

## Kompetenzlevel für das European Competence Framework for Quantum Technologies

Franziska Greinert\*, Rainer Müller\*

\*Technische Universität Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften  
f.greinert@tu-braunschweig.de

### Kurzfassung

Mit der Entwicklung moderner Quantentechnologien zur Industriereife ergibt sich ein neuer Bedarf an Fachkräften, die beispielsweise Quantensensoren bedienen oder Quantenalgorithmien an bestimmte Anwendungsfälle anpassen können. Im europäischen Quantum Flagship Koordinierungsprojekt QUCATS wird die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften im Bereich der Quantentechnologien vorangetrieben. Dabei bietet das European Competence Framework for Quantum Technologies eine gemeinsame „Sprache“, eine Orientierungshilfe für die Planung und den Vergleich von Bildungsangeboten. Thematisiert wird das Feedback zu Version 1.0 und die Weiterentwicklung zu Version 2.0 des Frameworks, konkret die Ergänzung von Beschreibungen der Proficiency Levels, und weitere Aktivitäten im Projekt QUCATS, insbesondere Competence Types als Grundlage für Interviews zu Industriebedarfen und der Ausblick auf ein europäisches Zertifizierungsschema.

### 1. Einleitung

Quantentechnologien (QT) gewinnen rasant an Relevanz und damit ergeben sich neue Anforderungen an Quanten-Fachkräften [1]. Für Europa werden die Aktivitäten zum Aufbau einer Quantum Workforce durch das Quantum Flagship und das zugehörige Koordinierungs- und Unterstützungsprojekt QUCATS [2] vorangetrieben. Dort wird unter anderem die Arbeit aus dem Projekt QTedu CSA [3] weiter geführt, in dem eine erste Version des European Competence Framework for Quantum Technologies zusammengestellt wurde [4].

Version 1.0 des Competence Framework war stark auf Inhalte fokussiert. Für die Verwendung als Grundlage für die Planung oder den Vergleich von Bildungsaktivitäten ist eine weitere Dimension erforderlich: Proficiency Levels. In der ersten Version wurden bereits die Level A1 bis C2 eingeführt, jeweils mit einem Schlagwort aus dem DigCompEdu Framework [5], das auch generell als Vorlage für ein Competence Framework bei der initialen Zusammenstellung verwendet wurde. Diese Levelbezeichnungen sind aus dem Sprachenlernen [6] bekannt. Sie dienten bereits in der Betaversion der Qualification Profiles [7] als erste Einordnung zur Abstufung der Qualifikationen in verschiedenen Bereichen, um so unterschiedliche Profile abzubilden. Ein Profil ist eine Art Prototyp der Qualifizierung, die eine Person etwa durch ein Studium oder Weiterbildungen erreichen kann.

Bei der Zusammenstellung der Qualification Profiles durch Interviews erwiesen sich die fehlenden Levelbeschreibungen und entsprechend unterschiedliche subjektive Vorstellungen von den Levels als eine

große Hürde. Ihre Ergänzung ist die wohl wichtigste Neuerung der Version 2.0 des Competence Frameworks [8], die im April 2023 unter doi: [10.5281/zenodo.7827254](https://doi.org/10.5281/zenodo.7827254) veröffentlicht wurde.

Erste Level-Formulierungsversuche, eigene Erfahrungen aus dem Umgang mit dem Framework – etwa aus dem Entwicklungsprozess der Qualification Profiles – und einige Rückmeldungen von Nutzenden des Frameworks zeigten Aktualisierungsbedarfe sowohl in der Struktur bzw. Anordnung der Themen als auch der Themen selbst.

Im Folgenden werden zunächst die Feedbacksammlung und die zugehörige Aktualisierung der vorwiegend inhaltlichen Dimension des Frameworks dokumentiert, bevor in Kapitel 3 die strukturelle Aktualisierung mit der Ergänzung von „Key skills“ und in Kapitel 4 die Erweiterung um Levelbeschreibungen und Beispiele vorgestellt werden. Ergänzt wird die Arbeit am Framework durch eine auf Interviews basierende Industry Needs Analysis, für die die in Kapitel 5 vorgestellten Competence Types zusammengestellt wurden. Der Ausblick schaut auf die künftige Verwendung des Frameworks in verschiedenen Projekten, insbesondere als Grundlage für ein europäisches Zertifizierungsschema.

### 2. Feedbacksammlung, inhaltliche Aktualisierung

#### 2.1. Feedback zu Version 1.0

Das Framework wird als ein lebendes Dokument vorgestellt, zu dem jederzeit Rückmeldungen gegeben werden können, um so zur nächsten Version beizutragen. Im Anschluss an die Veröffentlichung der Version 1.0 sind wertvolle Rückmeldungen, Vorschläge und Kommentare eingegangen.

Besonders hilfreich war das Feedback einer Gruppe aus einem Quantenforschungszentrum, die viele Änderungen und Umstrukturierungen für die Bereiche 5 (im Vorschlag „Quantum Algorithms and Software“) und 7 (im Vorschlag „Quantum Communication and Cryptography“) angeregt hat, sowie einige Vorschläge für den ersten Bereich der Grundlagen gemacht, etwa eine neue Unterdomäne für die Grundlagen der Informatik vorgeschlagen.

In einer zusätzlichen Anmerkung erklärt der Kontakt:

*I'm receiving a lot of feedback from computer scientists that the framework is heavily focused around experimental physics (how to build a quantum computer). The small part on actual usage (software stack, applications of the QC) looks like a good start, but also has it's weakness as it seems to be based heavily on classical courses (like Nielsen and Chuang's book), which after 20 years of rapid developments are considered heavily outdated in our field. [...]*

*I think the 'software/application' part should get a lot of relative attention: it seems reasonable to me that, in a healthy ecosystem, many more people should be **users** of the computer compared to the number of people employed to **build** the device. Looking at our educational goals, and the number of people we aim to educate in the next couple of years, I think this difference should also be apparent. That's why we'd really like to see a clear structure in the software-aspects of the framework, that sits closely to what we expect from future software developers and end-users.*

Dies lieferte den Ausgangspunkt für die Umstrukturierung der jeweiligen Bereiche und weist auch auf die Notwendigkeit des Unterbereichs „Computers and Software“ (3.5 in Version 2.0) und der Aufmerksamkeit für die High-Level-Quantenprogrammierung hin. Für den Bereich der Kommunikation hat ein anderes Unternehmen ebenfalls viele konkrete Vorschläge für Ergänzungen gemacht. Zudem wurde die Verschiebung der grundlegenden Kommunikations-Hardware in einen allgemeinen Hardwarebereich (Bereich 4) – also nicht mehr nur Hardware für Computer und Sensoren – vorgeschlagen.

Ein Kommentar bezog sich auf den Bereich der Quantensensorik und schlug vor, die allgemeinen Grundlagen für diesen Bereich zu ergänzen, um z. B. die fundamentalen Grenzen der Quantensensorik aufzugreifen. Eine andere Person machte auf Fähigkeiten aufmerksam, die in dem von der Physik dominierten QT-Bereich oft unterschätzt werden, z.B. Software-Architekturen, Qubit-Kontrolle und Systemintegration. In anderen Kommentaren wurde diskutiert, ob der Teilbereich 1.3, „Qubit dynamics“, geeignete bezeichnet und passend eingeordnet ist. Es wurden zahlreiche konkrete Ergänzungen oder Verschiebungen vorgeschlagen und auch auf unterrepräsentierte As-

pekte wie Quantum Machine Learning und chemische Simulationen hingewiesen. Darüber hinaus war die Bedeutung der Verbindungslinien unklar und führte zu Irritationen.

## 2.2. Weitere Überarbeitungsgrundlagen

Während der Sitzungen der QTedu Working Groups im März 2022 wurde in Online-Umfragen schnelles Feedback zum Framework und den Qualification Profiles gesammelt. Die Details sind im QTedu CSA Projekt Ergebnis D3.3 „Report outlining community consensus on Competence Framework on Quantum Technology – Lessons learned, recommendations for further research, and a roadmap for future development“ dokumentiert [9].

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Etwa ein Jahr nach der Veröffentlichung des Frameworks wussten zwei von drei Community-Mitgliedern von dessen Existenz. Viele von ihnen haben es bereits genutzt, z. B. zur Planung und Strukturierung in verschiedenen Projekten und Anträgen, oder planen, es in Zukunft zu nutzen. Bei der Bewertung des Gesamteindrucks des Frameworks überwiegend eindeutig die guten Eindrücke. Kritisiert wurde, dass das Framework Version 1.0 hauptsächlich inhaltsbasiert ist, während für die Entwicklung/Anpassung oder Abbildung von Bildungsaktivitäten die Kompetenzen wichtiger seien.

Diese Rückmeldungen und weitere Eindrücke, z. B. aus den Interviews zu den Qualification Profiles, waren die Hauptquellen für die Überarbeitung des Frameworks. Hinzu kamen eigene Erfahrungen aus zwei weiteren Jahren Arbeit im Bereich der QT Didaktik einschließlich eines einführenden Lehrbuchs zur QT für Ingenieure bzw. allgemein für Personen ohne starken Physik-Hintergrund [10], sowie die Sichtung verschiedener Bildungsmaterialien.

## 2.3. Feedback im Überarbeitungsprozess

Ein Entwurf für das aktualisierte Framework wurde zunächst innerhalb eines kleinen QUCATS-Expertenteams weiter diskutiert und bearbeitet. Zusätzlich wurden einzelne Externe zu konkreten Fragen bzw. Framework-Bereichen konsultiert und ein größeres QUCATS-Team einbezogen. Schließlich wurde ein letzter Entwurf an ausgewählte Kontakte und Interessierte aus der QTedu Community, die dieses Interesse bei den oben genannten Working Group Meetings bekundet hatten, für Feedback versendet. Damit wurden rund 50 Personen um Feedback gebeten und fünf schriftliche Rückmeldungen erhalten, die in die neue Framework-Version eingearbeitet wurden.

Darüber hinaus wurden die QTedu-Community und andere Interessierte, insbesondere alle diejenigen, die den Quantum Flagship Newsletter erhalten, zu zwei Online Diskussionstreffen im März 2023 eingeladen. Bei diesen zweistündigen Treffen wurden die Änderungen und Ergänzungen des Framework-Entwurfs vorgestellt, bevor die Teilnehmenden um ihre Ein-

schätzungen und Anregungen gebeten wurden. Dieser Input wurde auf einem digitalen Whiteboard gesammelt, auf dem auch der Entwurf zusammengestellt und gezeigt wurde. Die Feedbackanfrage bezog sich explizit nicht nur auf Ergänzungen, sondern auch auf Umsortierungen und Umformulierungen, sowie Möglichkeiten zur Kürzung des Frameworks und der Frage nach Unklarheiten. Hieran beteiligten sich 17 Personen, gaben Feedback und diskutierten, wie das gegebene Feedback in das Framework eingearbeitet werden kann. Dies führte zu mehreren Ergänzungen oder Änderungen einzelner Begriffe sowie zu einigen Verschiebungen im Framework.

Wenngleich die in Kapitel 4 thematisierten Levelbeschreibungen sowie die ebenfalls neue ergänzten „Key skills“ bei den Meetings und der Feedbackanfrage eingeschlossen waren, kam zu diesen nahezu keine Rückmeldung. Ihre Evaluation und Überarbeitung werden ein wichtiger Aspekt der nächsten Version des Frameworks, die für 2024 vorgesehen ist.

### 3. Strukturelle Änderungen und Ergänzung der Key skills

Durch die Arbeit an Beschreibungen der Proficiency Levels und Beispiele für einzelne (Teil-)Bereiche des Frameworks haben sich Bedarfe zur Umstrukturierung ergeben. Beispielsweise haben die Anwendungsbereiche 5, 6 und 7 eine klarere Struktur bekommen, beginnend mit den Grundlagen und mit eigenen Unterbereichen für die Anwendungsfelder. Die bisherigen „Practical and soft skills“ wurden stark überarbeitet, praktische Fähigkeiten in die zugehörigen Bereiche eingeordnet und ggf. über die neuen „Key skills“ verdeutlicht. Der Bereich 8 wurde zu „Valorisation“ (Wertschöpfung), s. Abb. 1. In ihm finden sich neue Unterbereichen zur Industrielandschaft, dem eigenen Business, dem Einfluss sowie Verantwortung und Bewusstsein, in dem auch „Education and Training“ verortet ist.

Auch die Grobstruktur mit den drei Blöcken wurde überarbeitet. Der Grundlagen-Block aus den Berei-

chen 1 und 2 bleibt bestehen, aber die Grenze der anderen beiden Blöcke ist verschoben. Statt die „Practical and Soft skills“ abzugrenzen, ist die neue Grenze an der Supply Chain orientiert. Die eine Seite formen die Bereiche 3 und 4, die „Core device technologies“ mit den Technischen Grundlagen und Komponenten, die andere Seite „QT systems and applications“ umfasst die drei Säulen der QT, Computing (Bereich 5), Sensorik (6) und Kommunikation/Netzwerke (7) sowie den oben diskutierten Bereich 8 „Valorisation“.

Eine neue Seite in Version 2.0 verdeutlicht diese Struktur, auch mit einer Darstellung der Supply Chain. Für jeden Block wird hier eine Beschreibung geliefert, die verdeutlicht, welche Themen und Fertigkeiten in welchen Block gehören. Dies wird durch die „Key skills“ unterstützt. Sie geben mit einem Schlagwort und einer kurzen Beschreibung an, welche Fertigkeiten in den drei Blöcken verortet sind und bereichern so die acht themenorientierten Bereiche des Frameworks.

Diese Blöcke sind durch Pfeile mit der Beschriftung „Background“ und „From component to application“ versehen. Sie zeigen die Abhängigkeiten der Blöcke und ersetzen die einzelnen Verbindungslinien der Bereiche, die sich in Version 1.0 als schwer verständlich zeigten.

Mehr Details zu diesen Änderungen finden sich in [11], ebenso wie weitere Hintergründe zu den Levelbeschreibungen im folgenden Kapitel.

### 4. Beschreibungen der Proficiency Levels

In der alten Framework-Version wurden für die Proficiency Level lediglich die Bezeichnungen A1 bis C2 (wie im Sprachenlernen) sowie jeweils ein Schlagwort (aus DigCompEdu) angegeben. Zur Formulierung von Beschreibungen der Level gibt es verschiedene Ansätze. Wie in [11] dokumentiert, basieren die QT Levelbeschreibungen auf denen aus dem European Qualification Framework (EQF) [12] mit Fokussierung auf die beiden Aspekte „Knowledge“ (Wissen) und „Skills“ (die Fähigkeit etwas zu tun).

Diese Beschreibungen werden durch Hinweise ergänzt, wie das entsprechende Level erreicht werden kann. Über das EQF sind die Level B2, C1 und C2 mit Bachelor, Master und Promotion verknüpft, sodass diese als eine Möglichkeit zum Erreichen des Levels genannt werden. Alternativen wie Projektarbeit im Bereich von Forschung und Entwicklung werden ebenfalls aufgeführt, um zu verdeutlichen, dass der akademische Weg nicht die einzige Möglichkeit ist, diese hohen Level zu erreichen. Für das erste Level lautet diese lange Beschreibung mit all den genannten Komponenten:

A1 Awareness (*up to a few hours of instruction or self-study*)

K: Basic idea (phenomena-oriented) of related concepts and functionalities, know basic vocabulary, overview of possibilities, challenges and limitations.



Abb. 1: Der neue Bereich 8 aus [8].

S: Ability to reproduce solutions for small problems, operate a device or run an algorithm after instruction.

Neben jeder dieser langen Levelbeschreibungen wird auch ein Beispiel bereitgestellt, um die Übertragung der allgemeinen Levelbeschreibungen auf (Teil-)Bereiche des Frameworks zu illustrieren. Dort heißt es etwa:

A1 Awareness *in concepts and foundations (1)*

K: Basic idea (phenomena-oriented) of the fundamental quantum concepts and vocabulary such as superposition and entanglement, challenges in measurement and through decoherence, and basic mathematical notation of quantum states.

S: Ability to explain the basic idea of a QT and its potential.

Zusätzlich zu der langen Fassung und dem Beispiel wird auch eine Kurzfassung der Levelbeschreibungen bereitgestellt, sodass die langen Fassungen und Beispiele zum „Erlernen“ des Levelsystems dienen, während die Kurzfassungen dann in der Nutzung einfach und schnell verwendet werden können. Das oben beispielhaft genannte Level wird dort kurz folgendermaßen beschrieben:

A1 Awareness *(a few hours)*

Basic idea, overview of possibilities and limitations, reproduce solutions, operate a device or run an algorithm.

Die Kurzfassungen für alle sechs Level zeigt Abb. 2.

## 5. Competence Types

Ein weiterer Ansatz aus dem QUCATS Projekt sind die Competence Types. Diese sind nicht Teil der Version 2.0 des Competence Frameworks sondern werden im Laufe des Jahres 2023 erprobt. Für eine Industry Needs Analysis für QUCATS werden in Interviews die (künftig erwarteten) Bedarfe der Industrie an Fachkräften erhoben. Zur Strukturierung der verschiedenen Rollen, die dabei auftreten, werden die Competence Types als Gesprächsgrundlage in den Interviews verwendet. Sie gliedern die Rollen im Zusammenhang mit QT in drei Typen:

- A1** **Awareness** *(a few hours)*  
Basic idea, overview of possibilities and limitations, reproduce solutions, operate a device or run an algorithm.
- B1** **Adaptation** *(few weeks course)*  
Specialised knowledge in a subdomain, awareness of its boundaries, explain complex functionalities, adapt approaches for concrete settings.
- C1** **Specialisation** *(longer research project)*  
Highly specialised knowledge, critical awareness of interconnections, new solutions and methods, combine and integrate approaches.

- a) Build, develop: Komponenten oder Anwendungen (Geräte oder Programme) bauen, erstellen oder (weiter-)entwickeln.
- b) Use, adapt: Fertige Anwendungen nutzen oder anpassen, verschiedene Anwendungen zusammenführen um neue Anwendungsfälle zu erschließen.
- c) Overview, communicate: Die Grundidee, Möglichkeiten und Grenzen kennen, verschiedene Anwendungen und Anwendungsfälle vergleichen und passend zusammen bringen.

Diese drei Typen dienen als erste Orientierung und können als Anfang und Ende der Supply Chain, sowie dem „dazwischen“ angesehen werden. Insbesondere der Typ „dazwischen“ ist für viele von großem Interesse, ermöglicht er doch erst eine produktive Zusammenarbeit.

Für jeden Typen sind in Abb. 3 drei Level formuliert. In den Interviews werden sie durch Beispiele ergänzt, in denen konkrete Technologien oder Anwendungen betrachtet werden. So dient dieses Schema als Gesprächsgrundlage: Die Teilnehmenden sollen die für ihr Unternehmen relevanten Typen und Level identifizieren, es gemäß des Beispiels für ihre Situation ausformulieren und die Rahmenbedingungen zum Erreichen entsprechender Fachkräfte angeben. Hier wird beispielsweise ermittelt, wo Bedarfe an Studiengängen, Fortbildungen oder Selbstlernmaterialien bestehen und wie diese aussehen sollten.

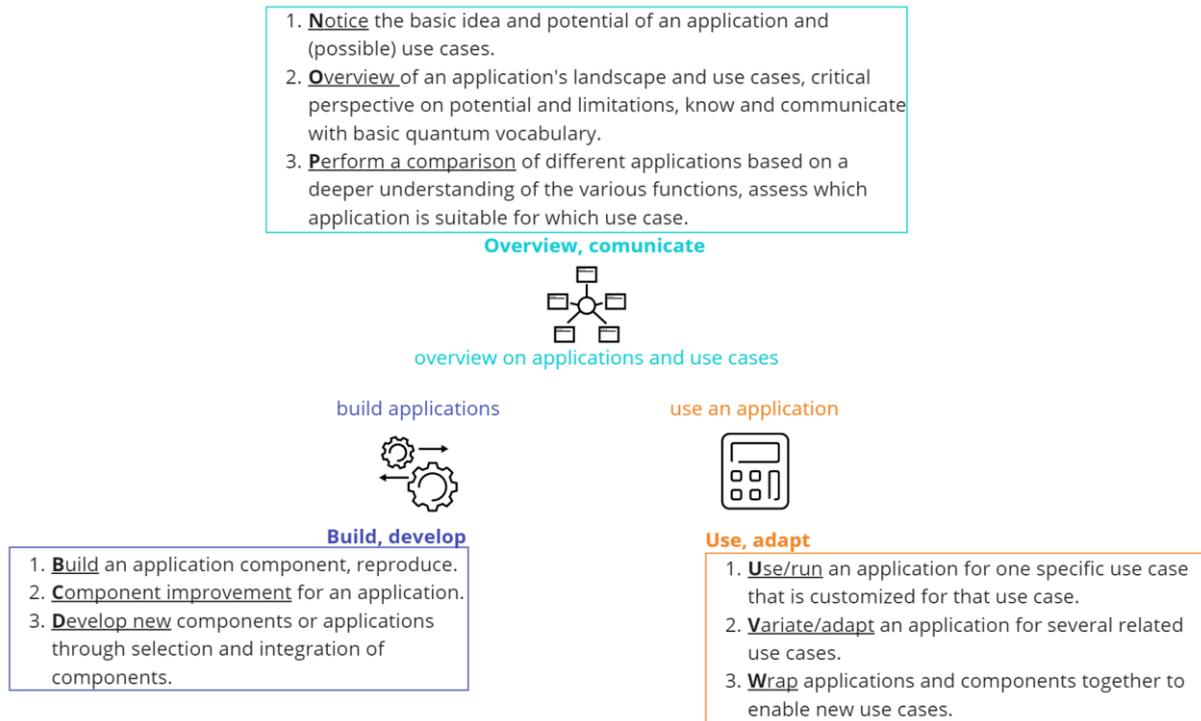
In den ersten Interviews wurde das Schema der Competence Types gut angenommen, Ergänzungen oder fehlende Rollen bisher nicht aufgebracht, wenngleich teilweise ein Mix aus zwei Typen bzw. eine Ergänzung um den Overview-Typen thematisiert wurde. Weitere Interviews, die entsprechende Anpassung der Typen und ggf. Zusammenführung mit dem Competence Framework stehen aus.

## 6. Ausblick: Zertifizierungsschema

Durch die Kombination der inhaltsorientierten Framework-Bereiche mit den Proficiency Levels lassen sich Bildungsaktivitäten aber auch persönliche Qualifizierungen oder Stellenanforderungen abbilden und vergleichen. Wie gut dies in der Praxis funktioniert und welche Anpassungen und Überarbeitungen nötig werden, muss sich noch zeigen. Rückmeldungen sind jederzeit herzlich willkommen.

- A2** **Exploration** *(a few days)*  
Knowledge of fundamentals or landscape of approaches, describe functionalities, read and interpret an algorithm or a description.
- B2** **Expertise** *(short research project)*  
Advanced knowledge, critical perspectives, assessment of consequences, adapt or develop solutions for real-world use cases, identify possible use cases.
- C2** **Innovation** *(long-year experience with R&D)*  
Most advanced knowledge, interconnections, develop innovative solutions, evaluate and assess, extend and redefine professional practice.

Abb. 2: Kurzfassung der Proficiency Level Beschreibungen aus [8].



**Abb. 3:** Competence Types, Entwurf von März 2023.

Zum Einsatz kommt das Framework unter Anderem in zwei EU Projekten, DigiQ [13] und QTIndu [14], deren Fokus auf der Entwicklung und Bereitstellung von Master-Programmen und Industrie-Training liegt. Zudem wird es im Rahmen von QUCATS im European Quantum Readiness Center (EQRC) verwendet. Das EQRC ist die virtuelle Institution zum Vorantreiben der Gesellschaft und Fachkräftebildung im QT Bereich [15]. Das Framework bietet dabei die Grundlage zur Standardisierung, als gemeinsame Sprache und als Rahmen zur Einordnung.

Der Standardisierungsaspekt wird in QUCATS auch in Hinblick auf Fort- und Weiterbildungen verfolgt. Mit einem Zertifizierungsschema sollen die zahlreichen Lehrgänge und Programme, die aktuell von verschiedenen Anbietern entwickelt und angeboten werden, vergleichbar gemacht werden. So soll am Ende eines solchen Kurses nicht nur ein Zertifikat oder eine Bescheinigung mit einem mehr oder weniger nichtsagenden Titel stehen, sondern über das europäische Schema des Quantum Flagship eine internationale Referenz geboten und so Vergleichbarkeit und die Möglichkeit zur Anerkennung verschiedener Abschlüsse gegeben werden.

## 7. Literatur

- [1] F. Greinert, R. Müller, P. Bitzenbauer, M. S. Ubben, und K.-A. Weber, „Future quantum workforce: Competences, requirements and forecasts“, 2023, erscheint in Phys. Rev. Phys. Educ. Res. doi: [10.48550/arXiv.2208.08249](https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.08249).
- [2] European Commission, „Quantum Flagship Coordination Action and Support: QUCATS Project“, [cordis.europa.eu/project/id/101070193](https://cordis.europa.eu/project/id/101070193) (Stand 5/2023).
- [3] QTedu CSA, [qtedu.eu/](https://qtedu.eu/) (Stand 5/2023).
- [4] F. Greinert und R. Müller, „Competence framework for quantum technologies: methodology and version history“. Publications Office of the European Union, 2021, doi: [10.2759/130432](https://doi.org/10.2759/130432).
- [5] C. Redecker und Y. Punie, „European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu“. Publications Office of the European Union, 2017. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770> (Stand 4/2023)
- [6] Council of Europe, Hrsg., Common European framework of reference for languages: learning, teaching, assessment - companion volume. Strasbourg: Council of Europe Publishing, 2020.
- [7] F. Greinert und R. Müller, „Qualification Profiles for Quantum Technologies“, Zenodo, 2022, doi: [10.5281/zenodo.6834686](https://doi.org/10.5281/zenodo.6834686).
- [8] F. Greinert und R. Müller, „European Competence Framework for Quantum Technologies“, Zenodo, 2023, doi: [10.5281/zenodo.7827254](https://doi.org/10.5281/zenodo.7827254).
- [9] CORDIS und European Commission, „Coordination and Support Action for Quantum Technology Education (QTedu, Horizon 2020): Results“, 2022. <https://cordis.europa.eu/project/id/951787/results> (Stand 5/2023).
- [10] R. Müller und F. Greinert, „Quantentechnologien: Für Ingenieure“, De Gruyter Oldenbourg, 2023. doi: [10.1515/9783110717211](https://doi.org/10.1515/9783110717211).

- [11] F. Greinert, R. Müller, S. Goorney, J. Sherson, und M. Ubben, „Towards a Quantum Ready Workforce: the updated European Competence Framework for Quantum Technologies“. 2023, eingereicht.
- [12] European Commission, Hrsg., The European Qualifications Framework: supporting learning, work and cross-border mobility: 10th anniversary, 1st edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. doi: [10.2767/750617](https://doi.org/10.2767/750617).
- [13] J. Sherson und S. Goorney, „DigiQ“, Digitally Enhanced Quantum Technology Master, [digiq.eu/](https://digiq.eu/) (Stand 5/2023).
- [14] Quantum Flagship, „QTIndu: Making European Industry Quantum-Ready“, Quantum Technology Courses for Industry, [qt.eu/news/2023/2023-01-18\\_qtindu-making-european-industry-quantum-ready](https://qt.eu/news/2023/2023-01-18_qtindu-making-european-industry-quantum-ready) (Stand 5/2023).
- [15] J. Sherson und S. Goorney, „European Quantum Readiness Center“, [quantumready.eu/#/](https://quantumready.eu/#/) (Stand 5/2023).

### **Förderung**

This *work* is part of a project that has received funding from the *European Union's Horizon Europe research and innovation programme* under grant agreement No 101070193. 

This publication reflects only the views of the authors, the European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.