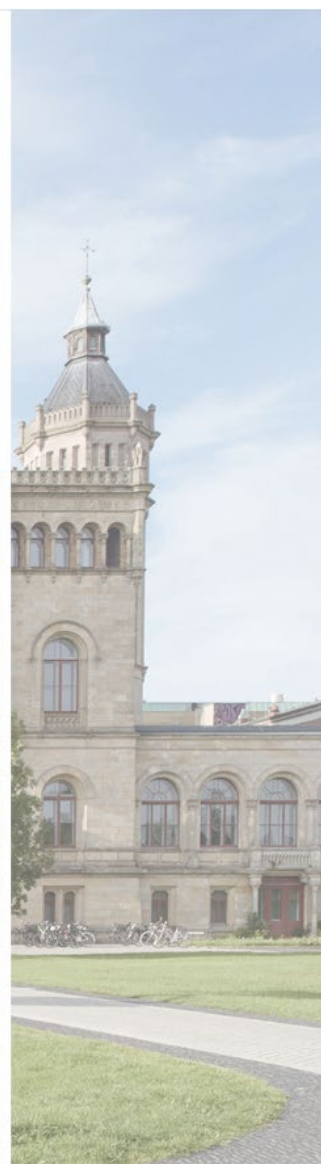


LQL-Qualitätsbericht Quantum Engineering 2022



LQL-Qualitätsbericht, hier: LQL-Review der Evaluationseinheit M. Sc. Quantum Engineering (Neueinrichtung zum Wintersemester 2022/23)

Stand: 22.07.2022, Verleih des LQL-Siegels: 08.06.2022, Auflagenfrist: 30.09.2022

Profil des Studienprogramms

- M. Sc. Quantum Engineering

ECTS und Studiendauer: 120, 4 Semester

Studienform: Vollzeit

Profil des Masterstudiengangs: forschungsorientiert

Der Studiengang wird in Kooperation mit der Technischen Universität Braunschweig angeboten.

Ein erfolgreicher Abschluss im M. Sc. Quantum Engineering eröffnet Absolventinnen und Absolventen einerseits den direkten Start ins Berufsleben im Feld der Quantentechnologien, andererseits bilden die vermittelten Kompetenzen eine hervorragende Grundlage für weiterführende Forschung im akademischen Umfeld, beispielsweise im Rahmen eines Promotionsstudiums. Im Schwerpunkt vermittelt der neue Studiengang *Quantum Engineering* Kenntnisse in allen Säulen der Quantentechnologien.

Das Curriculum ermöglicht den Studierenden den Aufbau einer breiten Basis an Grundlagenkenntnissen. Durch zusätzliche Quantum-Engineering-Kompetenzen, die einerseits aus vertiefenden Spezialvorlesungen vor allem aus dem Exzellenzcluster *QuantumFrontiers* bestehen und Spielraum für individuell wählbare Schwerpunkte lassen und andererseits durch praxisorientierte Module in Elektronik, Regelungstechnik und Optik ergänzt werden, bietet der Studiengang einen klaren Mehrwert und ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber dem „klassischen“ Physikstudium. Ein semesterübergreifendes Programmiermodul vermittelt notwendige Grundlagen in Datenauswertung, Echtzeitkontrolle von Experimenten sowie eine Einführung in Simulationen. Eingebettet in das Umfeld des Clusters *QuantumFrontiers* sowie das *Quantum Valley Lower Saxony* werden so künftig Quanteningenieurinnen und -Ingenieure ausgebildet, die in industrieller und universitärer Forschung und Entwicklung Quantentechnologien an den Markt bringen.

Absolventinnen und Absolventen mit erfolgreichem Abschluss

- besitzen grundlegende Kenntnisse der theoretischen und experimentellen Grundsätze in allen Säulen der Quantentechnologien: Kommunikation, Simulation, Sensorik und Computation,
- besitzen die Fähigkeit, wissenschaftliche Zusammenhänge zu analysieren und kritisch einzuordnen,
- können technologische Fachkenntnisse über einzelne spezifische Anwendungsfelder nutzen, um quantentechnologische Lösungen aus dem Grundlagenlabor in die Praxis zu transferieren
- sind dazu befähigt, typische Simulationen und Datenanalysen im Feld der Quantentechnologien durchzuführen,
- können Digitalelektronik sowie Kontrollsysteme programmieren und bedienen und bei Bedarf anpassen und weiterentwickeln,
- können überfachlich den Wissenschaftsprozess vom Lehrbuch über den Bildschirm, vom optischen Tisch über die Werkbank bis hin zur Publikation, anwenden

	• und haben über die reine Forschungsarbeit hinaus Methoden zur zielgerichteten Darstellung und Präsentation eigener und dritter Ergebnisse erlernt. Nähere Informationen zu den Studiengängen finden Sie hier: • Studiengangsw Webseite der Fakultät für Mathematik und Physik • Studienangebotsseiten der LUH • Hochschulkompass
Einbettung in die Leibniz Universität Hannover	Fakultät für Mathematik und Physik: https://www.maphy.uni-hannover.de/
Ansprechpersonen in der Fakultät	• Studiendekan der Fakultät für Mathematik und Physik: Prof. Dr. Detlev Ristau • Studiengangskoordination im Studiendekanat: Axel Köhler (Fakultät), Jana.Lee Steenbock (QUEST-LSF)
Grund und Format der Qualitätsprüfung	LQL-Review (Erstakkreditierung) im Rahmen des Leibniz Qualität in der Lehre LQL-Programms. Bei dem LQL-Review zum M. Sc. Quantum Engineering handelte es sich um die Betrachtung eines neu einzurichtenden Studiengangs an der Fakultät für Mathematik- und Physik. Entsprechend der überarbeiteten, im Dezember 2020 verabschiedeten LQL-Ordnung erfolgte die Erstakkreditierung im Rahmen eines alternativen Verfahrens (§3,10) als Begutachtung während der Konzeptionsphase. Verfahrensunterlagen mit dem Planungsstand zum Akkreditierungszeitpunkt wurden im November 2021 eingereicht. Der Vergabe des LQL-Siegels ging eine formale Überprüfung seitens der ZQS/Qualitätssicherung sowie eine externe fachwissenschaftliche, berufspraktische und studentische Begutachtung voraus, um die Berücksichtigung von Anregungen und Empfehlungen in der weiteren Ausarbeitung und Ausgestaltung des Studiengangs zu ermöglichen. Der Stand der Planung samt offener Fragen wurden seitens der Gutachtenden in einem Gespräch mit Studierenden und Studiengangsvertreter:innen der beteiligten Hochschulen besprochen und anschließend Gutachten zur Qualität und Studierbarkeit des Studiengangs verfasst. Die Beschlussempfehlung an das Präsidium wurde von der ZQS/Qualitätssicherung unter wesentlicher Berücksichtigung der Hinweise in den externen Gutachten und nach Vorlage einer Stellungnahme der Fakultät erarbeitet. Die Evaluationseinheit, vertreten durch den Studiendekan der Fakultät, hat sich mit der Beschlussempfehlung einverstanden erklärt und sich verpflichtet, die Auflagen fristgerecht zu erfüllen und die Empfehlungen bei der weiteren Entwicklung des Studiengangs zu berücksichtigen. Die Beschlussempfehlung ging den externen Gutachtenden im Vorfeld der Beschlussfassung durch das Präsidium zu, die die Möglichkeit einer weiteren Stellungnahme hatten. Die Gutachtenden stimmten der Beschlussempfehlung in vollem Umfang zu. Die endgültige Fertigstellung der studiengangsbezogenen Unterlagen erfolgt im Nachgang des LQL-Verfahrens und rechtzeitig vor Studienbeginn.

	Der Studiengang wird nach Studienbeginn voraussichtlich in das fachlich verwandte Cluster Physik einbezogen und bereits 2026 Gegenstand der erneuten Betrachtung sein.
Ablauf des Verfahrens	Eingang LQL-Bericht (Selbstdokumentation): November 2021 Formale Vorprüfung der ZQS/Qualitätssicherung: Dezember 2021 LQL-Gespräch mit Teilnahme der Gutachtenden, Vertreter:innen des Studiengangs und Studierenden aus den beteiligten Hochschulen und Einrichtungen, ZQS/Qualitätssicherung (virtuell): 11.01.2022 Gutachten der externen Gutachtenden: März 2022 Danach: Erstellung der Beschlussempfehlung durch die ZQS/Qualitätssicherung, Abstimmung mit den externen Gutachtenden, anschließende Übermittlung an den Studiendekan sowie die Studiengangsvertreter:innen. Stellungnahme der Fakultät für Maschinenbau zu den Bewertungen und Hinweisen aus den Gutachten sowie formale Zustimmung des Studiendekans: 20.05.2022 Vergabe des LQL-Siegels durch das Präsidium gemäß Beschlussempfehlung der externen Gutachtenden: 08.06.2022
Mitglieder des LQL-Reviewteams	Externe fachwissenschaftliche / fachdidaktische Begutachtung: Prof. Dr. Christine Silberhorn, Universität Paderborn, Professorin für Integrierte Quantenoptik Externe berufspraktische Begutachtung: Dr. Jasper Krauser, Airbus Central Research and Technology Externe studentische Begutachtung, vermittelt über den Studentischen Akkreditierungspool: Christoph Blattgerste, Universität Heidelberg Interne Begutachtung aus dem Kreis der LQL-Beauftragten: Aufgrund der Neueinrichtung wurde im Einvernehmen mit der Fakultät für Mathematik und Physik auf die Einbeziehung interner, fachfremder LQL-Beauftragter verzichtet.
Ansprechpersonen in der ZQS/Qualitätssicherung	ZQS/Qualitätssicherung: Dr. Anne-Dörte Balks
Grundlage der Prüfung	• LQL-Bericht (Kurzkonzept) des Studiengangs inkl. Anhänge • Formale Vorprüfung der ZQS/Qualitätssicherung der formalen und fachlich-inhaltlichen Kriterien der Niedersächsischen Studienakkreditierungsverordnung (Nds. Stud.AkkVO) • Externe Gutachten (fachwissenschaftlich, berufspraktisch, studentisch) • LQL-Gespräch zwischen Studiengangsvertreter:innen und Gutachtenden, mit Teilnahme von Lehrenden und Studierenden aller beteiligten Hochschulen und Einrichtungen.

Ergebnis der Prüfung	Die Studien- und Prüfungsstrukturen des betrachteten Studiengangs weisen hinsichtlich der einschlägigen Vorgaben der Kultusministerkonferenz sowie des Akkreditierungsrates Abweichungen auf. Die formalen und fachlich-inhaltlichen Kriterien der Musterrechtsverordnung in der Umsetzung für Niedersachsen (Nds. Stud.AkkVO) bewerten die Gutachtenden als in Teilen nicht erfüllt. Dementsprechend erfolgt die Vergabe des LQL-Siegels mit Auflagen.
Zusammenfassende Bewertung der Gutachtenden	Die externen Gutachtenden befürworten durchgängig die Einrichtung des Studiengangs „M. Sc. Quantum Engineering“. Nach Einschätzung der Gutachtenden bietet der Studiengang die besondere Möglichkeit, eine Lücke in der Ausbildung im interdisziplinären Feld der Quantentechnologien zu schließen. Er gehört zu den ersten Studiengängen dieser Art in Deutschland und ist geeignet die Region Hannover im Bereich der Quantentechnologien zu stärken. Durch die intensive Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig im Rahmen des Exzellenzclusters <i>QuantumFrontiers</i> und des <i>Quantum Valley Lower Saxony</i> im Verbund werden hervorragende Möglichkeiten genutzt, im Curriculum durch gegenseitigen Lehrimport bereits bestehende Synergien weiter zu verstärken und ein einzigartiges interdisziplinäres Curriculum aus den Ingenieurwissenschaften und der Physik zu schaffen. Dabei profitiert der Studiengang von der exzellenten Forschung der beteiligten Dozierenden. Dem hohen Anspruch des Studiengangs wird die Struktur durch eine gelungene Kombination aus fachlicher Theorie und Forschungspraxis gerecht. Das inhaltlich und strukturell überzeugende Curriculum gewährleistet eine sehr gute Grundlagenausbildung, auf der die Vermittlung spezialisierter Kenntnisse aus verschiedenen Bereichen der Quantentechnologien aufsattelt. Dadurch wird die interdisziplinäre Lehre zwischen dem physikalischen Grundlagenbereich hin zu den angewandter angelegten Ingenieurwissenschaften gestärkt. Die Qualifikationsziele des Studiengangs sind fachlich wissenschaftsadäquat formuliert, folgen über-fachlichen Zielen und den Standards der einschlägigen Fachverbände. Alle Säulen der Quantentechnologien werden grundsätzlich vom Studiengang abgedeckt (Kommunikation, Simulation, Sensorik und Computation). Die Zulassungskriterien sind grundsätzlich geeignet, die notwendigen Vorkenntnisse und Kompetenzen der Studierenden zu Studienbeginn sicherzustellen. Der reibungslose Einstieg in und die Studierbarkeit des kooperativ und interdisziplinäre gestalteten Studienangebots bedürfen nach Einschätzung der Gutachtenden jedoch auch eines Beratungs- und Betreuungskonzepts, dass dem vielfältigen Angebot und den Spezialisierungsmöglichkeiten für die Studierenden gerecht wird. Der Studiengang garantiert Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs für die Forschung, durch die Vielzahl praktischer und gut eingebundener Arbeitsphasen während des Studiums und der Förderung industrienaher Projekte mit bestehenden Kontakten aber auch für das entstehende Berufsbild des/der Quanteningenieur*in eine herausragende Qualifikation. Die Gutachtenden stellen jedoch fest, dass die zweimonatige Laufzeit des vorgesehenen Industriepraktikums nicht den Bedarfen und Anforderungen der praktikumsgebenden Unternehmen entspricht, sondern für die sinnvolle Integration in das Studium eine dreimonatige Laufzeit notwendig wäre. Der M. Sc. Quantum Engineering ist sowohl für Physik- und Elektrotechnikstudierende mit entsprechendem Spezialisierungswunsch attraktiv, als auch zukünftig als Zweitstudium für Personen interessant, die sich im laufenden Berufsleben zu weiteren Entwicklungen im Themenfeld weiterbilden möchten. Aus Sicht der Gutachtenden ist

	daher, insbesondere bei Begleitung durch ein gezieltes Marketingkonzept, mit einer großen, auch überregionalen, Nachfrage zu rechnen.
Verleihung des Siegels	Das Präsidium verleiht mit Wirkung vom 08.06.2022 gemäß der Beschlussempfehlung der ZQS / Qualitätssicherung und im Einvernehmen mit den externen Gutachtenden das LQL-Siegel für den M. Sc. Quantum Engineering an der Leibniz Universität Hannover und damit zugleich das Siegel des Akkreditierungsrates. Es bestätigt damit, dass der geplante Studiengang den aktuellen Anforderungen der niedersächsischen Studienakkreditierungsverordnung entspricht und dies in einem Verfahren unter Einbezug externer Expertinnen und Experten überprüft wurde. Voraussetzung für die Gültigkeit des LQL-Siegels ist der fristgerechte Nachweis der u. g. Auflagen.
Auflagen	1. Die einschlägigen studiengangsbezogenen Ordnungen (Prüfungsordnung, Zugangs- und Zulassungsordnung) sind bis zum Studienstart zu verabschieden und zu veröffentlichen. 2. Der Kooperationsvertrag mit der TU Braunschweig ist bis zum Studienstart durch die Partnerhochschulen unterzeichnet vorzulegen. 3. In dem Modulkatalog sind die bisher fehlenden Angaben in den Modulbeschreibungen zu Umfang und Dauer der Prüfungen zu vervollständigen.
Empfehlungen	Werbung und Marketing 1. Der Studiengang sollte durch eine frühzeitig definierte und geeignete Kommunikations- und Marketingstrategie national wie auch international beworben werden. 2. Das genannte Kommunikations- und Marketingkonzept sollte die, aus Sicht der Gutachtenden anzunehmende ungleiche Geschlechterverteilung in der Studierendenschaft bspw. durch individuelle Ansprache geeigneter Studentinnen berücksichtigen. Für die tatsächliche Geschlechterverteilung in der Studierendenschaft können die geeigneten Bewerbungen einen Indikator liefern. Zulassung und Studiengangsdokumente 3. Die Gutachtenden empfehlen, die in der Zulassungsordnung formulierten Zugangskriterien regelmäßig, jedoch insbesondere innerhalb der ersten zwei bis drei Studierendengruppen nach Neueinrichtung, auf ihre Passgenauigkeit mit den Studieninhalten und den an die Studierenden gestellten Ansprüchen hin zu überprüfen. Dies gilt insbesondere für die notwendigen Kenntnisse in Quantentechnologien (s. auch Empfehlung 6). 4. Für internationale Bewerber*innen und Studierende sollten die einschlägigen Ordnungen sowie alle relevanten Studiengangsinformationen auf Englisch vorliegen. Beratung und Betreuung 5. Das Betreuungs- und Beratungskonzept des Studiengangs sollte der Flexibilität im Studienangebot und den breiten Wahlmöglichkeiten für Studierende Rechnung tragen. Die Gutachtenden empfehlen daher, dieses zeitnah auszuarbeiten und nach den ersten Erfahrungen nach Studienstart entsprechend weiterzuentwickeln.

-
6. Konkret empfehlen sie, über geeignete Angebote zu gewährleisten, dass insbesondere zu Studienbeginn Studierende mit weniger ausgeprägten Grundkenntnissen in Quantentechnologien unterstützt werden. Dazu sollte insbesondere das vorgesehene 1:1-Mentoring-Programm ausreichend ausgestattet werden.

Studienstruktur

7. Zur besseren Übersichtlichkeit für die Studierenden, sollten die Standorte der Lehrveranstaltungen bzw. die anbietende Institution von Modulen und Lehrveranstaltungen (LUH, TUBS) in den Modulbeschreibungen genannt werden.
8. Bei der Terminierung und Abfolge der Module und Lehrveranstaltungen sollte die im Modul-handbuch ausgewiesene Präsenzlehre an den beiden Standorten (LUH, TUBS) ausschlaggebend sein. Auch bei der Planung der Abfolge von Präsenz- und hybriden Veranstaltungen sollte auf Räume für Studierende zur Teilnahme an einer hybriden Veranstaltung am jeweils anderen Standort bzw. auf ausreichend Wegezeit für Studierende geachtet werden.

Curriculum und Inhalt

9. Der zurzeit vorherrschende Fokus auf Quantenoptik und Quantensensorik sollte insbesondere in den Grundlagenmodulen zeitnah um die Bereiche Quantenkommunikation und Quanten Computing erweitert werden bzw. möglicherweise bestehende Inhalte in den Modulbeschreibungen deutlicher hervorgehoben werden.
10. Insgesamt wird für den Studiengang eine stärkere Verankerung von Inhalten der Quanteninformationswissenschaften, bspw. durch die Einführung grundlegender Protokolle der Quantenkommunikation, empfohlen.
11. Die Gutachtenden empfehlen, im Curriculum Platz für die kritische Auseinandersetzung mit der Thematik des Studiengangs zu schaffen, bspw. durch ein Seminar „Ethik & Folgenabschätzung“.

Praxisbezug

12. Die Gutachtenden empfehlen, das Industriepraktikum entsprechend der Bedarfe der Praktikumsgeber*innen von zwei auf drei Monate Dauer zu verlängern und somit ein ausreichendes Angebot an Industriepraktika für Studierenden zu gewährleisten. In diesem Sinne sollten des Weiteren gezielt Kontakte zu Unternehmen im In- und Ausland geknüpft und an die Studierenden kommuniziert werden.
13. Studierende sollten außerdem bei der Suche und Auswahl ihrer Praktikumsplätze unterstützt sowie in der Durchführung ihres Praktikums begleitet werden.
14. Darüber hinaus empfehlen die Gutachtenden, bereits im Rahmen des Lehrangebots Kontakte zwischen Industrieunternehmen und Studierenden für Praktika und spätere Berufstätigkeit herzustellen sowie externe Masterarbeiten zuzulassen.

Modularisierung und Studierbarkeit

15. Es wird ausdrücklich empfohlen, die Studierbarkeit des Studiengangs u. a. aufgrund seiner hohen fachlichen Voraussetzungen, den strukturellen Herausforderungen eines kooperativen und interdisziplinären Angebots sowie

	hinsichtlich der Verteilung der Arbeitslast in verschiedenen Studienverläufen gemeinsam mit den Studierenden zu evaluieren und bei Bedarf frühzeitig durch geeignete Maßnahmen bzw. Anpassungen im Studienangebot oder der Studienstruktur zu reagieren. Qualitätssicherung 16. Die qualitätssichernden Verfahren im Studiengang sowohl in der Fakultät für Mathematik und Physik als auch mit den Kooperationspartnerinnen sollten nach Einführung regelmäßig dahingehend überprüft werden, ob sie den Anforderungen an einen interdisziplinären und kooperativ angebotenen Studiengang gerecht werden und aussagekräftige Ergebnisse über die Stärken und Schwächen des Studiengangs liefern können. 17. Die Gutachtenden empfehlen darüber hinaus, im Austausch mit allen Studiengangsverantwortlichen insbesondere den Studienstart eng zu begleiten, um Unstimmigkeiten (bspw. im Ablauf, der Betreuung etc.) frühzeitig zu erkennen und beseitigen zu können. Internationalisierung 18. Die verschiedenen Möglichkeiten für studentische Auslandsmobilität im M. Sc. Quantum Engineering sollten auf der Studiengangswebseite transparent dargestellt werden. Dazu gehören u. a. die Möglichkeiten zu Auslandsaufenthalten im Rahmen des Industriepraktikums sowie während des Verfassens der Masterarbeit.
Frist für den Nachweis der Auflagenerfüllung	30.09.2022 Der Nachweis festgeschriebener Auflagen erfolgt bei der ZQS/Qualitätssicherung. Bei Bedarf wird zur Überprüfung das LQL-Reviewteam oder der Sprecher bzw. die Sprecherin einbezogen.
Umgang mit Empfehlungen	Über den Umgang mit den Empfehlungen wird im LQL-Jahresbericht des Studiendekans an die Hochschulleitung und die ZQS/Qualitätssicherung berichtet. Über den Umgang mit den Ergebnissen des LQL-Reviews ist unter Beteiligung von Studierenden, in der Regel in der Studienkommission bzw. dem QM-Zirkel zu beraten.
Gültigkeit des LQL-Siegels	Das nächste LQL-Review findet gemäß internem LQL-Reviewplan voraussichtlich 2026 im Rahmen der Evaluationseinheit Physik, jedoch spätestens acht Jahre nach Vergabe des derzeit gültigen LQL-Siegels statt. Die formale Frist für die Reakkreditierung ist damit der 30.09.2030.
Weitere Informationen zu Ergebnissen der hochschulinternen Qualitätssicherung	Die Ergebnisse der hochschulinternen Qualitätssicherung, darunter die LQL-Reviewberichte, der LQL-Jahresbericht sowie hochschulübergreifende Ergebnisse der Befragungen werden auf der Internetseite der ZQS/Qualitätssicherung veröffentlicht. Statistische Informationen u. a. zum Studienerfolg sowie zur Studiendauer finden sich u.a. im Zahlenspiegel der LUH, welcher jährlich vom Referat Controlling und Hochschulplanung der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt wird.

Herausgeberin

Leibniz Universität Hannover
ZQS/Qualitätssicherung

Callinstraße 14
30167 Hannover

Titelbild: © Daniel Vogl / LUH

zqs.uni-hannover.de/qs/lqi-review/ergebnisse