

Sebastian Nell¹
Heidrun Heinke¹

¹RWTH Aachen University

Interessensförderung zur Quantenphysik im Nebenfach-Praktikum Physik

Einleitung

Quantenphysik und Quantentechnologien stellen einen wichtigen Forschungsschwerpunkt für die kommenden Jahre dar. Von der Europäischen Union wird die Forschung an Technologien wie dem Quantencomputer in einem sog. Flagship-Projekt mit einem Gesamtfördervolumen von circa einer Milliarde Euro gefördertⁱ. Hierbei werden Projekte zur Grundlagenforschung, zur technischen Umsetzung und zur Anwendung von Quantentechnologien finanziert, mit dem Ziel, diese zur Lösung von Problemen in vielfältigen Bereichen der Technik, aber auch des Alltags einsetzen zu können. Beteiligt sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vieler verschiedener Disziplinen, u. a. aus Physik, Ingenieurwissenschaften und Informatik.

Zusätzlich zur Finanzierung von Forschungsaktivitäten müssen auch Menschen für das Thema begeistert werden, die die Forschung betreiben wollen und können. In der Schule sollen Quantenphysik und Quantentechnologien Schülerinnen und Schülern nähergebracht und damit ihr Interesse geweckt werden, sich intensiver mit diesem Thema zu beschäftigen. In verschiedenen Studiengängen kann ebenfalls eine vertiefende inhaltliche Ausbildung erfolgen, um (zukünftige) Forscherinnen und Forscher für das Fachgebiet zu gewinnen.

Im Rahmen des Schülerlabors Physik der RWTH Aachen, SCIphyLABⁱⁱ, werden in Zusammenarbeit mit dem Exzellenzcluster ML4Qⁱⁱⁱ aktuell Angebote für Physik-Leistungskurse entwickelt. Parallel dazu wird unter Nutzung von Synergien für die universitäre Lehre ein Projekt entwickelt, mit dem Studierende mit Nebenfach Physik für die Beschäftigung mit Quantentechnologien interessiert werden sollen. Hierzu werden ausgewählten Studierenden der Chemie, Informatik und Materialwissenschaften im Rahmen ihres obligatorischen Nebenfach-Praktikums Physik vom SCIphyLAB entwickelte spezielle Versuche zu Grundlagen der Quantenphysik und Quantentechnologie zum eigenständigen Experimentieren angeboten. Dieser Beitrag stellt die Rahmenbedingungen sowie das Design des Projektes vor und beschreibt Ergebnisse aus den ersten Durchläufen.

Die Ausbildung im Nebenfach Physik an der RWTH Aachen

Wie an vielen anderen Hochschulen auch, ist auch an der RWTH Aachen die Nebenfachausbildung Physik für einige Studiengänge fächerübergreifend in einem Modul „Physik für Naturwissenschaftler und Ingenieure“ unter anderem für die Fächer Chemie und Materialwissenschaften organisiert. Zu diesem Modul gehören zwei aufeinander aufbauende Vorlesungen sowie ein physikalisches Praktikum. Je nach Studiengang werden die zweite Vorlesung Physik II und das physikalische Praktikum zeitgleich oder nacheinander belegt, sodass die typische Nebenfachausbildung Physik zwei oder drei Semester lang ist.

Aufgrund der Betreuung in Gruppen von wenigen Studierenden eignet sich ein physikalisches Praktikum prinzipiell deutlich besser für die Förderung einzelner Studierender als Vorlesungen. Dabei ist das hier diskutierte Praktikum für Studierende mit Nebenfach Physik (Nebenfach-Praktikum) als klassisches Versuchspraktikum nach Westphal (vgl. Westphal, 1970) aufgebaut, wobei die Studierenden die Versuche in Gruppen à maximal 8 Personen durchführen. In Abbildung 1 ist der Verlaufsplan des Praktikums dargestellt. Zunächst führen die Studierenden einen einführenden Versuch zur Auswertung von Messdaten („MEDA“) durch, wo sie vor allem das Thema Messunsicherheiten detailliert kennenlernen. Das erworbene Wissen wenden sie in drei Versuchsblöcken zu unterschiedlichen Themengebieten der klassischen Physik an, wobei jeder Versuchsblock aus einem Tutorium (z.B. T1) und drei Versuchen (z.B. V1, V2, V3) besteht. Durch Vertauschen der Reihenfolge der einzelnen Versuche sowie der drei großen Versuchsblöcke können 9 Gruppen mit jeweils 8 Studierenden das Praktikum gleichzeitig durchlaufen. Bei mehreren Praktikumstagen je Woche erhöht sich die Kapazität.



Abb. 1: Schematischer Ablauf des Nebenfach-Praktikums Physik an der RWTH Aachen

Da die Studierenden das Praktikum im Regelfall als Pflichtveranstaltung belegen (Ausnahme Informatik, hier Wahlpflicht), sind die fachlichen und methodischen Voraussetzungen unter den Teilnehmenden auch eines Studiengangs stark heterogen. Teilweise hatten die Studierenden in der Schule das Fach Physik überhaupt nicht, teilweise haben sie Physik im Leistungskurs gewählt. Dies führt dazu, dass einzelne Studierende bereits früh im Semester die wesentlichen methodischen Lernziele des Praktikums erreichen. Für diese Studierenden wird das nachfolgend vorgestellte neu entwickelte Projekt angeboten.

Design des Projekts

Das Projekt ist vollständig in die jeweiligen Regelpraktika der entsprechenden Studiengänge integriert und ähnelt diesen daher in der Logistik. An den letzten sechs Terminen, d.h. ab Termin V5 in Abb. 1, werden ausgewählten Studierenden Versuche zu Grundlagen der Quantenphysik und Quantentechnologien mit folgenden Themenschwerpunkten angeboten:

- Linearer / eindimensionaler Potentialtopf (Analogieversuch)
- Tunneleffekt (Anwendung in der Rastertunnelmikroskopie)
- Welle-Teilchen-Dualismus (Doppelspaltversuch mit wenigen Photonen)
- Hong-Ou-Mandel Effekt (Einzelphotonenexperiment)

Zusätzlich werden Besuche in zwei Forschungslaboren aus dem Themenfeld der Quantentechnologien angeboten. An den Versuchen und Laborbesuchen können jeweils maximal 8 Studierende teilnehmen. In den ersten Wochen des Praktikums wird dieses Projekt in den Praktikumsgruppen beworben, sodass sich interessierte Studierende melden können. Für diese Studierenden wird anhand der bis dahin erstellten Versuchsberichte und eines mündlichen Gesprächs sichergestellt, dass die Studierenden die wichtigsten methodischen Lernziele des Praktikums bereits erreicht haben. Konkret wird überprüft, ob sie Messunsicherheiten in Experimenten abschätzen, korrekt angeben und damit rechnen können. Sollten sich mehr als 8 interessierte Studierende melden, wird unter anderem auf Grundlage des Gesprächs ausgewählt,

wer am Projekt teilnehmen darf. Die Teilnehmenden bilden dann eine zusätzliche Praktikumsgruppe und führen die Versuche zu den oben beschriebenen Themen und die Laborbesuche im normalen Zeitraster des Praktikums durch.

Leitfragen und erste Ergebnisse

Ziel des Projektes ist es, bei Studierenden mit Nebenfach Physik Interesse für eine intensivere Beschäftigung mit Themen der Quantenphysik und Quantentechnologie zu wecken. Deshalb soll neben Fragestellungen zur Umsetzung des Projekts in der Praxis auch die Frage untersucht werden, inwiefern sich durch die Förderung im Projekt das Interesse der Studierenden mit Nebenfach Physik an Quantentechnologien entwickelt. Der Begriff Interesse wird hier im Sinne der Person-Gegenstands-Beziehung (vgl. Prenzel, Krapp & Schiefele, 1986) und der vier Phasen der Interessensentwicklung (vgl. Hidi & Renninger, 2006) verstanden. Die Untersuchung erfolgt qualitativ auf Grundlage verschiedener Datenerhebungen im Projektverlauf:

- Die Studierenden beschreiben bei der Anmeldung zum Projekt in einem kurzen Motivations-text, welche Bedeutung Quantenphysik und Quantentechnologien für sie haben und weshalb sie an dem Projekt teilnehmen möchten.
- Die Studierenden beantworten vor jedem Versuchstag kurze Fragen zu ihren Erwartungen an die einzelnen Versuche. Nach jedem Versuchstag reflektieren sie kurz schriftlich, inwiefern ihre Erwartungen erfüllt worden sind.
- In einem Interview reflektieren die Studierenden nach Ende des Praktikums zusammenfassend ihre Erfahrungen im Projekt und ziehen ein Fazit aus ihrer Teilnahme.

Bislang wurde das Projekt im WS 21/22 und im SS 22 in Nebenfach-Praktika für drei Studiengänge durchgeführt. Konkret gab es folgende Teilnehmende:

- im WS 21/22 7 Teilnehmende aus 80 adressierten Chemie-Studierenden,
- im SS 22 4 Teilnehmende aus 16 adressierten Studierenden der Materialwissenschaften,
- im SS 22 2 Teilnehmende aus 32 adressierten Informatik-Studierenden.

Die teilnehmenden Studierenden haben insgesamt ein positives Feedback gegeben. Ihnen zufolge konnten die Experimente erfolgreich zum Erlernen und Vertiefen verschiedener Fachinhalte genutzt werden. Die Studierenden haben an verschiedenen Stellen Verbesserungen einzelner Versuche oder der Projekt-Organisation vorgeschlagen, die bereits in das Projekt eingeflossen sind. Da insbesondere im Nebenfach-Praktikum für Informatik-Studierende nur wenige Studierende teilgenommen haben, wurde hier untersucht, inwiefern das Projekt genügend Interessantheit (vgl. Krapp, 1992, S. 749) bietet. Daher wurden alle Informatik-Studierenden im Praktikum im SS 2022 gefragt, inwiefern sie eine Teilnahme am Projekt erwogen haben und wieso sie sich (fast alle) gegen eine Teilnahme entschieden haben. Insgesamt haben 23 Studierende eine Rückmeldung gegeben, 20 von ihnen haben Interesse bekundet. Die meisten Studierenden gaben an, dass das Projekt nach zu viel Arbeitsbelastung klang oder ihnen zu schwer erschien, sodass sie sich nicht gemeldet haben. Gleichzeitig haben die teilnehmenden Studierenden am Ende des Projekts berichtet, dass das Projekt bei ihnen keineswegs einen höheren Aufwand als die Teilnahme am „normalen“ Praktikum verursacht hat. Diese Einschätzung wird in die Gestaltung der Teilnehmendenakquise für zukünftige Jahrgänge einfließen, um ein realistisches Bild vom erwartbaren Aufwand zu zeichnen.

Ausblick

Für die folgenden drei Semester (WS 22/23, SS 23 und WS 23/24) sind weitere Durchführungen des Projekts geplant. Neben weiteren Optimierungen bei der praktischen Umsetzung des Projekts soll dabei insbesondere die Untersuchung der Interessensentwicklung der Studierenden in den Vordergrund rücken.

Literatur

- Hidi, S. & Renninger, K.A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. In: Educational Psychologist 41 (2006) 2, S. 111 – 127.
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. In: Zeitschrift für Pädagogik 38 (1992) 5, S. 747 – 770.
- Prenzel, M., Krapp, A., & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. In: Zeitschrift für Pädagogik 32 (1986) 2, S. 163 – 173.
- Westphal, W. H. (1970). Physikalisches Praktikum (13. Aufl.). Braunschweig, Fried. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH.

ⁱ <https://qt.eu/>

ⁱⁱ <https://sciphylab.de/>

ⁱⁱⁱ <https://ml4q.de/>