



Technische
Universität
Braunschweig

BESONDERER TEIL DER PRÜFUNGSORDNUNG
FÜR DEN

MASTERSTUDIENGANG

**QUANTUM TECHNOLOGIES
IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING**

DER
TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

DER
FAKULTÄT FÜR
ELEKTROTECHNIK, INFORMATIONSTECHNIK, PHYSIK

Aufbau und grundsätzliche Struktur des Masterstudiengangs Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering

Pflichtbereich Grundlagen (15 LP)	Ambits of Electromagnetic Field Theory (5 LP) Advanced Quantum Technology for Engineers (5 LP) Quantum Information Processing and Quantum Computing (5 LP)	
Wahlpflichtbereich (50 LP)	Thematische Ausrichtung (Wahlbereich)	
	Quantum Structure Devices (QSD)	Quantum Information Processing and Quantum Computing (QIC)
	Vertiefungen im Hauptwahlbereich (30 LP)	
	Vertiefungen im Nebenwahlbereich (20 LP)	
Überfachliche Qualifikation (25 LP)	Master-Teamprojekt oder Industriefachpraktikum (8-12 LP) Professionalisierung (10-14 LP) Seminar (3 LP)	
Abschlussmodul (Masterarbeit + Vortrag) (30 LP)		

Bereiche	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Pflichtbereich Grundlagen		Ambits of Electromagnetic Field Theory (5 LP)		
	Advanced Quantum Technology for Engineers (5 LP)			
	Quantum Information Processing and Quantum Computing (5 LP)			
Wahlpflichtbereich	Vertiefung in einem der zwei Wahlbereiche (30 LP) - Quantum Structure Devices (QSD) - Quantum Information Processing and Quantum Computing(QIC) Zusätzliche Wahlmodule aus dem jeweils anderem Wahlbereich (Nebenwahlfach 20 LP)			
Überfachliche Qualifikation	Professionalisierungsfächer (10-14 LP) Seminar (3 LP)		Master-Teamprojekt oder Industriefachpraktikum (8-12 LP)	
Abschlussmodul				Masterarbeit + Vortrag (30 LP)

Besonderer Teil der Prüfungsordnung (BPO) für den Masterstudiengang Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering der Technischen Universität Braunschweig

Der Fakultätsrat der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik (FK EITP) hat am XX.XX.2023 in Ergänzung der Regelung des allgemeinen Teils der Prüfungsordnung für die Bachelor-, Master-, Diplom- und Magisterstudiengänge (APO) der Technischen Universität Braunschweig (TU Braunschweig) den folgenden besonderen Teil der Prüfungsordnung für den Masterstudiengang Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering beschlossen.

§ 1 Regelungsgegenstand und Regelstudienzeit

- (1) Diese Prüfungsordnung regelt für den Masterstudiengang Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering der Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik insbesondere das Prüfungsverfahren.
- (2) Die Studienzeit, in der das Studium abgeschlossen werden kann, beträgt 4 Semester (Regelstudienzeit).

§ 2 Hochschulgrad und Zeugnis

- (1) Nach bestandener Masterprüfung (vgl. § 4) verleiht die TU Braunschweig den Hochschulgrad „Master of Science“ (abgekürzt: „M.Sc.“). Über die Verleihung stellt die TU Braunschweig nach dem Muster der APO eine Urkunde in deutscher und in englischer Sprache mit dem Datum des Zeugnisses aus.
- (2) Außerdem werden ein Zeugnis und ein Diploma Supplement nach den Mustern der Anlagen der APO unter Berücksichtigung der studiengangspezifischen Bestandteile in deutscher und in englischer Sprache ausgestellt. Die studiengangspezifischen Bestandteile des Diploma Supplements sind in Anlage 1 aufgeführt.
- (3) Im Zeugnis werden neben der Gesamtnote nach § 16 Abs. 2 APO die Noten der einzelnen Module mit ihren Leistungspunkten aufgelistet. Das Prädikat „mit Auszeichnung bestanden“ wird bei einem Notenschnitt kleiner als 1,2 im Rahmen der Berechnung der Gesamtnote verliehen. Unbenotete Module (§ 4 Abs. 2) werden mit ihren Leistungspunkten aufgeführt.

§ 3 Gliederung und Umfang des Studiums

- (1) Das Studium ist in Modulen organisiert und umfasst insgesamt 120 Leistungspunkte (LP). Das Studium gliedert sich wie folgt:
 - Pflichtbereich Grundlagen (15 LP), gemäß Anlage 2
 - Wahlpflichtbereich (50 LP), gemäß Anlage 3 unterteilt in Hauptwahlbereich (30 LP) und Nebewahlbereich (20 LP) aus den Wahlbereichen:
 - Quantum Structure Devices
 - Quantum Information Processing and Quantum Computing

Im Studienverlauf ist einer der beiden Wahlbereiche als Hauptwahlbereich zu definieren. Der andere Wahlbereich entspricht Es müssen Module im Um-

fang von 30 LP belegt werden. Im anderen Wahlbereich

- Überfachliche Qualifikation (25 LP) mit den Bereichen
 - Professionalisierung (10 - 14 LP),
 - Industriefachpraktikum oder Master-Teamprojekt (8 - 12 LP),
 - Seminar (3 LP),
 - Abschlussmodul (30 LP).
- (2) Darüber hinaus sind im Bereich überfachlicher Qualifikation Wahlpflichtmodule im Umfang von 10 - 14 LP zu belegen, die vorrangig dem Erwerb von Methoden- und Sozialkompetenzen (Schlüsselqualifikationen) dienen. Diese setzen sich aus entsprechenden Modulen mit interdisziplinären und handlungsorientierten Angeboten zur Vermittlung von überfachlichen und berufspraktischen Qualifikationen bzw. Kompetenzen zusammen. Zusätzlich ist ein Seminarvortrag an einem der am Studiengang beteiligten Institute zu halten, der mit 3 LP gewichtet wird (Anlage 3). Die überfachliche Qualifikation / Professionalisierung ist eine unbenotete Studienleistung gemäß § 4 Abs. 2.
 - (3) Weiterhin ist im Studienverlauf ein Industriefachpraktikum (Anlage 3) nachzuweisen, in dem erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten in ingenieurnahen Tätigkeiten praktisch angewendet werden. Näheres regelt § 4 Abs. 7. Das Industriefachpraktikum kann durch ein Master-Teamprojekt ersetzt werden, das in den Prüfungsanforderungen dem Entwurf gemäß § 9 Abs. 6 APO entspricht. Es soll in Gruppen von mindestens 3 Studierenden durchgeführt werden, die an einer übergeordneten Themenstellung den Entwurf, die Analyse oder die Simulation eines elektro- oder informationstechnischen Systems beispielhaft durchführen. Das Teamprojekt soll semesterbegleitend durchgeführt werden und ist in der Regel auf ein Semester begrenzt. Die Ergebnisse sind in einem Bericht zusammenzufassen, in dem die individuellen Beiträge der Projektteilnehmer kenntlich zu machen sind. Ferner sind die Ergebnisse in einer Präsentation gemäß § 9 APO darzustellen.
 - (4) Aus dem Pflichtbereich und dem Wahlpflichtbereich mit Haupt- und Nebewahlbereich sind insgesamt 65 LP und aus der überfachlichen Qualifikation 25 LP nachzuweisen.
 - (5) Das Abschlussmodul umfasst 30 LP. Näheres regelt § 5.
 - (6) Eine Lehrveranstaltung darf nicht in verschiedenen Modulen eingebracht werden. Module oder Lehrveranstaltungen, die bereits in einem Bachelorstudiengang absolviert und auf dem betreffenden Zeugnis bescheinigt wurden, dürfen nicht eingebracht werden. Für die Anerkennung entsprechender Zusatzprüfungen gilt § 6 Abs. 3 APO.
 - (7) Im Wahlpflichtbereich dürfen insgesamt maximal 3 Bachelor-Module aus dem Modulhandbuch dieses Masterstudiengangs ausgewählt werden, die dort als solche gekennzeichnet sind.

§ 4 Prüfungs- und Studienleistungen

- (1) Die Masterprüfung besteht aus den Fachprüfungen der Module sowie der Masterarbeit.

- (2) Ein Modul wird in der Regel durch eine Prüfung abgeschlossen. Die möglichen Prüfungsformen ergeben sich aus § 9 APO. Ein Modul kann anstelle einer Prüfung auch durch eine benotete oder unbenotete Studienleistung (Leistungsnachweis) abgeschlossen werden.
- (3) Die Module, Qualifikationsziele, Art und Umfang der zugeordneten Prüfungs- oder Studienleistungen und die Anzahl der zugeordneten Leistungspunkte sind in den Anlagen 2 und 3 festgelegt. Die Prüfungsinhalte ergeben sich aus den Qualifikationszielen der Module. Für deren Auslegung kann hilfsweise auch die berufliche Anforderung herangezogen werden.
- (4) Auf Antrag kann der Prüfungsausschuss weitere bislang nicht in den Anlagen 2 bis 3 enthaltene Module im Wahlpflicht- oder Professionalisierungsbereich genehmigen.
- (5) Bei Modulen mit Teilprüfungen, in denen auch benotete Leistungsnachweise erbracht werden können, gehen die Noten der Leistungsnachweise nicht in die Benotung des Moduls ein.
- (6) Die Prüfungen der Masterprüfung werden studienbegleitend abgelegt. Mit Ausnahme der in Abs. 13 genannten Prüfungs- und Studienleistungen werden die Prüfungen in jedem Semester angeboten.
- (7) Das Industriefachpraktikum von 10 Wochen anrechenbarer Dauer ist nach näherer Bestimmung durch die in der jeweils geltenden Fassung maßgeblichen Praktikumsrichtlinien der FK EITP (Richtlinien) zu leisten. Das Praktikum ist eine unbenotete Studienleistung gemäß § 4 Abs. 2.
- (8) Ein Wechsel des Haupt- und Nebewahlbereiches oder ein Wechsel des Prüfungsfaches oder der Prüfungsfächer in den Wahlbereichen ist im Verlauf des gesamten Studiums möglich. Es ist zulässig, maximal drei außerhalb der Regelstudienzeit im ersten Versuch nicht bestandene Prüfungen Wahlbereiche nicht zu wiederholen, sofern alternative Wahlmöglichkeiten (Anlage 3) bestehen. Gemäß der Regelungen in § 18 Abs. 1 APO ist zulässig, maximal drei bestandene Prüfungsleistungen der Wahlbereiche durch Zusatzprüfungen aus dem gleichen Bereich zu ersetzen.
- (9) Werden mehr Module absolviert als nach dieser Prüfungsordnung vorgegeben, werden zur Berechnung der Gesamtnote die bestandenen Prüfungsleistungen aus den Wahlmodulen mit den besten Bewertungen herangezogen, soweit die oder der Studierende nichts anderes beantragt hat. Die übrigen bestandenen Wahlmodule werden als Zusatzprüfungen gemäß § 18 APO behandelt. Die Obergrenze nach § 16 Abs. 2 Satz 5 APO findet keine Anwendung.
- (10) Eine Anerkennung für eine Prüfungsleistung kann abweichend von § 6 Abs. 6 APO auch beantragt werden, wenn bei dieser Prüfungsleistung bereits ein Prüfungsversuch an der TU Braunschweig abgelegt wurde.
- (11) Abweichend von § 6 Abs. 9 APO werden nach dieser Prüfungsordnung anrechenbare Module, die an anderen Hochschulen erbracht wurden oder erbracht werden sollen, vom Prüfungsausschuss auch dann angerechnet, wenn der Antrag zur Anerkennung erst nach Beginn des Aufenthalts an der anderen Hochschule an den Prüfungsausschuss gestellt wird. Fehlversuche im Rahmen anerkannter Module an anderen Hochschulen bleiben unberücksichtigt.
- (12) Die Sprache der Lehrveranstaltungen und Prüfungen ist grundsätzlich Englisch. Ist die Lehrveranstaltung nebst Prüfungssprache und Prüfungsmodalitäten im Vorlesungsverzeichnis und im Modulhandbuch als deutschsprachige Lehrveranstaltung gekennzeichnet, ist die Lehrveranstaltungs- und Prüfungssprache Deutsch. Für Studierende besteht die Möglichkeit, bis zu dem vom Prüfungsausschuss festgelegten Termin einen formlosen Antrag auf eine englischsprachige Prüfung an den Prüfungsausschuss zu stellen.
- (13) In Ergänzung zu § 9 Abs. 1 der APO werden folgende Prüfungs- und Studienleistungen aufgenommen:
- Projektarbeit, Designprojekt: methodisch-praktischer Entwurf eines elektro-/ oder informationstechnischen Systems, einer Schaltung, Struktur oder dergleichen mit Hilfe ingenieurmäßiger Methoden, Designsoftware usw. Die Ergebnisse werden in einer schriftlichen Ausarbeitung und/ oder einer Präsentation oder einem Kolloquium vorgestellt.
 - Oberseminar: ein oder mehrere Referate gemäß § 9 Abs. 7 APO zu aktuellen Themen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf vorbereitenden Übungen für das wissenschaftliche Schreiben und Publizieren.
 - Laborpraktikum: Abfolge mehrerer experimenteller Arbeiten (§ 9 APO), die in Form von Laborversuchen mit jeweils selbstständiger Vorbereitung, Versuchsdurchführung, mündlicher Erläuterung (Kolloquium) und Protokoll abzuleisten sind.

§ 5 Abschlussmodul

- Das Abschlussmodul setzt sich aus der Masterarbeit (28 LP) und einer Präsentation (2 LP) zusammen. Beide Teile müssen getrennt voneinander bestanden werden. Ist die Masterarbeit nicht bestanden, so ist das gesamte Abschlussmodul nicht bestanden und kann entsprechend der Regelung in § 14 APO wiederholt werden.
- Zur Masterarbeit kann auf Antrag zugelassen werden, wer Prüfungs- und Studienleistungen im Umfang von mindestens 60 LP erbracht hat, endgültig zum Masterstudium zugelassen ist und die Modulprüfungen der nachstehend aufgeführten Module bestanden hat: Ambits of Electromagnetic Field Theory, Advanced Quantum Technology for Engineers und Introduction to Quantum Information Technology and QC.
- Die Zeit von der Ausgabe des Themas bis zur Ablieferung der Masterarbeit beträgt maximal 6 Monate. Das Thema kann nur einmal und nur innerhalb von zwei Monaten nach Ausgabe zurückgegeben werden. Der Prüfungsausschuss kann auf begründeten Antrag im Einzelfall die Bearbeitungszeit ausnahmsweise um bis zu einem Drittel verlängern.
- Die Präsentation nach Abs. 1 ist in der Regel vor dem oder der Erstprüfenden und dem oder der Zweitprü-

fenden der Masterarbeit zu halten. Statt des oder der Zweitprüfenden kann der oder die Erstprüfende eine Beisitzerin oder einen Beisitzer gemäß § 5 Abs. 1 APO bestellen.

- (5) Die Präsentation darf bis zu vier Wochen vor dem festgesetzten Abgabedatum der Masterarbeit durchgeführt werden.
- (6) Die Bewertung der Masterarbeit sowie der Präsentation ist in der Regel innerhalb von sechs Wochen nach Abgabe der Masterarbeit vorzunehmen.
- (7) Die Masterarbeit soll in englischer Sprache verfasst werden. Davon abweichende Sprachen können auf Antrag vom Prüfungsausschuss bewilligt werden, wenn dies aufgrund der Themenstellung und/oder der Person der Prüfenden sachgerecht erscheint. In diesem Fall muss eine Zusammenfassung in englischer Sprache beigefügt werden.

§ 6 Mentoren und Beratungsgespräche

- (1) Jeder oder jedem Studierenden wird eine Professorin oder ein Professor als Mentorin bzw. Mentor zu Beginn des Studiums zugeordnet. Der Wechsel einer Mentorin oder eines Mentors ist auf Wunsch eines der Beteiligten möglich.
- (2) Im Verlauf des Masterstudiums, vorzugsweise im ersten Semester, muss jede oder jeder Studierende wenigstens ein Beratungsgespräch mit seiner Mentorin bzw. seinem Mentor führen. Über die Teilnahme an dem jeweiligen Beratungsgespräch stellt die Mentorin bzw. der Mentor eine Bescheinigung aus, die dem Prüfungsausschuss bis zu dem Ende des betreffenden Semesters vorzulegen ist.
- (3) Sofern bis zum Ende des zweiten Studienseesters weniger als 30 LP erreicht sind, findet ein weiteres Mentorengespräch als verpflichtendes Beratungsgespräch im Sinne von § 8 Abs. 2 APO statt. Der Teilnahmenachweis ist abweichend von § 8 Abs. 2 S. 2 APO nicht Voraussetzung für die Zulassung zu weiteren Studien- und Prüfungsleistungen.

§ 7 Meldung und Zulassung zu Prüfungen

- (1) Für die Meldung, Zulassung und Wiederholung von Prüfungen sind die Bestimmungen der APO in der jeweils geltenden Fassung maßgeblich.
- (2) Der Termin der mündlichen Ergänzungsprüfung wird dem Prüfling schriftlich vom Prüfungsamt mitgeteilt. Er soll in Absprache mit den Prüfenden und dem Prüfling spätestens einen Monat nach Notenbekanntgabe der schriftlichen Leistung festgelegt werden. Die mündliche Ergänzungsprüfung darf nicht später als bis zum Ende des dritten Monats nach Notenbekanntgabe der schriftlichen Leistung stattfinden. Bei Krankmeldungen ist unverzüglich ein ärztliches Attest vorzulegen.
- (3) Für den letzten Wiederholungsversuch bei mündlichen Prüfungen gilt § 5 Abs. 4 APO entsprechend.

§ 8 Teilzeitstudium

- (1) Das Masterstudium ist gemäß § 22 der Immatrikulationsordnung teilzeitgeeignet. Somit können semesterweise aufeinander aufbauend maximal 15 Leistungspunkte erworben werden. Der Antrag auf Zu-

lassung zum Teilzeitstudium ist an das Immatrikulationsamt zu richten, ihm muss eine individuelle Studienplanung beigefügt werden, die vom Prüfungsausschussvorsitzenden bzw. einer von ihm benannten Person per Unterschrift zu bestätigen ist. Dabei ist zu beachten, dass insbesondere Praktika und experimentelle Übungen, die über einen ein- bzw. mehrwöchigen Zeitraum stattfinden, den gesamten Arbeitstag über zu besuchen sind.

§ 9 Inkrafttreten und Übergangsbestimmungen

- (1) Diese Prüfungsordnung tritt zum 01.10.2023 in Kraft.

Anlage 1: Diploma Supplement – Studiengangsspezifische Bestandteile**2.1 Bezeichnung der Qualifikation (ausgeschrieben, abgekürzt)**

Master of Science (M. Sc.)

Bezeichnung des Titels (ausgeschrieben, abgekürzt)

Entfällt

2.2 Hauptstudienfach oder –fächer für die Qualifikation

Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering

2.3 Name der Einrichtung, die die Qualifikation verliehen hat

Technische Universität Carolo Wilhelmina zu Braunschweig
Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik

Status (Typ/Trägerschaft)

Universität/Staatliche Einrichtung

2.4 Name der Einrichtung, die den Studiengang durchgeführt hat

Technische Universität Carolo Wilhelmina zu Braunschweig
Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik

Status (Typ/Trägerschaft)

Universität/ Staatliche Einrichtung

2.5 Im Unterricht / in der Prüfung verwendete Sprache(n)

Englisch, Deutsch

3.1 Ebene der Qualifikation

Master-Studienabschluss, forschungsorientiert

3.2 Dauer des Studiums (Regelstudienzeit)

2 Jahre (inkl. schriftlicher Abschlussarbeit), 120 ECTS Leistungspunkte

3.3 Zugangsvoraussetzung(en)

Bachelor im Studiengang Elektrotechnik oder vergleichbarer Abschluss im selben oder thematisch ähnlichen Gebiet.

4.1 Studienform

Vollzeitstudium

4.2 Anforderungen des Studiengangs/Qualifikationsprofil des Absolventen/der Absolventin

Der forschungsorientierte englischsprachige Masterstudiengang Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering bildet eine neue Generation von Absolventinnen und Absolventen aus, die bisher den Bereichen der Elektro- und Informationstechnik zuzuordnen waren. Sie erhalten die notwendigen Kenntnisse und Kompetenzen, um insbesondere auch in Forschung und Entwicklung im Bereich der Quantentechnologien auf Basis ingenieurtechnischer Betrachtungs- und Herangehensweisen wichtige Aufgaben übernehmen zu können. Durch das Curriculum wird eine enge Anbindung an die klassische Elektrotechnik sichergestellt und gleichzeitig ein Fokus auf eine breite Ausbildung in unterschiedlichen Bereichen der Quantentechnologien gelegt. Die thematische Ausrichtung des Masterstudiengangs erfolgt anhand der Wahlbereiche Quantenstrukturbauelemente und Quanteninformationsverarbeitung/Quantum Computing mit jeweiligen einschlägigen Vertiefungsmöglichkeiten aus verschiedenen Anwendungsbereichen. Die Studierenden vertiefen in beiden Wahlbereichen, um ein breites und tiefes fachliches Fundament zu legen. Ein Hauptwahlbereich bildet daraus den Studienschwerpunkt. Der Masterstudiengang ist durch eine große Wahlfreiheit in der Gestaltung der Studieninhalte gekennzeichnet, um den Absolvent/inn/en eine individuelle Profilbildung entlang ihrer fachlich-wissenschaftlichen Interessen zu ermöglichen. Der Bezug zur Praxis wird insbesondere durch ein fachspezifisches Praktikum, das wahlweise als Industriefachpraktikum oder als projektorientiertes Teampraktikum absolviert wird, realisiert. Weiterhin werden nichttechnische Schlüsselqualifikationen erworben und es wird eine Abschlussarbeit im Umfang von 6 Monaten angefertigt.

Die Absolventinnen und Absolventen sind befähigt, als Ingenieurinnen

2.1 Name of Qualification (full, abbreviated; in original language)

Master of Science (M. Sc.)

Title Conferred (full, abbreviated; in original language)

Not applicable

2.2 Main Field(s) of Study

Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering

2.3 Institution Awarding the Qualification (in original language)

Technische Universität Carolo Wilhelmina zu Braunschweig
Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik

Status (Type / Control)

University/State institution

2.4 Institution Administering Studies (in original language)

Technische Universität Carolo Wilhelmina zu Braunschweig
Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik

Status (Type / Control)

University/ State institution

2.5 Language(s) of Instruction/Examination

English, German

3.1 Level

Master's degree (graduate, second degree), by research with thesis

3.2 Official Length of Programme

2 years (120 ECTS credits)

3.3 Access Requirements

Bachelor's Degree in Electrical Engineering or equivalent degree (three or four years) in the same or closely related field.

4.1 Mode of Study

Full-time

4.2 Programme Requirements/Qualification Profile of the Graduate

The research-oriented English-language **Master's programme Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering** trains a new generation of graduates who were previously assigned to the fields of electrical engineering and information technology. They receive the necessary knowledge and skills to take on important tasks in research and development in the field of quantum technologies based on engineering approaches. The curriculum ensures a close connection to classical electrical engineering and at the same time focuses on a broad education in different areas of quantum technologies. Furthermore, the Master study programme is structured into two fields of specialisation - Quantum Structure Devices and Quantum Information Processing/Quantum Computing - with corresponding specialisations from different application areas. Students specialise in both fields in order to attain both a broad and a solid technical foundation. One of the fields of specialisation constitutes the main field of specialisation. The Master's programme is characterized by a large freedom of choice of the course content in order to enable graduates to develop an individual profile along their professional/scientific interests. The link to practice is implemented in particular through a subject-specific internship, which can be completed either as an industrial internship or as a project-oriented team internship. Furthermore, non-technical key qualifications are acquired and a final thesis is completed with a duration of 6 months.

und Ingenieure der Elektrotechnik und Informationstechnik eine entsprechende berufliche Tätigkeit auszuüben. Sie verfügen über ein umfangreiches, detailliertes und kritisches **Grundlagen- und spezialisiertes Fachwissen** auf dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik. Die Absolvent/inn/en sind befähigt, die ihren thematischen Schwerpunkten zugrunde liegenden mathematischen, physikalisch-technischen und informatischen Theorien, Modelle und Lehrmeinungen anzuwenden und zu interpretieren sowie deren Besonderheiten und Grenzen zu definieren. Sie können die Grenzen ihres Fachwissens und ihrer methodischen Fähigkeiten reflektieren und sind in der Lage, sich selbstständig neues Wissen und Können anzueignen. Die Absolventinnen und Absolventen beherrschen ein breites Spektrum an **spezialisierten fachlichen oder konzeptionellen Methoden** zur analytischen und operationalen Bearbeitung von komplexen Aufgaben im Umfeld quantentechnologischer Systeme, aber auch strategischer Probleme in einem wiss. Fach oder einem beruflichen Tätigkeitsfeld. Sie sind befähigt, weitgehend selbstgesteuert und autonom eigenständige Forschungs-, Entwicklungs- oder anwendungsorientierte Projekte durchführen. Die Absolvent/inn/en sind in der Lage, im Rahmen des state-of-the-art quantentechnologische Systeme zu entwerfen, Teilkomponenten aufzubauen, zu modellieren, analysieren und zu beurteilen und dabei neue Ideen und Verfahren zu entwickeln, anzuwenden und zu bewerten. Ihr Wissen, Verständnis und ihre Fähigkeiten zur Problemlösung können sie auch in neuen und unvertrauten Situationen anwenden, die in einem breiten oder multidisziplinären Zusammenhang mit dem Studienfach stehen. Auch bei unvollständiger Information können sie Alternativen abwägen, um wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu fällen. Dabei berücksichtigen sie unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe, wie gesellschaftliche, wissenschaftliche-technische, ökonomische sowie ethische Erkenntnisse. Damit sind sie befähigt, führende Positionen insbesondere in den Bereichen der Industrie, in denen Quantentechnologien eine wichtige Rolle spielt, sowie im Dienstleistungssektor einzunehmen, im späteren Berufsleben Projektleitungsaufgaben zu übernehmen oder z. B. eine Karriere im Management zu durchlaufen. Insbesondere befähigt der Masterstudiengang zu selbstständiger Forschung im Rahmen einer Promotion im Bereich der Quantentechnologien.

Die Absolventinnen und Absolventen haben **außerfachliche Kompetenzen** erworben. Sie sind befähigt, in Projekten und Projektteams zu arbeiten und können auf dem aktuellen Stand von Forschung und Anwendung bereichsspezifisch und bereichsübergreifend Diskussionen mit Fachvertretern und Laien führen und die von ihnen oder in ihrem Team gewonnenen Arbeitsergebnisse in überzeugender Weise vertreten.

4.3 Einzelheiten zum Studiengang

Einzelheiten zu den belegten Kursen und erzielten Noten sowie den Gegenständen der mündlichen und schriftlichen Prüfungen sind im Zeugnis enthalten. Siehe auch Thema und Bewertung der Masterarbeit.

4.4 Notensystem und Hinweise zur Vergabe von Noten

Allgemeines Notenschema (Abschnitt 8.6):

1,0 bis 1,5 = „sehr gut“
 1,6 bis 2,5 = „gut“
 2,6 bis 3,5 = „befriedigend“
 3,6 bis 4,0 = „ausreichend“
 Schlechter als 4,0 = „nicht bestanden“

1,0 ist die beste Note. Zum Bestehen der Prüfung ist mindestens die Note 4,0 erforderlich.
 Ist die Gesamtnote besser als 1,2 wird das Prädikat „mit Auszeichnung“ vergeben.
 Die Gesamtnote ergibt sich aus den nach Leistungspunkten gewichteten Einzelnoten
 ETCS Note: Nach dem European Credit Transfer System (ECTS) ermittelte Note auf der Grundlage der Ergebnisse der Absolventinnen und Absolventen der zwei vergangenen Jahre: A (beste 10%), B (nächste

Graduates are qualified for professional practice as engineers in electrical engineering and information technology. They have acquired an extensive, detailed and critical **foundational and specialised in-depth knowledge** representing the current state of science and technology. Graduates are able to apply and to interpret the mathematical, physical, technical and IT-related theories, models and current schools of thought and are knowledgeable of the relevant details and limitations. Deliberating the limits of their own knowledge and methodical skills, they are capable of independently acquiring additional knowledge and new capabilities.

Graduates are familiar with a broad spectrum of both **highly specialised and conceptual methods** for working on complex tasks related to quantum technology systems in an analytical and operational fashion. They are as well qualified for tackling strategic problems in a scientific field or professional environment. Research-, development- or application-oriented projects are conducted by the graduate in a mostly independent, autonomous fashion. After having completed the study programme, graduates have the ability to design state-of-the-art quantum technology system and to develop, to implement, to analyse, to model and to assess subdevices and are able to develop, apply and evaluate relevant new ideas and methods in this context. They are capable to apply their knowledge, understanding and problem-solving skills also in new and unfamiliar situations, which are in a broad or multi-disciplinary context with their field of study. Graduates can assess alternatives and take well-founded, scientific decisions even in situations where limited and incomplete information is available. In doing so, they take different social, scientific, technical, economical, and ethical aspects into account. Consequently, graduates are qualified for leadership positions in those fields of the industry where quantum technologies are an important part as well as in the non-productive industries, such as subsequently taking over project leaderships or assuming a career in management. The Master's course of studies especially enables graduates to carry out independent, autonomous research in the scope of a doctoral dissertation in the field of quantum technologies.

During their studies, graduates have acquired **extradisciplinary professional competences**. They have learnt to work on projects and in teams, as well as to communicate and discuss specific and multi-disciplinary topics both with experts as well as non-experts on a state-of-the-art level. Graduates are capable to present their – or their team's – results and advance their opinions in a convincing manner.

4.3 Programme Details

See Certificate (Zeugnis) for list of courses with grades and for subjects assessed in final examinations (written and oral). See also topic of thesis, including grading.

4.4 Grading Scheme

General grading scheme (Sec. 8.6):

1,0 to 1,5 = “excellent”
 1,6 to 2,5 = “good”
 2,6 to 3,5 = “satisfactory”
 3,6 to 4,0 = “sufficient”
 Inferior to 4,0 = “Non-sufficient”

1,0 is the highest grade, the minimum passing grade is 4,0. In case the overall grade is better than 1,2 the degree is granted “with honors”.
 The overall grade is calculated as average of the individual grades weighted according to their respective credits points.
 In European Credit Transfer System (ECTS) the ECTS

25%), C (nächste 30%), D (nächste 25%), E (nächste 10%)

4.5 Gesamtnote

<<Note wörtlich deutsch>> (<<Zahl>>), beispielsweise: sehr gut (1,5)

5. Angaben zum Status der Qualifikation

5.1 Zugang zu weiterführenden Studien

Berechtigung zur Promotion unter der Berücksichtigung weiterer Zugangsvoraussetzungen.

5.2 Beruflicher Status

Der Grad Master of Science in einem Ingenieurstudiengang berechtigt den Inhaber/ die Inhaberin den gesetzlich geschützten Titel „Ingenieur/ Ingenieurin“ in dem (den) Gebiet(en) zu führen, in denen der Grad erworben wurde.

6.1 Weitere Angaben

Entfällt

6.2 Informationsquellen für ergänzende Angaben

www.tu-braunschweig.de

www.tu-braunschweig.de/eitp

7. Zertifizierung

Dieses Diploma Supplement nimmt Bezug auf folgende Original-Dokumente: Urkunde über die Verleihung des Grades vom xxxx Prüfungszeugnis vom xxxx

grade represents the percentage of successful students normally achieving the grade within the last two years: A (best 10%), B (next 25%), C (next 30%), D (next 25%), E (next 10%)

4.5 Overall Result (in original language)

<<Note wörtlich deutsch>> (<<Note englisch>>(<<Zahl>>), e.g.: sehr gut (excellent) (1,5)

5. Function of the qualification

5.1 Access to Further Study

Access to PhD programmes in accordance to further admission regulations.

5.2 Professional Status

The Master Degree in an engineering discipline entitles its holder to the legally protected professional title „Ingenieur“/ „Ingenieurin“ in the field(s) of engineering for which the degree was awarded.

6.1 Additional Information

Not applicable

6.2 Further Information Sources

www.tu-braunschweig.de

www.tu-braunschweig.de/eitp

7. Certification

This Diploma Supplement refers to the following original documents: Bachelor Degree Certificate dated xxxx Certificate dated xxxx

Anlage 2: Pflichtbereich

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Advanced Quantum Technology for Engineers</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The students can apply the concept of the Schrödinger equation and the corresponding formalism of wave mechanics to derive the energy levels and the quantum mechanical states of free particles, the “particle in a box”, the quantum mechanical harmonic oscillator and the hydrogen atom. They can apply the “bra – ket” formalism to describe and analyze the quantum mechanical states of single- and many-particle systems. They can set-up new and interpret given Hamiltonians in the formalism of the “second quantization” and understand the concept of creation and annihilation operators. They understand the concept of entanglement and can use it to describe basic concepts of quantum cryptography and quantum computing. They can apply the basic concepts of quantum statistics to describe bosonic and fermionic many-particle systems including exchange interaction and interpret given quantum statistical distribution functions.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: ein Referat (§ 9 Absatz 7 APO)</p>	5	1	
<p>Introduction to Quantum Information Technology and Quantum Computing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The students can describe different realizations of qbits and can visualize them using the Bloch sphere or the Q-Sphere, respectively. They can apply basic quantum logic gates to form basic applications of qbits (Bell states and others). They can describe basic and advanced models of quantum information processing, transmission, and computing systems. They know the important quantum effects including teleportation, super-dense coding, and no-cloning theorem and can relate them to the quantum algorithms. From quantum communications, the students know the fundamental results on capacities of quantum-assisted classical, classical-quantum, and pure quantum channels. The students know the current state of the art of multi-user quantum channels and the available rate characterizations. From quantum computing, the students learn about circuits and operations on qubits and the elements of quantum algorithms, such as Shor’s algorithm, Grover’s algorithm, and quantum random walks. They also understand the corresponding aspects of runtime (lower and upper bounds) and the relation to classical algorithms.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 45 Minuten Studienleistung: ein Referat (§ 9 Absatz 7 APO)</p>	5	1	
<p>Ambits of Electromagnetic Field Theory</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The students can explain the structure of the Maxwell equations in differential form, herefrom derive the fully dynamic field solution of the Hertzian dipole and, depending on the special case, give reasons for idealized approximate solutions. By this they can analyze fundamental electrotechnical configurations and abstract to the essential details. They can choose and apply appropriate solution methods for example for energetic problems, Poynting theorem and temporal and spatial variable fields.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: ein Referat (§ 9 Absatz 7 APO)</p>	5	1	ET-IEMV-11

Anlage 3: Pflicht- und Wahlpflichtbereiche**Vertiefungsrichtung Quantum-Structure Devices**

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>LED Technology and Optical Sensing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über den aktuellen Stand der LED-Technologie sowie die Entwicklungsmöglichkeiten, die Solid State Lighting in Zukunft bietet. Darüberhinaus wird ein Grundverständnis der physikalischen Prozesse innerhalb von LEDs hergestellt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	1	ET-IHT-55
<p>Nonlinear Photonics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> After a successful participation, the students know the main basics of nonlinear photonics and will be able to use them for the evaluation of optical systems and optical data transmission systems.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Written exam, 90 minutes or oral examination 30 minutes.</p>	5	1	ET-IHF-47
<p>Fundamentals of nano optics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The participants can describe basic phenomena of light propagation (reflection, scattering, absorption, transmission) at interfaces and in homogeneous media qualitatively and quantitatively. Participants can name important basic elements of nanooptics, such as waveguides, optical gratings, photonic crystals or metamaterials, discuss their properties qualitatively and name fields of application. Participants are able to identify the basic elements in complex optical systems and describe their respective functions. The participants can name important processes of micro- and nanostructuring and explain how they work. The participants can solve the wave equation in simple dielectric, metallic and hybrid nanooptical systems analytically and semi-analytically and interpret the solutions. Participants can classify optical resonance phenomena in nanooptical systems and name their essential properties.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	2	PHY-AP-43
<p>Semiconductor Technology (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden sind nach Abschluss dieses Moduls mit den grundlegenden Herstellungstechnologien von Halbleitern und daraus gefertigten Bauelementen und integrierten Schaltungen vertraut. Mit diesen erlernten Grundlagen sind sie in der Lage die Prinzipien modernster Herstellungsverfahren der Halbleitertechnik zu erkennen und ihre Wirkungsweisen zu verstehen. Darüber hinaus können sie Trends in den Entwicklungen analysieren und extrapolieren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	2	ET-IHT-42

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Molecular Electronics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden sind mit den Grundlagen der organischen Chemie vertraut. Sie können den Aufbau von Molekülorbitalen erläutern und die unterschiedlichen Hybridisierungen von Kohlenstoff im Rahmen der LCAO beschreiben. Sie analysieren den Elektronentransfer zwischen unterschiedlichen Molekülen im Rahmen der Marcus- Theorie und können die wesentlichen Aspekte der elektronischen Tunnelprozesse beschreiben. Sie sind in der Lage, sich selbstständig den Inhalt aktueller Forschungspublikationen zu erarbeiten und diese in kurzen Präsentationen vorzustellen. Sie können den Aufbau leitfähiger Polymere, ihre Dotierung und den elektronischen Transport beschreiben. Sie analysieren die optoelektronischen Eigenschaften von Polymeren und organischen Farbstoffen und können die relevanten elektronischen Anregungen und Prozesse klassifizieren und erläutern.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: Präsentation</p>	5	2	ET-IHT-60
<p>Nanoelectronics</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Nanoelektronik" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Grundlagen der Quantenmechanik und ihre Anwendung auf metallische, magnetische und supraleitende Bauelemente mit Nanometerdimensionen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen)</p>	5	2	ET-EMG-20
<p>Quantum Structure Devices (2013)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden ein vertieftes Verständnis quantenmechanischer Phänomene in Halbleiter-Bauelementen. Sie besitzen die Befähigung, Halbleiter-Quantenstrukturen zu entwerfen und zu dimensionieren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	2	ET-IHF-31
<p>Measurement electronics with experiments</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls "Messelektronik mit Praxis" verfügen die Studierenden über eine Übersicht über die Schaltungstechnik und Messverfahren der Messelektronik. Die erworbenen praktischen Kenntnisse ermöglichen den schaltungstechnischen Aufbau für messtechnische Anwendungen. Vertiefte praktische Erfahrungen mit Messverfahren, die in der Vorlesung Messelektronik behandelt werden, werden im Labor vermittelt.</p> <p>Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten (schriftliche Klausur 120 Minuten nur bei sehr großen Teilnehmerzahlen) Studienleistung: Erfolgreiche Teilnahme am Laborpraktikum)</p>	8	1	ET-EMG-33

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Statistics, Design of Experiments, Optimization</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Overarching target is to familiarize participants with statistical principles of data analysis, comparison of and inference from experimental data (part I - Statistics), the optimal design of experiments (part II - Design of Experiments), and system optimization (part III - Optimization). Participants will learn to use the state-of-the-art statistical software R and apply the content of the lecture to optimize multi-parameter problems typically encountered in an industrial setting. After attending the course participants will be able to analyze experimental data according to established statistical procedures (test for outliers, confidence intervals for a single response and differences between observations of pairs of responses, evaluation and planning of sample sizes). Part II Design of Experiments enables the participants to plan experiments for maximal efficiency and analyze the reliability of the parameters extracted from the data (determination and understanding of the relevance of process variances, confidence intervals and significance of extracted process parameters). Participants furthermore will be skilled in using least-squares methods applied to data analysis and model building. During part III Optimization participants will learn to optimize multidimensional systems which include interaction between the controlling factors and multiple, possibly conflicting targets.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Hausarbeit</p>	5	2	ET-IHF-48
<p>Electromagnetic Compatibility with Seminar</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden sind in der Lage gegenseitige Stör- und Beeinflussungsszenarien bei existierenden elektrotechnischen und elektronischen Systemen und Komponenten mit Hilfe von Störaussendungspegeln und Empfindlichkeiten zu analysieren. Die Studierenden sind in der Lage geeignete Schutz- und Abhilfemaßnahmen zu wählen. Die Studierenden sind in der Lage bei Planung und Design von Anlagen und Systemen EMV-Aspekte frühzeitig vorzusagen, sowie sich für kostengünstige Lösungen zu entscheiden. Die Studierenden sind in der Lage die Zuständigkeiten für die EMV- Produktsicherheit anhand der Normenlage zu beschreiben. Die Studierenden sind in der Lage die EMV-Produktsicherheit anhand von Ausfallmechanismen zu bewerten. Die Studierenden können aktuelle Themen der EMV selbständig recherchieren, strukturieren und einem Auditorium vorstellen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: 60 Min. Klausur oder mündliche Prüfung, Vortrag eines Seminarthemas</p>	6	1	ET-IEMV-13
<p>RF CMOS IC Design</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls haben die Studierenden Kenntnisse über analoge Empfangs- und Senderschaltungen in CMOS-Technologie erworben und besitzen ein fortgeschrittenes Verständnis des Entwurfs und der Funktion moderner analoger integrierter Schaltungen für Mobilfunkanwendungen (z. B. Hochfrequenzverstärkerschaltungen, Simulation des elektronischen Rauschens). Sie besitzen grundlegende Kenntnisse in der Anwendung des Entwurfswerkzeugs Spectre-RF, das in der Industrie für das Design analoger integrierter Schaltungen weit verbreitet ist. Gemäß didaktischem Konzept der Veranstaltung und Ausgestaltung der einzelnen Bestandteile werden überfachliche Qualifikationen vermittelt bzw. eingeübt. Im Rahmen von Ausarbeitungen, Kolloquien und Abschlusspräsentationen sind dies wissenschaftliches Schreiben u. Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Min.</p>	8	2	ET-BST-14

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Applied Quantum Computing: Basics and Devices</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - The students can name the prerequisites for the realization of qubits as well as typical platforms and explain their significance. - Students will be able to name the strengths and weaknesses of different hardware platforms in common application scenarios and weigh them against each other. - The students can name the essential process steps for the realization of different quantum computer platforms and to explain challenges that may arise in the manufacturing process. - Students will be able to use an exemplary platform to explain how selected quantum gates can be realized. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten, alternativ zur Prüfung: Hausarbeit mit Abschlussvortrag</p>	5	1	ET-IHT-62
<p>Surface Physics and experimental methods</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls können die Studierenden die Methoden der Oberflächenphysik insbesondere Rasterkraftmethoden beschreiben. Sie können das Wachstum von Nanostrukturen erläutern. Die erworbenen Kenntnisse können in Bezug zu aktuellen Forschungsergebnissen gesetzt werden.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten</p>	5	1	PHY-AP-45
<p>Experimental Aspects of Quantum Computing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>The students learn and know the fundamentals in quantum physics for the realization of qubits. They transfer the physical concepts of superconductivity and spintronics into the context of 'quantum computing'. They learn possible structuration methods to represent qubits in real systems and can implement experimental techniques, e. g., charge and spin transport at low temperature.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (45 Min.)</p>	5	2	
<p>Magnetic Quantum Systems</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p>The students comprehend the quantum mechanical foundations of magnetism. They know the theoretical models to describe them and can calculate their static and dynamic properties. The students know the experimental methods to study the properties of magnetic quantum systems as well as the fundamental prerequisites for such studies. They can theoretically describe the fundamental influence of the environment on the properties of magnetic quantum systems. They also know how this can be used to tailor their properties in the desired manner. The students are aware of the most important realizations of magnetic quantum systems, like molecular magnets and defect centers in diamond and have first insights into the current state of research in those areas. They also know some of the applications that magnetic quantum systems are used for. For specific topics on current research they will elaborate seminar presentations with literature research that they will present in a short talk.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten (je nach Teilnehmerzahl)</p> <p>Studienleistung: Referat</p>	5	1	

Vertiefungsrichtung Quantum Information Processing and Quantum Computing

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Information Theory</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Im Modul wird eine Einführung in die Grundlagen der Shannonschen Informationstheorie gegeben. Ziel ist es, dass die Studierenden wesentliche informationstheoretische Resultate zur maximal möglichen verlustlosen (Quellencodierung) und verlustbehafteten (Rate-Distortion-Theorie) Komprimierung von Daten und zur maximalen Geschwindigkeit einer zuverlässigen Datenübertragung (Kanalcodierung) herleiten können. Die für die analytischen Betrachtungen benötigten Hilfsmittel in Form von Informationsmaßen (Entropie, Transinformation, Kapazität usw.) sowie deren Eigenschaften (typische Sequenzen) werden ebenso behandelt wie in der Praxis einsetzbare, einfache Codes (Block-Codes und Turbo-Codes und Polar-Codes).</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Klausur 90 Min oder mündliche Prüfung 30 Min</p>	5	1	ET-NT-72
<p>Network Information Theory</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie.</p> <p>After completing the lecture, the students will know the building blocks of complex communications networks, i.e., the multiple-access channel, the broadcast channel, the relay channel and the interference channel, their achievable rates and capacity regions including coding and decoding schemes. In addition, the students obtain knowledge to design future wireless and multi-hop as well as ad-hoc networks. They master information-theoretic and mathematical tools to prove coding theorems. They know the state of the art as well as open problems in network information theory.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Written exam 90 minutes or oral examination 30 minutes</p>	6	2	ET-NT-65
<p>Coding Theory (MPO 2011)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Nach Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über das Verständnis für die informationstheoretischen Grenzen der Datenübertragung und haben Kenntnisse über die Verfahren zur Quellen- und Kanalcodierung in Theorie und Anwendung erlangt. Die Studierenden sind in der Lage die Leistungsfähigkeit der von Quellen- und Kanalcodierungsverfahren einzuschätzen und einfache Codes zu konstruieren.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 20 Minuten oder Klausur 120 Minuten Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis</p>	5	2	ET-NT-42
<p>Entanglement as a resource for quantum computation and quantum information</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The students will learn the basics and mathematical descriptions of quantum entanglement both for pure and mixed quantum mechanical states. They will investigate the measures of entanglement and will apply them to particular (two- and many-particle) examples. By making use of the concept of entanglement and of quantum logical gates, the students will learn how to develop and apply quantum teleportation, cryptography and computation protocols.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Examination: oral exam 30 minutes Credit (Studienleistung): active participation in tutorial</p>	5	2	

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Topological quantum computing</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Understanding exchange statistics (fermions, bosons, anyons), knowledge of topological concepts in condensed matter, being able to apply braiding and fusion rules for non-abelian anyons, get to know topological models, application of concepts of topological quantum computing</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Examination: oral exam 30 minutes Credit (Studienleistung): active participation in tutorial</p>	5	2	
<p>Software Architecture</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Upon completion of this module, students have an in-depth understanding of software architecture. They know the problems in architecture design and can apply solution strategies that lead to the development of high-quality software architectures.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes, or term paper</p>	5	1	INF-SSE-50
<p>Approximation Algorithms (MPO 2014)</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Participants know the necessity and role of approximation algorithms. They can master the most important techniques for analysis and complexity of approximation algorithms for designing, including the validity of upper and lower bounds.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) Non-graded work: 50% of the exercises must be passed</p>	5	1	INF-ALG-27
<p>Online Algorithms</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> - Kompetitive Analyse von Algorithmen - Paging - Online-Packen - Online-Scheduling - Online-Suche - Fallstudien aus aktuellen Forschungsproblemen</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsvorleistung: ausreichende Menge von Punkten bei korrigierten Übungen; Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben</p>	4	1	INF-ALG-07
<p>Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - understand the applied methods and are able to analyze these - master the foundations of the field - are able to them into a larger context</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Graded examination (Prüfungsleistung): 1 oral exam according to examiner's specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): 1 homework or 1 presentation according to lecturer's specifications</p>	5	1	AT-STD7-60

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p data-bbox="172 185 611 215">Introduction to Quantum Information Theory</p> <p data-bbox="172 237 344 266"><i>Qualifikationsziele:</i></p> <p data-bbox="172 266 284 295">The students</p> <ul data-bbox="172 295 951 577" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="172 295 951 342">- understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture <li data-bbox="172 342 951 389">- understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods <li data-bbox="172 389 667 418">- are able to analyze and apply the methods of the lecture <li data-bbox="172 418 922 465">- acquainted with the basic objects, constructions, and mathematical theorems and their proofs of quantum information theory <li data-bbox="172 465 938 512">- obtain an understanding of the similarities of, and the fundamental differences between, classical information theory and quantum information theory <li data-bbox="172 512 898 577">- learn about applications of quantum information theory in quantum computing and communication. <p data-bbox="172 600 360 629"><i>Prüfungsmodalitäten:</i></p> <p data-bbox="172 629 951 676">Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p data-bbox="172 676 978 750">Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>	6	2	MAT-STD7-54

Überfachliche Qualifikation

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Industrial Internship</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Im Rahmen des Industriefachpraktikums erfolgt eine vertiefende Vorbereitung auf das Berufsleben durch eine Tätigkeit direkt in einem Industrieunternehmen im Umfang von mindestens 10 Wochen. Die Studierenden erlangen Einblicke in organisatorische und betriebliche Abläufe und Strukturen sowie in die Arbeitsmethoden der Wirtschaftsingenieurtätigkeit in Industriebetrieben. Innerhalb der großen Vielfalt und Breite der strukturellen Bereiche (z. B. Forschung, Entwicklung, Produktion, Vertrieb, ...) und Tätigkeitsfelder (z.B. Hard- oder Software-Entwicklung, Produktionsplanung, Qualitätssicherung, Vertrieb, (Projekt-)Management, ...) in einem Industrieunternehmen wird hierbei eine exemplarische Auswahl mit einem vertieften Kennenlernen eines oder weniger dieser Bereiche bzw. Felder erwartet. Ziel des Moduls ist die Weiterentwicklung situations- und aufgabengerechter Handlungsmuster und Techniken sowie eine Fortentwicklung und Adaption der im Studium vermittelten Methodenkompetenz in der ingenieurmäßigen Lösung technischer Fragestellungen bzw. in der Lösung von Fragestellungen im Schnittstellenbereich zwischen Wirtschaftswissenschaften und Technik. Dazu vertiefen die Studierenden ihre überfachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten (z.B. Gesprächs- und Verhandlungsführung, Präsentationstechnik, Dokumentation,...) beispielsweise durch Teilnahme an Besprechungen oder durch die Einbeziehung in konzeptionelle, planerische oder Management-Aufgaben. Außerdem führen sie eigene Wirtschaftsingenieurstätigkeiten (z.B. in der konzeptuellen Planung, Entwicklung oder Qualitätssicherung) selbstständig aus und vertreten diese. Dabei wenden Sie die im Studium vermittelten fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten auf praktische Aufgabenstellungen im industriellen Umfeld an. Die im Rahmen des Industriefachpraktikums geleisteten Tätigkeiten des Praktikums sind in einem unbenoteten Vortrag darzulegen. Der Vortrag wird einschließlich Vor- und Nachbereitung mit einem Umfang von 3 LP innerhalb der 12 LP dieses Moduls berücksichtigt.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Abschlussreferat gemäß gesonderter Ordnung „Praktikumsrichtlinien der FK Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik“ in der jeweils zu Beginn des Studiums gültigen Fassung.</p>	12	3	ET-STDE-04
<p>Master's Team Project</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Das Master-Teamprojekt wird grundsätzlich in Gruppen von mindestens drei Studierenden absolviert, die an einer übergeordneten Themenstellung den Entwurf, die Analyse, den Aufbau oder die Simulation eines elektro- oder informationstechnischen Systems beispielhaft durchführen.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Studienleistung: Das Master-Teamprojekt entspricht in den Prüfungsanforderungen dem Entwurf (§ 9 Abs. 6 APO). Für das Master-Teamprojekt ist zu Beginn eine schriftliche Projektplanung vorzulegen, die im Verlaufe des Projektes aktualisiert werden soll. Der Vergleich zwischen Anfangsplanung und tatsächlichem Verlauf ist im Abschlussbericht darzulegen und zu begründen. Die Ergebnisse des Master-Teamprojekts sind in einem Bericht zusammenzufassen, in dem die individuellen Beiträge der Projektteilnehmer kenntlich zu machen sind. Ferner sind die Ergebnisse in einer Präsentation (§ 4 Abs. 13 BPO) darzustellen.</p>	8	3	ET-STD-52
<p>Professionalisation</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Schlüsselqualifikationen werden aus den im folgenden aufgeführten Bereichen erlangt: - Handlungsorientierte Angebote, Wissenschaftskulturen Hierzu sind Veranstaltungen aus dem Gesamtprogramm (Pool) überfachlicher Lehrveranstaltungen der Technischen Universität Braunschweig zu wählen. Die Art der Prüfungs- oder Studienleistung und die Anzahl der Leistungspunkte werden für jede Modalausprägung individuell bekannt gegeben. https://www.tu-braunschweig.de/studium-lehre/im-studium/lehrveranstaltungen Der Studiendekan sorgt dafür, dass in jedem Semester eine Liste der zur Verfügung stehenden Lehrveranstaltungen veröffentlicht wird, in der Empfehlungen für besonders praxisnahe Veranstaltungen gegeben werden. - Seminarvortrag Seminarvortrag an einem der am Studiengang beteiligten Institute der Fakultät EITP. Es ist eine eigenständige Auseinandersetzung mit einem Thema unter Einbeziehung und Auswertung einschlägiger Literatur sowie die Darstellung und die Vermittlung der Ergebnisse im mündlichen Vortrag sowie in einer anschließenden Diskussion zu leisten.</p> <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Studienleistung: nach Vorgaben der belegten Lehrveranstaltung aus dem Pool; Seminarvortrag: Präsentation gemäß § 4 Abs. 14 .</p>	4	2	ET-STDE-56

Abschlussmodul

Modulname, Qualifikationsziele, Prüfungsmodalitäten	LP	Semester	Mod.Nr.
<p>Master's Thesis + Presentation</p> <p><i>Qualifikationsziele:</i> Mit dem erfolgreichen Absolvieren der Abschlussarbeit (§ 14 APO) und der Präsentation demonstriert der/die Studierende, dass er/sie in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus der gewählten Fachrichtung selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die Qualifikationsziele des Studiengangs (Anlage 1, § 2 APO) spiegeln sich in der Durchführung und in den Ergebnissen der Abschlussarbeit hinsichtlich der folgenden Bestandteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige Einarbeitung und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines grundlegend für die Weiterentwicklung und Forschung auf dem Gebiet der Elektrotechnik relevanten Themas. • Literaturrecherche und Darstellung des Stands der Technik • Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen für ein wissenschaftliches Problem • Darstellung der Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung • Präsentation der wesentlichen Ergebnisse in verständlicher Form • Vertiefung und Verfeinerung von Schlüsselqualifikationen: Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und rhetorischer Fähigkeiten. <p><i>Prüfungsmodalitäten:</i> Prüfungsleistung: Anfertigen der Masterarbeit (28 LP) Prüfungsleistung: Präsentation (gemäß §4 Abs. 14 BPO) (2 LP) Die Bewertung der Präsentation geht mit doppelter Gewichtung in die Gesamtnote des Abschlussmoduls ein.</p>	30	4	ET-STDE-51