langer Arbeitszeit möglich
→ für Schüler*innen ungewohnt



Besondere Arbeitsbedingungen

- Überwiegende Arbeit im Dunkeln
- Strenge Sicherheitsmaßnahmen aufgrund eines leistungsstarken Lasers (Laserklasse 3B)

Studienaufbau



Pre-Fragebogen zur Erhebung von Vorerfahrungen, allgemeinen Interesse an Quantenphysik und am Experimentieren und Erwartungen an das folgende Experiment

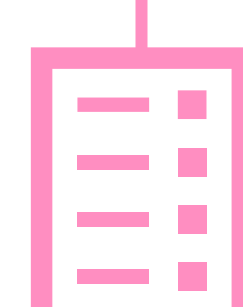
Stimulated Recall Interviews zur detaillierten Erhebung der Wahrnehmung und Einschätzung der Authentizität durch die Schüler:innen (in Planung)



Einführung

Durchführung des Experiments

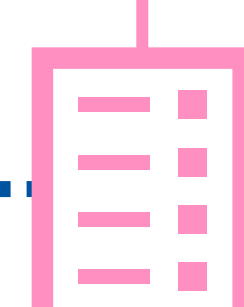
Einige Tage



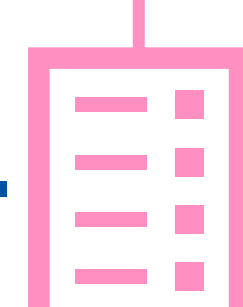
30 Minuten



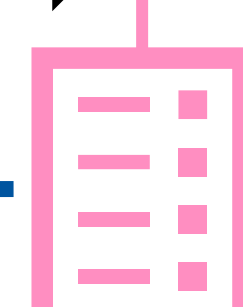
30 Minuten



30 Minuten



30 Minuten



Kurzfragebögen während der Durchführung

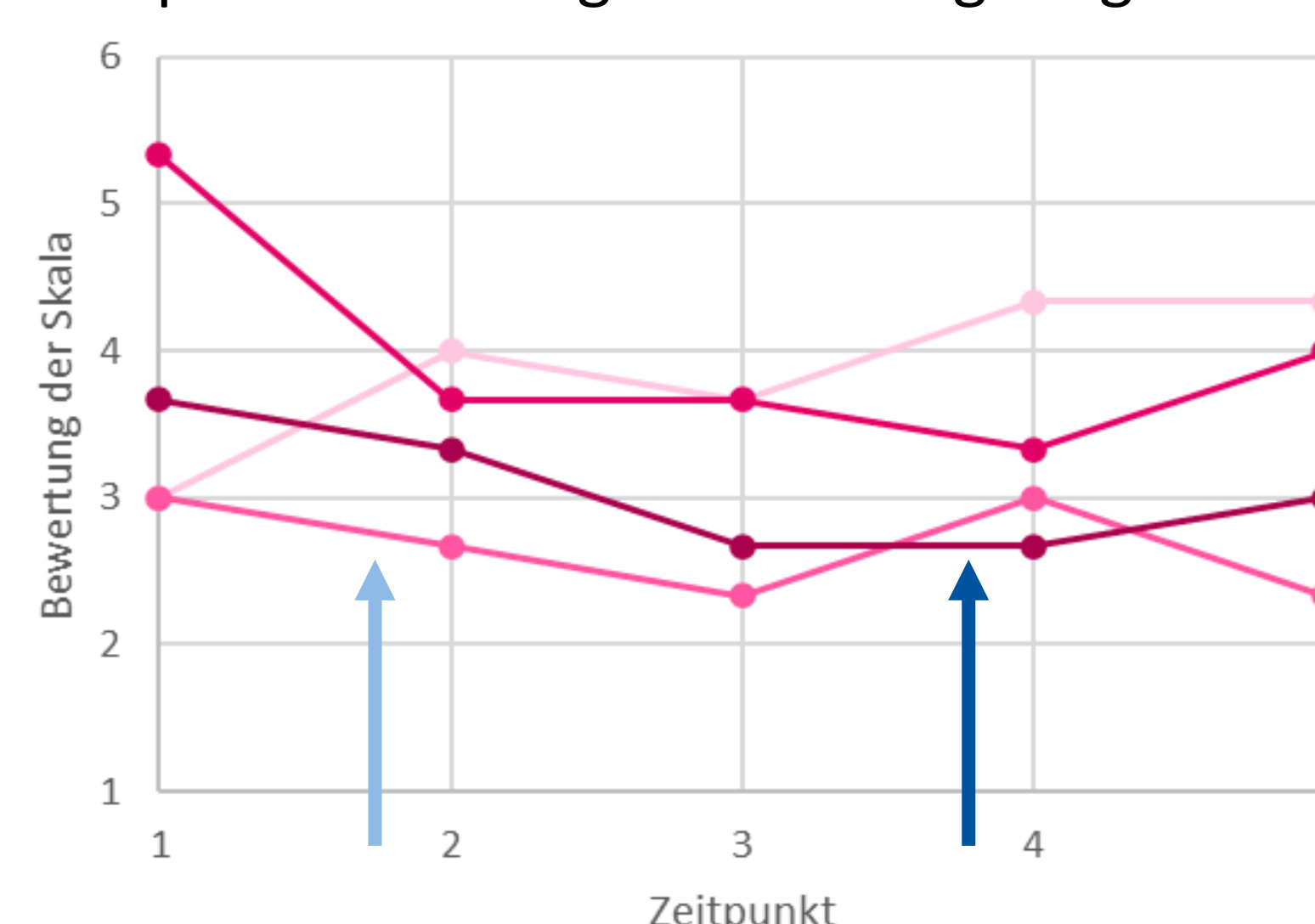
Erhebung von

- situationalem Interesse
- Kompetenzgefühl
- Verständnis
- Motivation

Zusätzlich: Erfassung der aktuellen Experimentierphase durch Beobachtung

→ Unterschiede in verschiedenen Experimentierphasen erkennbar

Beispielauswertung der Kurzfragebögen



→ Erster Messversuch scheitert, da Justage deutlich zu unpräzise

→ Justage erfolgreich, verwertbare Messergebnisse werden erzielt

Literatur:

- [1] Large, M. (2026). *Was macht Quantencomputer so revolutionär?* all-electronics.
- [2] Chinn, C., Malhotra, B. (2000). *Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks*. In: *Science Education* (86, 2002), S. 214.
- [3] Thorlabs: EDU-QOP1 – Quantum Optics Educational Kit, EDU-QOPA1 – Polarization-Entanglement Extension Kit
- [4] Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessensfördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- [5] Frank, F., Elsholz, M., Birner, A., Trefzger, T. (2026). *Fragebogen zur außerschulischen Wahrnehmung außerschulischer Lernangebote*. In: P. Pollmeier (2026). *KI in der naturwissenschaftlichen Bildung*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Frankfurt am Main 2025, Band 46, 2026, S. 113-116.

Interesse an einer Zusammenarbeit?
Melden Sie sich gerne!



Gina Goffart

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

KONTAKT
goffart@physik.rwth-aachen.de