

Quanteninformatik in der Schule: Erste Ergebnisse



Image of students with a quantum computer generated by DALL-E.

HINTERGRUND

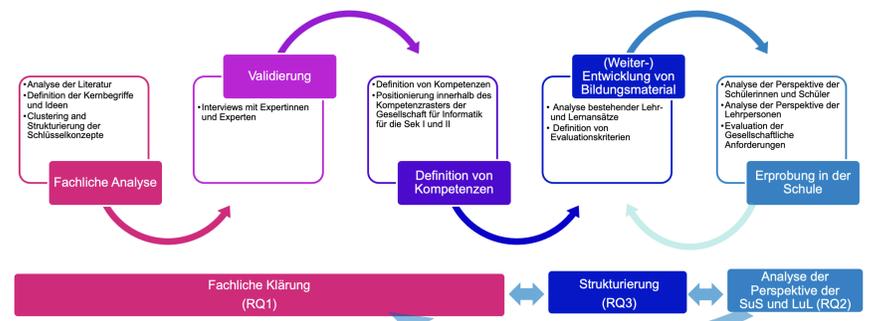
- Anwendung von Eigenschaften der Quantenphysik in der Informatik (z. B. Quantenkryptographie, Quantencomputing)
- Hat das Potenzial, Informatik und Gesellschaft grundlegend zu verändern
- Als Thema für den Informatikunterricht in den Sekundarstufen I und II mit wenigen Ausnahmen (z. B. [1]) kaum erforscht
- Grundlegende Konzepte der Informatik werden durch Quanteninformatik aus anderer Perspektive betrachtet, neue Denkweisen können erlernt werden
- Umfangreiche empirische und theoretische Studien fehlen noch

ALLGEMEINE FORSCHUNGSFRAGEN

- **RQ1:** Welche Relevanz und Bedeutung hat Quanteninformatik für den Informatikunterricht in der Sekundarstufe I und II?
 - **RQ1.1:** Was sind die zentralen Konzepte, Ideen und Praktiken der Quanteninformatik, insbesondere im Hinblick auf den Informatikunterricht?
 - **RQ1.2:** Welchen Beitrag zur Informatikdidaktik kann die Quanteninformatik als Thema in der Schule leisten?
- **RQ2:** Welche Perspektive (z. B. Wissenstand, Erwartungen, Interesse) haben die Lernenden und Lehrenden auf die Quanteninformatik?
- **RQ3:** Wie könnte ein didaktischer Ansatz für den Unterricht der Quanteninformatik aussehen, der sich an den zuvor definierten Kernideen, Praktiken und Kompetenzen orientiert?

PROZESSMODELL

Die Methodik orientiert sich an der didaktischen Rekonstruktion [2] und umfasst folgende Arbeitsschritte:



Grafik 1: Prozessmodell zur Beantwortung der Forschungsfragen

METHODISCHER ANSATZ (RQ1)

Identifikation und Kategorisierung der Schlüsselkonzepte der Quanteninformatik (in Anlehnung an Grillenberger und Romeike [3]);

Analyse von Schlüsselkonzepten des Datenmanagements) in zwei Phasen:

1. Phase: Untersuchung der Domäne aus didaktischer Perspektive
2. Phase: Strukturierung der Domäne in einem breiteren Bezugsrahmen

Anschliessend: Prüfung jedes Schlüsselkonzepts auf seinen Bezug zu den Kompetenzen in den GI-Empfehlungen für Bildungsstandards in Informatik (Sekundarstufen I und II) [4; 5]; Definition von Kompetenzen

ERSTE ERGEBNISSE: KOMPETENZRASTER FÜR DIE QUANTENINFORMATIK IN DER SEK I UND II

	Quanten-Information <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden zwischen Qubits (Quantenbits) und Bits als Informationseinheiten. • erläutern, welche neuen Möglichkeiten der Informationsverarbeitung durch Qubits möglich sind.
	Quanten-Informatiksysteme <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Grundlagen des Aufbaus von Quantencomputern und deren Funktionsweise. • nutzen eine formale Sprache zur Interaktion mit einem Quantencomputer.
	Quanten-Algorithmen <ul style="list-style-type: none"> • erklären, wie Quanten-Algorithmen zur Lösung wichtiger Probleme in der Informatik beitragen können. • erklären und interpretieren gegebene Quanten-Algorithmen.
	Quanten-Kryptografie <ul style="list-style-type: none"> • erklären, warum das heute am häufigsten verwendete Verschlüsselungsverfahren durch Quantencomputer gefährdet wäre. • überprüfen, wie das BB84-Schlüsselaustauschprotokoll funktioniert und wenden es selbst an. • erklären die Vorteile der Quantenverschlüsselung und wie sie sich von anderen Methoden unterscheidet.
	Quanten-Fehlerkorrektur <ul style="list-style-type: none"> • erklären, warum Quanten-Fehlerkorrektur grundlegend bei der Entwicklung von Quantencomputern ist.
	Quanten-Informatik, Mensch und Gesellschaft <ul style="list-style-type: none"> • benennen zukünftige Wechselwirkungen zwischen Quanteninformatik und ihrer gesellschaftlichen Einbettung • bestimmen mögliche Entscheidungen, Normen und Verhaltensweisen als Reaktion auf die Chancen und Risiken der Quanteninformatik.

- Vertiefung der GI-Empfehlungen
- Opportunity-to-learn-Standards [5, S. V] (mögliche Kompetenzen, (noch) nicht empirisch evaluiert)
- Grundlage für zukünftige Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien, Unterrichtskonzepte

Weiterführende Informationen in „Quanteninformatik: Schlüsselkonzepte und Kompetenzen“ [6]

Grafik 2: Kompetenzraster für die Quanteninformatik für die Sekundarstufe I und II

LITERATUR

- [1] Michaeli, T.; Seegerer, S.; Romeike, R.: Quanteninformatik als Thema und Aufgabengebiet informatischer Bildung. In: INFOS 2021. S. 1–10, 2021.
- [2] Ira Diethelm, Peter Hubwieser and Robert Klaus. 2012. Students, Teachers and Phenomena: Educational Reconstruction for Computer Science Education. In R. McCartney & M.-J. Laakso (Eds.), 12th Koli Calling.
- [3] Grillenberger, A.; Romeike, R.: Key concepts of data management: an empirical approach. In: Proceedings of the 17th Koli Calling. ACM, Koli Finland, S. 30–39, Nov. 2017.
- [4] Arbeitskreis Bildungsstandards: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Beilage der GI e. V. in LOG IN 150/151/28, 2008.
- [5] Arbeitskreis »Bildungsstandards SII«: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Beilage der GI e. V. in LOG IN 183/184/36, 2016.
- [6] Paparo, G., Waldvogel, B., Grillenberger, M.: Quanteninformatik: Schlüsselkonzepte und -kompetenzen. In: INFOS 2023. pp. 1–10 (in press).