

QUANTisch für AnfängerInnen - Entwicklung und Erprobung eines Methodensets zur Vermittlung von Quantentechnologien: Qubits, Superposition und Verschränkung erfahrbar machen

Schlussbericht Teilprojekt Deutsches Museum

Teil I: Kurze Darstellung / Allgemeine Angaben

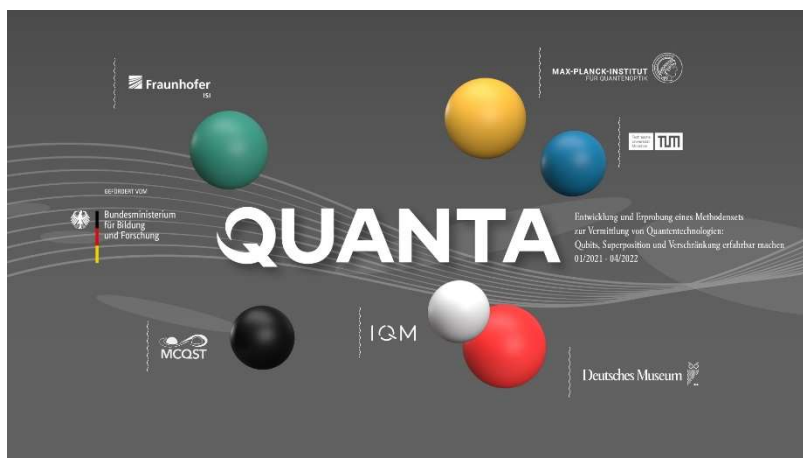
Zuwendungsempfänger:
Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik

Projektverantwortliche:
Dr. Andreas Gundelwein (Projektkoordinator), Gabriele Kramer

Förderkennzeichen und Kurzbezeichnung:
13N15643, QUANTA

Fördermaßnahme: Quantum aktiv – intuitive Outreachkonzepte für die Quantentechnologien

Laufzeit des Vorhabens und Zeitraum der Berichterstattung:
01.01.2021- 30.04.2022



Partner des Verbundprojekts

Deutsches Museum

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ), PhotonLab

Assoziierte Partner

Münchner Zentrum für Quantenwissenschaften und -technologie (MCQST)

IQM

TUM School of Education

Aufgabenstellung, Planung und Ablauf des Vorhabens:

Mit „QUANTisch für AnfängerInnen“ sollte das Interesse am komplexen Thema Quantentechnologie geweckt werden. Dies konnte mit dem Projektvorhaben erfolgreich erzielt werden. Es wurden vielfältige Zugänge für die breite Öffentlichkeit (Kinder, Jugendliche, Erwachsene) geschaffen sowie differenzierte, aufeinander abgestimmte, partizipative Vermittlungsbausteine entwickelt. Das Deutsche Museum war mit seinem Teilvorhaben für das Projekt der Ort, an dem die anvisierten Zielgruppen als BesucherInnen erreicht wurden und die Formate als Pilot entwickelt, umgesetzt und erprobt wurden. Das Interesse am Thema Quantentechnologien war auch bei Menschen, die sich zum ersten Mal damit beschäftigt haben, sehr hoch. Die anvisierten Ziele konnten trotz coronabedingter Einschränkungen erreicht werden. Dazu wurden Erprobungszeiten und Orte flexibel im Rahmen des Projektplans umgesetzt.

Das Projekt eröffnete wie geplant als „Einsteigerkurs“ die Welt der Quanten, indem es anschlussfähig für den Alltag verschiedener Zielgruppen war. Die Kooperation des Deutschen Museums mit dem Exzellenzcluster MCQST, dem PhotonLab des MPQ und der LMU, dem Fraunhofer ISI, der TUM School of Education und IQM konnte das Thema Quantentechnologie aus unterschiedlichen Perspektiven heraus betrachten und aufzeigen. Mit der Bündelung einzigartiger Fachkompetenz im Bereich Quantenphysik, Didaktik und partizipativer Zukunftsdialoge wurden durch gemeinsame Maßnahmen integrierte, vernetzte Wissenschaftskommunikation und Bildungsprogramme entwickelt.

Das Teilvorhaben des Deutschen Museums koordinierte und integrierte die Teilvorhaben der Partner mit den eigenen didaktischen Bausteinen zu einem Methodenset zur Vermittlung von Quantentechnologien. Das Vorhaben war als lernendes Konzept angelegt, d.h. aus den Formaterfahrungen und Ergebnissen in dieser Pilotphase können weitere Themenschwerpunkte und Programmformate entwickelt werden.

Das Deutsche Museum übernahm die Gesamtkoordination. Diese umfasste die Koordination der Partner, der Entwicklungsorte, der Erprobungsszenarien sowie die Kommunikation. Es koordinierte und steuerte die Entwicklungen mit dem PhotonLab, dem Physiklabor Nürnberg, dem Kinderreich und der Experimentierwerkstatt im Deutschen Museum München. Es lud alle Partner zu regelmäßigen Projektsitzungen und Reflexionsworkshops ein und sicherte so den engen intensiven Austausch und den Arbeitsfortschritt. Das Teilvorhaben des Deutschen Museums umfasste die 5 Arbeitspakete: **Koordination, Entwicklung didaktischer Konzepte und Bausteine** (GiQUANTische Wissensshow, Qubits-Sympathieträger Bastelwerkstatt, zielgruppenadäquates Lexikon), **Erprobung, Umsetzung, Kommunikation**.

Teil II: Eingehende Darstellung

1. Stand der inhaltlichen Vorhabenumsetzung

Das Vorhaben konnte wie geplant umgesetzt werden. Im Verbund wurden neue Formen und Formate der Vermittlung und des gesellschaftlichen Dialogs entwickelt und erprobt, die über die Projektdauer hinaus angewendet werden können und sollen. Eine direkte wissenschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche nächste Phase ist gegeben und wird angestrebt. Die Maßnahmen haben sich als geeignet erwiesen, ein verbessertes Verständnis, Kenntnis und auch Offenheit für diesen Bereich neuer Technologien zu entwickeln und zu verbreiten. Die Zusammenarbeit im Verbund hat sich hierfür als besonders geeignet gezeigt.

Die langjährigen, vertieften fachlichen und didaktischen Kenntnisse, exzellentes Forschungsknowhow und die notwendigen Instrumentarien für eine gesellschaftliche und zielgruppenspezifische Breitenwirkung konnten erfolgreich wie geplant vereint werden.

Mit der Projektkonstellation wurde eine interdisziplinäre Zusammenarbeit für die wissenschaftlich wie gesellschaftlich hoch relevante Thematik Quantentechnologie ermöglicht. Darin lag und liegt die besondere Chance, mit verschiedenen Zielgruppen und einem ganzheitlichen Blick auf die Technologiepotenziale zu neuen Sichtweisen zu kommen. Die Koppelung von Grundlagenforschung mit innovativen Vermittlungsansätzen und partizipativen Zukunftsdialogen hat sich erfolgreich und weiterhin zielversprechend entwickelt.

2. Stand der finanztechnischen Vorhabenumsetzung zum Stichtag

Bewilligte Zuwendung gesamt: **35.500,00 EUR**

Entstandene Ausgaben gesamt: **35.500,00 EUR**

Pos. 0812 Personalkosten

Projektleitung, 16 Monate, E13 30%

Koordination und Kommunikation, Recherche und Konzeption, wissenschaftlich-didaktische Entwicklung und Erprobung der neuen Vermittlungsformate

GiQUANTische Wissensshow, Adressatengerechtes Lexikon, Sympathieträger-

Bastelwerkstatt Quant und Elequant, Schulung zur Durchführung der Wissensshow,

Koordination und Steuerung der Entwicklungsorte und Partner, Finanzcontrolling,

Berichterstattung

bewilligt: 23.300,00 EUR

Ausgaben: 23.300,00 EUR

Pos. 0822 Beschäftigungsentgelte

Entgelte für Studentische Hilfskräfte zur Ausarbeitung und Erprobung didaktischer

Formate, 16 Monate

bewilligt: 4.000,00 EUR

Ausgaben: 4.000,00 EUR

Pos. 0835 Vergabe von Aufträgen

Multimediale Entwicklung der GiQUANTischen Wissensshow, Fotografien und Werbemittel; Videoclips

bewilligt: 4.000,00 EUR

Ausgaben: 3.999,30 EUR

Pos. 0843 Sonstige allgemeine Verwaltungsausgaben

Klein-Elektronik, optische Bank, diverse Materialien und Bastelmaterial

bewilligt: 4.000,00 EUR

Ausgaben: 4.000,70 EUR

Pos. 0846 Dienstreisen

Projektbesprechung Deutsches Museum Nürnberg

bewilligt: 200,00 EUR

Ausgaben: 200,00 EUR

Das Projektvorhaben unterstrich die strategische Ausrichtung des Deutschen Museums, Neue Technologien und Zukunftstechnologien verbunden mit einem konstruktiven Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft in den Ausstellungen zu vermitteln. So wurde QUANTA von eigenen Aktivitäten im Bereich von Quantentechnologien flankiert und damit die Präsenz des Themas verstärkt.

3. Aufzählung der wichtigsten wissenschaftlich-technischen Ergebnisse und anderer wesentlicher Ereignisse

Am 24. Juni 2021 wurde der Prototyp eines Quantencomputers von IQM (assoziiertes Partner) in das Deutsche Museum Nürnberg (Zukunftsmuseum) eingebracht. Es ist ein zentrales Ausstellungsstück im Themenbereich Arbeit und Alltag.

Das Deutsche Museum hat termingerecht und plangemäß die Gesamtkoordination des Projekts übernommen:

- Koordination der Partner
- Koordination der Entwicklungsorte
- Koordination der Erprobungsszenarien

- Koordination der Kommunikation

Kommunikationsformat Quantentechnologien zum Projektstart:

<https://twitter.com/QuantenTech/status/1360219781140480002/photo/1>

Entwicklung, Erprobung und Umsetzung didaktischer Vermittlungsformate:
GiQUANTische Wissensshow, Rollendes Lexikon, Sympathieträger-Bastelwerkstatt
Quant und Elequant.

Präsentation und Erprobung bei verschiedenen Bildungsveranstaltungen

- Eröffnung Deutsches Museum Nürnberg, 17. – 19. September 2021, Nürnberg
- Postersession „Nano meets Quantum“ von MCQST und CENS (Center for NanoScience), 22- September 2021, München
- Science Summer im Museumshof (August, September 2021)
- Hi!A Festival High Tech Agenda Bayern am 17. Oktober
- Bastelwerkstatt Quant und Elequant, Dezember 2021 und April 2022

Konzeption und Durchführung des Fachseminars „Quantencomputer und Quantentechnologie – Vision oder Wirklichkeit“

im Rahmen des Fachclustertreffen Mathematik, Naturwissenschaften der Hans-Böckler-Stiftung, 23. und 24. März 2022, Deutsches Museum, IQM, MCQST, München, Garching

Präsentation ausgewählter Projektergebnisse auf dem BMBF Stand, World of PHOTONICS / World of Quantum, München, Messegelände, 25. – 29. April 2022 (auf Einladung des BMBF)

Programm zum Girls´Day „Aufregende Zeiten in den Quantentechnologien“ in Zusammenarbeit mit dem BMBF, World of PHOTONICS / World of Quantum , 26. April 2022

Präsentation ausgewählter Formate (Quantenwürfel und Rollendes Lexikon) auf dem BMBF Fachkongress Quantensysteme, 21. Juni 2022, Berlin

4. Vergleich des Stands des Vorhabens mit der ursprünglichen (bzw. mit Zustimmung des Zuwendungsgebers geänderten) Arbeits-, Zeit- und Ausgabenplanung

Es gab keine grundlegenden Abweichungen zur Planung. Zusätzlich ist es gelungen, hauseigene Formate der Partner zu nutzen, um das Thema verstärkt einzubringen.

Arbeitspaket 1 Koordination

Von Beginn an wurde ein offener Austausch und eine enge Zusammenarbeit systematisch angelegt. Alle Partner wurden zu regelmäßigen Projektsitzungen und Reflexionsterminen eingeladen. Der interne Informationsfluss und der Wissenstransfer nach außen und in die Institutionen wurde fortlaufend sichergestellt. Die Koordination und Steuerung der Entwicklungen mit dem PhotonLab, dem Physiklabor Nürnberg, dem Kinderreich und der Experimentierwerkstatt erfolgte planmäßig. Der Austausch und Arbeitsfortschritt wurde engmaschig im Gesamtteam entwickelt, reflektiert und gesichert

01. Gesamtmeeting: 26.01.2021 (digital)
 02. Gesamtmeeting: 23.02.2021 (digital)
 03. Gesamtmeeting: 23.03.2021 (digital)
 04. Gesamtmeeting: 20.04.2021 (digital)
 05. Gesamtmeeting: 18.05.2021 (digital)
 06. Gesamtmeeting: 15.06.2021 (digital)
 07. Gesamtmeeting: 27.07.2021 (digital)
 08. Gesamtmeeting: 14.09.2021 (digital)
 09. Gesamtmeeting: 12.10.2021 (digital)
 10. Gesamtmeeting: 09.11.2021 (digital)
 11. Gesamtmeeting: 07.12.2021 (digital)
 12. Gesamtmeeting: 25.01.2022 (digital)
 13. Gesamtmeeting: 22.02.2022 (digital)
 14. Gesamtmeeting: 22.03.2022 (digital)
 15. Gesamtmeeting: 19.04.2022 (digital)
- Reflexionsworkshop: 10.05.2022 (hybrid)

Die Projektfinanzen (Teilprojekt) wurden fortlaufend kontrolliert, der Kostenplan eingehalten.

Arbeitspaket 2 Erstellung Didaktischer Konzepte

Die Entwicklung didaktischer Konzepte und Bausteine erfolgte in enger Abstimmung mit dem PhotonLab und den Partnern.

GiQUANTische Wissensshow

Die GiQUANTische Wissensshow schafft einen unterhaltsamen und informativen Zugang zum Thema für Kinder, Jugendliche, Erwachsene, für die ganze Familie, Studierende.

Besucherinnen und Besucher wurden befragt, was sie zum Thema Quantentechnologie interessiert. Aus diesen Gesprächen wurden für die Wissensshow diese Themenbereiche umgesetzt:

- Grundlagen der Quantenphysik (Qubit, Superposition und Verschränkung)
- Meilensteine (historisch, Max Planck, Einstein, Heisenberg, Schrödinger)
- Technologien (Konzepte und Besonderheiten, Quantentechnologien der 1. Generation, Beispiel Laser, Quantentechnologien der 2. Generation, Beispiel Quantencomputer)
- Einblicke in die aktuelle Forschung (Forschungsbeispiele von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von MCQST)
- Zukunftsdialog (Szenarien, die in den begleitenden Zukunftsdialogen von Fraunhofer ISI entwickelt wurden)

Die Durchführung der gesamten Wissensshow dauert ca. 30-40min, die einzelnen Bereiche können auch eigenständig vorgeführt werden.

Die Wissensshow basiert auf einer multimedialen Powerpointpräsentation, sowie verschiedenen physischen Materialien. Dazu zählen: Die Blochkugel (gelbe Kugel), Die Bit-Scheibe (Gelbe Scheibe), Quantenwürfel, ein Zeitstrahl, Bilder von Planck, Einstein, Heisenberg, Schrödinger, Plaketten mit Jahreszahlen, Magnetbeschichtete Plakate mit zerschnittenen Lexikoneinträgen zu Superposition und Verschränkung.

Eingebundene Medien:

- Texte
- Fotos (Objekte, Personen)
- Videoclips
- Audiobeiträge (Ausschnitte Interviews MCQST, PhotonLab)

Die GiQUANTische Wissensshow kann je nach Einsatzmöglichkeiten auch unterteilt werden in folgende „Kurzversionen“, die jeweils ein paar Minuten dauern:

Quantenphysik – Crashkurs: Erklärt die Konzepte von Superposition, Verschränkung, Qubit und Messung und motiviert dies durch die Existenz von Quantencomputern

Quantentechnologien: Erklärt sowohl Quantencomputer als auch Laser, und geht kurz auf mögliche Zukunftsszenarien ein.

Zukunftsvisionen: Kurze Erklärung von Quantentechnologien und Fokus auf Zukunftsszenarien

Meilensteine der Quantenphysik: Erklärung der frühen Geschichte der Quantenphysik von Planck bis Schrödinger

Die GiQUANTische Wissensshow wurde im Ehrensaal und im Auditorium des Deutschen Museums erprobt. Studentische Kräfte wurden zur Durchführung der Wissensshow geschult.

Qubits-Sympathieträger Bastelwerkstatt Quant und Elequant

Das Projektvorhaben sah vor, bereits Kindern im Alter von 6-8 Jahren altersgerechte Zugänge zur Quantenwelt zu ermöglichen. Quant und EleQUANT laden bereits Kinder im Vorschulalter dazu ein, sich spielerisch mit Elementen der modernen Physik zu beschäftigen.

In Mal- und Bastelwerkstätten konnten die Kinder die Figur Quant und EleQUANT entwickeln und ihren Ideen für eine Quantenwelt dabei freien Lauf lassen.

Die folgende Bastelwerkstatt wurde so konzipiert, dass ein Daumenkino, die Superposition veranschaulicht. Die Daumenkinos bestehen aus 20 - 40 Seiten, auf denen abwechselnd zwei verschiedene Motive dargestellt sind, es kann sich um das Quant und das Elequant handeln. Wenn dann durch das Daumenkino geblättert wird, verschwimmen diese Figuren miteinander. Dies wird als Veranschaulichung für das Prinzip der Superposition genutzt: Quantenobjekte können sich in mehreren Zuständen zugleich befinden. Erst wenn man eine Messung durchführt – in der Analogie also aufhört durch das Daumenkino zu blättern – wird der Zustand eindeutig festgelegt. Dabei ist jedoch völlig zufällig, welcher der beiden Zustände schlussendlich gemessen wird.

Die Bastelwerkstatt Quant und EleQUANT wurde bei den Innovationstagen am 8. und 9. Dezember 2021, sowie am 12. Und 13. April 2022 umgesetzt.

Quant und EleQUANT sind auch in die GiQUANTische Wissensshow eingebunden und bereits in den Probeläufen und ersten Umsetzungen zu Sympathieträgern geworden.

Zielgruppenadäquates Lexikon

Das Konzept sah vor, dass in einfacher Sprache Erklärungen in Zusammenhängen bereitgestellt werden sollten, um damit aktuelle Einblicke in das Thema für die breite Öffentlichkeit ermöglichen soll. Für das Lexikon wurde zunächst ein Basiswortschatz ausgearbeitet. Dazu wurden 11 Begriffe ausgewählt, die das Grundkonzept der Quantenphysik aufzeigen: Superposition, Verschränkung, Qubit, Photon, Laser, Bloch-Kugel, Interferenz, Dekohärenz, Welle, Teilchen, Zustand

Diese Begriffe wurden u.a. von allen in den Interviews vom PhotonLab / MCQST befragten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern genannt. Die Begriffserklärungen wurden auf Postkarten gedruckt und auf großen gelben Stelen öffentlich im Museumshof zugänglich gemacht. Aus der großen positiven Resonanz auf diese Weise Zugang zur Quantenwelt zu erhalten, entwickelte sich die Idee des „Rollenden Lexikons“, das über den Projektzeitraum mobil von einer Bildungsveranstaltung zur nächsten transportiert wird und dabei partizipativ um weitere Begriffe wächst. Fragen von Teilnehmenden wurden aufgegriffen und von ExpertInnen beantwortet und verschriftlich. Der besondere Vorteil dieses Konzeptes liegt auf der einen Seite darin, dass der Zugang zu einem komplexen Thema sehr einfach ermöglicht werden kann und gleichzeitig mit dem Medium eine Orientierung bietet, auf der anderen Seite begrüßten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei dieser Entwicklung den unmittelbaren Austausch mit Interessierten und deren Informations- und Verständnisstand.

Zu Projektende umfasst das „Rollende Lexikon“ einen Wortschatz von 43 Begriffen,

die ein Verständnis für Quantenphysik und Quantentechnologie vermitteln.

Arbeitspaket 3: Erprobung und Umsetzung

Die- Mitarbeiterschulungen erfolgten kontinuierlich entsprechend der entwickelten didaktischen Bausteine (Studentische Kräfte, MitarbeiterInnen im Freiwilligendienst) Die Erprobung und Umsetzung der Bausteine (teilweise mit Partnern) konnten im Rahmen dieser Veranstaltungen durchgeführt werden:

- 9. und 10. Juni 2021 Kinder-Kultur-Sommer – Der Museumshof wird zum „Quantenraum“. Ein Basiswortschatz wird zugänglich weithin sichtbar zur Erschließung eines eigenen Quantenalphabets (partizipativer Zugang)
- 8. bis 10. Oktober 2021 FORSCHA und Münchner Wissenschaftstage im Deutschen Museum Verkehrszentrum (mit PhotonLab, MCQST)
- Science Summer im Museumshof (August, September 2021)
- 18. und 19. September 2021: Eröffnungswochenende Deutsches Museum Nürnberg (Zukunftsmuseum)
- 17. Oktober 2021: Hi!A – Festival für Kunst und Forschung im Deutschen Museum
- 8. und 9. Dezember 2021: Innovationstage im Deutschen Museum München
- 23. und 24. März 2022: Fachseminars „Quantencomputer und Quantentechnologie Vision oder Wirklichkeit“ im Rahmen des Fachclustertreffen Mathematik, Naturwissenschaften der Hans-Böckler-Stiftung
- 7. April 2022: Frauen Technik Wissen, QUANTisch für AnfängerInnen
- 12. und 13. April 2022: Qubits-Sympathieträger Bastelwerkstatt Quant und Elequant

Arbeitspaket 4: Kommunikation

Mit der Umsetzung verschiedener Maßnahmen erhielt QUANTA eine hohe und dauerhafte Präsenz in der Öffentlichkeit. Die mit allen Partnern und dem Projektträger abgestimmte Kommunikation gab fortlaufend Einblicke in die Projektetappen, Ideen und Umsetzungen.

Zum Projektstart wurde eine eigene Projekt-Webseite erstellt:

<https://www.deutsches-museum.de/forschung/forschungsinstitut/projekte/detailseite/quanta>

Die Pressemeldung zum Projektstart: <https://idw-online.de/de/news767953>

Die koordinierte Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Partner erfolgte fortlaufend unter #QUANTA

Das Kommunikationsformat des Projektträger Quantentechnologien „5 Fragen an“ griff QUANTA auf: <https://www.quantentechnologien.de/artikel/silke-staehler-schoepf-und-berit-koerbitzer-ueber-quantenphysik-fuer-alle.html>

Zur koordinierten Bereitstellung der Medien und Materialien auch zu Kommunikationszwecken wurde eine Projekt-Cloud entwickelt

Arbeitspaket 5: Erprobung, Dokumentation

Die Projektergebnisse wurden fortlaufend dokumentiert.

Das Projektvorhaben hat als Lernendes System gezeigt, das in der Konstellation eine interdisziplinäre Zusammenarbeit für das wissenschaftliche wie gesellschaftlich hoch relevante Themenfeld Quantentechnologie ermöglicht wird. Darin liegt eine besondere Chance, mit verschiedenen Zielgruppen und einem ganzheitlichen Blick auf die Technologiepotenziale zu neuen Sichtweisen zu kommen.

Das Vorhaben griff die Potenziale der Technologien für die Gesellschaft auf und vermittelte ein ganzheitliches Verständnis. QUANTA zeigte, dass es so gelingen kann, dass Menschen aus unterschiedlichen Bereichen ein Grundverständnis entwickeln können und befähigt werden, sich am Dialog über und der Gestaltung von Anwendungen der Quantentechnologien zu beteiligen. Dazu trugen im Pilot die interdisziplinäre Konzeption und Gestaltung von diversen zukunftsbezogenen Vermittlungsformaten im Bereich der Quantentechnologien durch die Partner sowie deren Koordination und Vernetzung - und zweitens die Förderung des gesellschaftlichen Dialogs und der Reflexion über Chancen und Herausforderungen der Quantentechnologien bei. Die Aktivitäten flossen im innovativen Museumsstandort zusammen.

Ausgehend von Formaterfahrungen und Ergebnissen in dieser Pilotphase kann die Entwicklung weiterer Themenschwerpunkte und Programmformate erfolgen.

Teil III: Erfolgskontrollbericht

1. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen, auch zwecks Evaluierung von Förderprogrammen/-schwerpunkten/-konzepten

Das Projektvorhaben nimmt Bezug auf die Fördermaßnahme: **Quantum aktiv – intuitive Outreachkonzepte für die Quantentechnologien**

Diese ist Bestandteil des Rahmenprogramms: Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt. Das Verbundvorhaben hat das Thema Quantentechnologien aus verschiedenen Perspektiven heraus betrachtet und aufgezeigt. Durch gemeinsame Maßnahmen wurden integrierte, vernetzte Wissenschaftskommunikation und Bildungsprogramm entwickelt und so die Ziele der Fördermaßnahme und des Förderprogramms aufgegriffen, Quantentechnologien möglichst vielen Menschen näherzubringen und begreifbar zu machen. Insbesondere wurde ein kreativer und involvierender Zugang zu dieser Zukunftstechnologie ermöglicht.

2. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens im Vergleich zu den ursprünglichen Zielen, erreichte Nebenergebnisse und gesammelte wesentliche Erfahrungen

Für das Thema Quantentechnologien besteht und entwickelt sich ein verstärktes Interesse. Wie gedacht ist das Deutsche Museum ein herausragender Ort, um die breite Öffentlichkeit und die Zielgruppen Kinder, Jugendliche, Studierende zu erreichen und Forschungspartner einzubinden und deren Forschungsvorhaben zu präsentieren und zugänglich zu machen.

3. Fortschreibung des Verwertungsplans

a) Erfindungen, Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte, die vom Zuwendungsempfänger oder von am Vorhaben Beteiligten gemacht oder in Anspruch genommen wurden sowie deren standortbezogene Verwertung (Lizenzen u.a.) und erkennbare Verwertungsmöglichkeiten

Trifft nicht zu

b) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - z.B. auch funktionale/wirtschaftliche Vorteile gegenüber Konkurrenzlösungen, Nutzen für verschiedene Anwendergruppen/-industrien am Standort Deutschland, Umsetzungs- und Transferstrategien (Angabe sowie die Art des Vorhabens dies zulässt)

Trifft nicht zu

c) Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende (mit Zeithorizont) - u.a. wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können. Dabei ist auch eine etwaige Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen, Firmen, Netzwerken, Forschungsstellen u.ä. einzubeziehen

Die Ergebnisse und Erfahrungen können unmittelbar in einem (möglichen und gewünschten) Anschlussprojekt zum Pilotprojekt weiter aufbereitet und genutzt werden. Mit der Präsentation des Projekts QUANTA in der Öffentlichkeit ist über das Projekt hinaus großes Interesse (Studierende, Stiftungen, PUSH QUANTUM) entstanden. Nach Projektende wurden die entwickelten Vermittlungsformate bereits beim großen Eröffnungswochenende des Neuen Deutschen Museums (30.000 Menschen) und beim Eröffnungsfestival des Forums der Zukunft im Juli 2022 eingebracht. Eine dauerhafte Verwendung sowie die Weitergabe an Multiplikatoren und in die angeschlossenen Netzwerke ist vorgesehen (Folgeprojekt).

d) Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse.

Es bestehen vielfältige und konkrete Ideen für **Folgeprojekte** mit den Partnern:

Eine weitere Verwertung und Aufbereitung der entwickelten Medien und Bausteine aller Partner in eigene und vernetzte Formate wird angestrebt.

Das Projektvorhaben hat ein großes Interesse bei Studierenden gezeigt. Die verstärkte Einbindung von Studierenden in die Weiterentwicklung und Präsentation für eine breite Öffentlichkeit, die Verzahnung mit Studiengängen und die Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines universitären Praxisbausteins für die Wissenschaftskommunikation ist vielversprechend.

Ausgehend vom Pilotprojekt soll die Erforschung von Methoden zur Vermittlung abstrakter Forschungsinhalte am Beispiel von Quantentechnologien erfolgen.

Ein großes Interesse besteht an der Fortsetzung des Dialogs mit der Öffentlichkeit, das Wecken von Interesse bei zukünftigen Studierenden und Fachkräften sowie in der breiten Bevölkerung, auch über ein ohnehin technisch interessiertes Publikum hinaus.

4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Trifft nicht zu

5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer – z.B. Anwenderkonferenzen

Ausgewählte Vermittlungsformate können z.B. auf Konferenzen präsentiert werden (bereits erfolgt beim BMBF Fachkongress Quantensysteme, 21.6.2022, Berlin)

6. Einhaltung der Ausgaben-/Kosten und Zeitplanung

Die Planung konnte eingehalten werden.

Impressionen:



Der Prototyp eines **Quantencomputers** von IQM im Deutschen Museum Zukunftsmuseum
Foto Irina Pasdarca



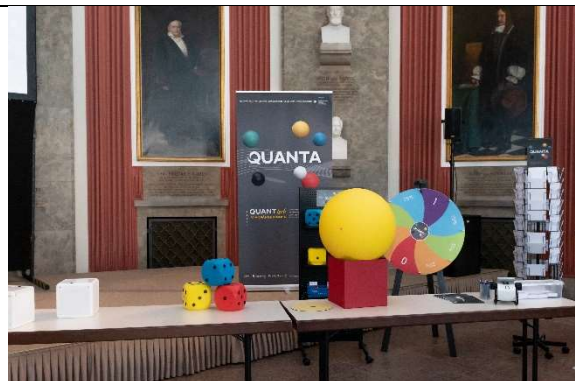
Grundlegende Begriffe der Quantenphysik und Quantentechnologie im **Rollenden Lexikon**
Foto Irina Pasdarca



Eingangsbildschirm zur GiQUANTischen Wissensshow – interaktiv, informativ, multimedial



Erprobung ausgewählter Formate bei den Münchner Wissenschaftstagen 2021
Foto: Deutsches Museum, Gabriele Kramer



Präsentation ausgewählter Vermittlungsbausteine
Foto Irina Pasdarca



Erprobung ausgewählter Formate mit Stipendiaten der Hans-Böckler-Stiftung
Foto Irina Pasdarca



Bastelwerkstatt Quant und EleQuant
Foto Irina Pascarca



Aufregende Zeiten in den Quantentechnologien –
Programm mit dem BMBF
Foto: bundesfoto/Kurc/BMBF



Etappe im Zukunftsdialog – Hybride
Veranstaltung mit Fraunhofer ISI, MCQST, IQM
und PhotonLab im Deutschen Museum
Foto: Irina Pascarca



QUANTA mit Rollendem Lexikon und Quantenwürfel
am Stand des BMBF bei der World of PHOTONICS /
World of Quantum
Foto: bundesfoto/Kurc/BMBF



Für Kinder und Jugendliche: Der Museumshof
wurde zum öffentlichen Quantenraum
Foto Irina Pascarca



Qubits, Superposition und Verschränkung werden
mit QUANTA erfahrbar
Foto Irina Pascarca