

SPECIAL PART OF THE EXAMINATION REGULATIONS FOR THE

**MASTERS PROGRAMME**

**QUANTUM TECHNOLOGIES**

**IN ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING**

AT

TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING, INFORMATION

TECHNOLOGY, PHYSICS

This translation of the German version dated 23.10.2023 is provided for information purposes only.

If there is a discrepancy or inconsistency of meaning or interpretation between the English version and the original German version, the German version shall prevail.

## Design and basic structure of the Master's programme

(This page is not part of the special part of the examination regulations)

<b>Compulsory area Fundamentals (15 credits)</b>	Ambits of Electromagnetic Field Theory (5 credits)	
	Advanced Quantum Technology for Engineers (5 credits)	
	Quantum Information Processing and Quantum Computing (5 credits)	
<b>Compulsory elective course (50 credits)</b>	Specialisation (elective area)	
	Quantum Structure Devices (QSD)	Quantum Information Processing and Quantum Computing (QIC)
	Specialisations in the major elective area (30 credits)	
	Specialisations in the minor elective area (20 credits)	
<b>Interdisciplinary qualification (25 credits)</b>	Master team project or industrial internship (8-12 credits)	
	Professionalisation (10-14 credits)	
	Seminar (3 credits)	
Final module (Master's thesis + presentation) (30 credits)		

Areas	1st semester	2nd semester	3rd semester	4th semester
<b>Compulsory area Fundamentals</b>		Ambits of Electromagnetic Field Theory (5 credits)		
	Advanced Quantum Technology for Engineers (5 credits)			
	Quantum Information Processing and Quantum Computing (5 credits)			
<b>Compulsory electives</b>	Specialisation in one of the two elective areas (30 credits) - Quantum Structure Devices (QSD) - Quantum Information Processing and Quantum Computing (QIC) Additional elective modules from the respective other elective area (minor elective 20 credits)			
<b>Interdiscipli nary qualification</b>	Professionalisation subjects (10-14 credits) Seminar (3 credits)		Master team project or Industrial internship (8-12 credits)	
<b>Final module</b>				Master's thesis + presentation (30 credits)

## **Special Part of the Examination Regulations for the Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering Master's Degree Programme at Technische Universität Braunschweig**

The Faculty Council of the Faculty of Electrical Engineering, Information Technology, Physics (FK EITP) has decided on 23.01.2023 to supplement the regulations of the general part of the examination regulations for the Bachelor's, Master's, Diploma and Master's degree programmes (APO) of the Technische Universität Braunschweig (TU Braunschweig) with the following special part of the examination regulations for the Master's degree programme Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering.

### **1**

#### **Standard period of study**

(1) This examination regulation governs examination procedure, study regulations and provisions for the Quantum Technologies in Electrical and Computer Engineering master's program at the Faculty of Electrical Engineering, Information Technology, Physics.

(2) The standard period of study (Regelstudienzeit) for this Master's degree programme is four semesters.

### **2**

#### **Degree and awarded certificate**

(1) TU Braunschweig awards the academic degree Master of Science (MSc) to candidates who have successfully passed the Master's examination. The TU Braunschweig issues a certificate in German and English with the date of the certificate in accordance with the template of the APO.

(2) In addition, a certificate and a diploma supplement are issued in German and English according to the templates in the APO appendixes, taking into account the course-specific components. The programme-specific components of the Diploma Supplement are listed in Appendix 1.

(3) According to the APO, Section 16, Paragraph 2, the transcript of records specifies the grades for the individual modules and the credits awarded. The grade "passed with distinction" ("mit Auszeichnung bestanden") is awarded with a grade point average of less than 1.2 as part of the calculation of the overall grade. Ungraded modules (§ 4 Para. 2) are listed with their credits.

### **3**

#### **Structure and scope of the study programme**

1) The degree programme is organised in modules and comprises a total of 120 credits. The programme is structured as follows:

- Compulsory area Fundamentals (15 credits), according to Appendix 2
- Compulsory elective area (50 credits), divided into major elective area (30 credits) and minor elective area (20 credits) from the elective areas according to Appendix 3:

- Quantum Structure Devices
- Quantum Information Processing and Quantum Computing

In the course of study, one of the two elective areas is to be defined as the major elective area. Modules with a total of 30 credits have to be taken. In the other elective area (minor elective area), modules amounting to 20 credits have to be taken.

- Interdisciplinary qualification (25 credits) with the areas of
  - Professionalisation (10-14 credits)
  - Industrial internship or Master's team project (8-12 credits)
  - Seminar (3 credits)
- Final module (30 credits)

(2) In addition, in the area of interdisciplinary qualification, elective modules with a volume of 10-14 credits have to be taken, which primarily serve the acquisition of methodological and social competences (key qualifications). These consist of corresponding modules with interdisciplinary and practical offers for the teaching of interdisciplinary and practical professional qualifications and competences. In addition, a seminar lecture has to be held at one of the institutes involved in the degree programme, which is weighted with 3 credits (Appendix 3). The interdisciplinary qualification/professionalisation is an ungraded coursework according to § 4 Para. 2.

(3) Furthermore, an industrial internship (Appendix 3) has to be completed during the course of study, in which the acquired knowledge and skills are practically applied in engineering activities. Further details are regulated in Section 4, Para. 7. The industrial internship can be replaced by a Master's team project, the examination requirements of which correspond to the draft according to Section 9, Para. 6 APO. It should be carried out in groups of at least three students, who carry out the design, analysis or simulation of an electrical or information technology system on a superordinate topic as an example. The team project should be carried out during the semester and is usually limited to one semester. The results are to be summarised in a report in which the individual contributions of the project participants are to be identified. Furthermore, the results shall be presented in a presentation in accordance with Section 9 APO.

(4) A total of 65 credits from the compulsory area and the compulsory elective area with major and minor electives and 25 credits from the interdisciplinary qualification have to be completed.

(5) The final module comprises 30 credits. Details are governed by § 5.

(6) A course may not be included in different modules. Modules or courses that have already been completed in a Bachelor's degree programme and certified on the relevant certificate may not be included. For the recognition of corresponding additional examinations, § 6 paragraph 3 APO shall apply.

(7) In the compulsory elective area, a maximum of three Bachelor's modules may be selected from the module handbook of this Master's degree programme, which are marked as such there.

## 4

### Examination and study achievements

(1) The Master's examination consists of the subject examinations of the modules and the Master's thesis.

- (2) A module is usually completed by an examination. The possible examination forms result from Section 9 APO. A module can also be completed by a graded or ungraded coursework (performance record) instead of an examination.
- (3) The modules, qualification objectives, type and scope of the assigned examination or coursework and the number of assigned credits are specified in Appendixes 2 and 3. The examination contents result from the qualification objectives of the modules. For their interpretation, the professional requirement may also be used as an alternative.
- (4) Upon application, the examination board may approve further modules in the areas of compulsory electives or professionalisation which have not yet been included in Appendixes 2 to 3.
- (5) In the case of modules with partial examinations in which graded certificates of achievement can also be provided, the grades of the certificates of achievement shall not be included in the grading of the module.
- (6) The examinations of the Master's examination shall be taken during the course of study. With the exception of the examinations and study achievements mentioned in Para. 13, the examinations shall be offered every semester.
- (7) The industrial internship of 10 weeks shall be carried out in accordance with the internship guidelines of the FK EITP (guidelines) as amended from time to time. The internship is an ungraded study achievement according to § 4 Para. 2.
- (8) A change of the major and minor electives or a change of the examination subject or subjects in the electives is possible in the course of the entire degree programme. It is permissible not to repeat a maximum of three examinations in elective areas which have not been passed at the first attempt outside the standard period of study, provided that alternative options (Appendix 3) exist. In accordance with the regulations in Section 18 Para. 1 APO, it is permissible to replace a maximum of three passed examinations in the elective areas with additional examinations from the same area.
- (9) If more modules are completed than specified in these examination regulations, the passed examinations from the elective modules with the best grades shall be used to calculate the overall grade, unless the student has requested otherwise. The other elective modules passed are treated as additional examinations according to Section 18 APO. The upper limit according to Section 16 Para. 2 Sentence 5 APO shall not apply.
- (10) In deviation from Section 6 Para. 6 APO, recognition for an examination can also be applied for if an examination attempt has already been made for this examination at the TU Braunschweig.
- (11) In deviation from § 6 Para. 9 APO, modules which can be recognised according to these examination regulations and which have been completed or are to be completed at other universities shall also be recognised by the examination board if the application for recognition is only submitted to the examination board after the start of the stay at the other university. Failed attempts within the framework of recognised modules at other universities shall remain unconsidered.
- (12) The language of the courses and examinations shall generally be English. If the course, together with the examination language and examination modalities, is marked as a German-language course in the course catalogue and the module guide, the language of the course and examination shall be German. Students have the option of submitting an informal application for an English-language examination to the examination board by the deadline set by the examination board.
- (13) In addition to § 9 Para. 1 of the APO, the following examination and study achievements are included:

- a) Project work, design project: methodical-practical design of an electro-technical or information-technical system, a circuit, structure or the like with the help of engineering methods, design software, etc. The results shall be presented in a written paper. The results are presented in a written paper and/or a presentation or a colloquium.
- b) Upper seminar: one or more presentations in accordance with § 9 Para. 7 APO on current topics. The focus is on preparatory exercises for scientific writing and publishing.
- c) Laboratory course: Sequence of several experimental works (§ 9 APO), which are to be completed in the form of laboratory experiments, each with independent preparation, execution of the experiment, oral explanation (colloquium) and protocol.

## 5

### Final module

- (1) The final module consists of the Master's thesis (28 credits) and a presentation (2 credits). Both parts have to be passed separately. If the Master's thesis is not passed, the entire final module is not passed and can be repeated according to the regulation in § 14 APO.
- (2) Students who have completed at least 60 credits of examinations and coursework, have been definitively admitted to the Master's programme and have passed the module examinations of the modules listed below may be admitted to the Master's thesis upon application: Ambits of Electromagnetic Field Theory, Advanced Quantum Technology for Engineers and Introduction to Quantum Information Technology and QC.
- (3) The time from the issue of the topic to the delivery of the Master's thesis is a maximum of six months. The topic can only be returned once and within two months after issue. The examination committee may extend the processing time by up to one third in exceptional cases upon justified application.
- (4) As a rule, the presentation according to Paragraph 1 shall be held before the first and second examiners of the Master's thesis. Instead of the second examiner, the first examiner may appoint an assessor according to § 5 Para. 1 APO.
- (5) The presentation may be held up to four weeks before the set submission date of the Master's thesis.
- (6) The assessment of the Master's thesis as well as the presentation shall normally be carried out within six weeks after submission of the Master's thesis.
- (7) The Master's thesis shall be written in English. Other languages may be approved by the examination board upon application if this appears appropriate due to the topic and/or the person of the examiners. In this case, a summary in English has to be included.

## 6

### Mentors and counselling interviews

- (1) Each student is assigned a professor as a mentor at the beginning of the programme. A change of mentor is possible at the request of one of the participants.

(2) In the course of the Master's programme, preferably in the first semester, each student must have at least one counselling interview with his or her mentor. The mentor shall issue a certificate of participation in the respective counselling interview, which has to be submitted to the examination board by the end of the semester in question.

(3) If less than 30 credits have been achieved by the end of the second semester of study, a further mentoring interview shall take place as a compulsory counselling interview within the meaning of § 8 Para. 2 APO. In deviation from § 8, Para. 2, Sentence 2 APO, the proof of participation is not a prerequisite for admission to further study and examination achievements.

## 7

### **Registration and admission to examinations**

(1) The provisions of the APO as amended from time to time shall apply to the registration, admission and repetition of examinations.

(2) The examination office shall inform the candidate in writing of the date of the oral supplementary examination. It shall be set in consultation with the examiners and the candidate at the latest one month after the grades of the written performance have been announced. The oral supplementary examination may not take place later than the end of the third month after the grades of the written performance have been announced. In case of sickness, a medical certificate has to be submitted immediately. From the second notification of illness onwards, a medical certificate from an official doctor has to be submitted.

(3) Section 5, Paragraph 4 of the APO shall apply accordingly to the last retake attempt for oral examinations.

## 8

### **Part-time study**

(1) The Master's degree programme is suitable for part-time study in accordance with § 22 of the Matriculation Regulations. Thus, a maximum of 15 credit points can be acquired in successive semesters. The application for admission to part-time studies have to be addressed to the Admissions Office and have to be accompanied by an individual study plan, which has to be confirmed by signature of the chairperson of the examination board or a person appointed by him/her. It should be noted that practical courses and experimental exercises in particular, which take place over a period of one or more weeks, have to be attended throughout the entire working day.

## 9

### **Entry into force and transitional provisions**

(1) These examination regulations shall enter into force on 01.10.2023.

## Appendix 1: Diploma Supplement – Programme-specific Components

### 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.

### 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 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 Quantenstrukturbaulemente 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 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

#### 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.

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

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 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

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.

In European Credit Transfer System (ECTS) the ECTS 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 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](http://www.tu-braunschweig.de)  
[www.tu-braunschweig.de/eitp](http://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

**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](http://www.tu-braunschweig.de)  
[www.tu-braunschweig.de/eitp](http://www.tu-braunschweig.de/eitp)

**7. Certification**

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

Certificate dated xxxx

**Appendix 2: Compulsory area**

Name of module, qualification objectives, examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Advanced Quantum Technology for Engineers</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: ein Referat (§ 9 Absatz 7 APO)</p>	5	1	ET-IEMV-11



**Appendix 3: Compulsory elective area****Specialisation Quantum-Structure Devices**

<b>Name of module, Qualification objectives, Examination modalities</b>	<b>Credits</b>	<b>Semester</b>	<b>Mod. No.</b>
<p>LED Technology and Optical Sensing</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	1	ET-IHT-55
<p>Nonlinear Photonics</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: schriftliche Prüfung 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	2	PHY-AP-43
<p>Semiconductor Technology (2013)</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	2	ET-IHT-42

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Molecular Electronics</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: Präsentation</p>	5	2	ET-IHT-60
<p>Nanoelectronics</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</p>	5	2	ET-IHF-31
<p>Measurement electronics with experiments</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Statistics, Design of Experiments, Optimization</p> <p><i>Qualification objectives:</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).</p> <p>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.</p> <p>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>Examination modalities:</i>            Prüfungsleistung: Hausarbeit</p>	5	2	ET-IHF-48
<p>Electromagnetic Compatibility with Seminar</p> <p><i>Qualification objectives:</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 vorauszusagen, 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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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.</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>Examination modalities:</i>            Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Min.</p>	8	2	ET-BST-14



Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Applied Quantum Computing: Basics and Devices</p> <p><i>Qualification objectives:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The students can name the prerequisites for the realization of qubits as well as typical platforms and explain their significance.</li> <li>- Students will be able to name the strengths and weaknesses of different hardware platforms in common application scenarios and weigh them against each other.</li> <li>- 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.</li> <li>- Students will be able to use an exemplary platform to explain how selected quantum gates can be realized.</li> </ul> <p><i>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i></p> <p>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (45 Min.)</p>	5	2	
<p>Magnetic Quantum Systems</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i></p> <p>Prüfungsleistung: mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 120 Minuten(je nach Teilnehmerzahl)</p> <p>Studienleistung: Referat</p>	5	1	

## Specialisation Quantum Information Processing and Quantum Computing

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Information Theory</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: Klausur 90 Min oder mündliche Prüfung 30 Min</p>	5	1	ET-NT-72
<p>Network Information Theory</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung 20 Minuten oder Klausur 120 Minuten Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis</p>	5	2	ET-NT-42

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Entanglement as a resource for quantum computation and quantum information</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Examination: oral exam 30 minutes Credit (Studienleistung): active participation in tutorial</p>	5	2	
<p>Topological quantum computing</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Examination: oral exam 30 minutes Credit (Studienleistung): active participation in tutorial</p>	5	2	
<p>Software Architecture</p> <p><i>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i> Graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) Non-graded work: 50% of the exercises have to be passed</p>	5	1	INF-ALG-27
<p>Online Algorithms</p> <p><i>Qualification objectives:</i> - Kompetitive Analyse von Algorithmen - Paging - Online-Packen - Online-Scheduling - Online-Suche - Fallstudien aus aktuellen Forschungsproblemen</p> <p><i>Examination modalities:</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

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory</p> <p><i>Qualification objectives:</i> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture</li> <li>- understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods</li> <li>- are able to analyze and apply the methods of the lecture</li> <li>- understand the applied methods and are able to analyze these</li> <li>- master the foundations of the field</li> <li>- are able to them into a larger context</li> </ul> <p><i>Examination modalities:</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
<p>Introduction to Quantum Information Theory</p> <p><i>Qualification objectives:</i> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture</li> <li>- understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods</li> <li>- are able to analyze and apply the methods of the lecture</li> <li>- acquainted with the basic objects, constructions, and mathematical theorems and their proofs of quantum information theory</li> <li>- obtain an understanding of the similarities of, and the fundamental differences between, classical information theory and quantum information theory</li> <li>- learn about applications of quantum information theory in quantum computing and communication.</li> </ul> <p><i>Examination modalities:</i> Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Examination modalities gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>	6	2	MAT-STD7-54

## Interdisciplinary Qualification

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p>Industrial Internship</p> <p><i>Qualification objectives:</i></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 credits innerhalb der 12 credits dieses Moduls berücksichtigt.</p> <p><i>Examination modalities:</i></p> <p>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>Qualification objectives:</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>Examination modalities:</i></p> <p>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>Qualification objectives:</i></p> <p>Schlüsselqualifikationen werden aus den im folgenden aufgeführten Bereichen erlangt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Handlungsorientierte Angebote, Wissenschaftskulturen</li> </ul> <p>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 Modulausprägung individuell bekannt gegeben.</p> <p><a href="https://www.tu-braunschweig.de/studium-lehre/im-studium/lehrveranstaltungen">https://www.tu-braunschweig.de/studium-lehre/im-studium/lehrveranstaltungen</a></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminarvortrag</li> </ul> <p>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>Examination modalities:</i></p> <p>Studienleistung: nach Vorgaben der belegten Lehrveranstaltung aus dem Pool;</p> <p>Seminarvortrag: Präsentation gemäß § 4 Abs. 14 .</p>	4	2	ET-STDE-56

## Final module

Name of module, Qualification objectives, Examination modalities	Credits	Semester	Mod. No.
<p><b>Master's Thesis + Presentation</b></p> <p><i>Qualification objectives:</i></p> <p>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 Qualification objectives 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"> <li>• Selbstständige Einarbeitung und wissenschaftlich methodische Bearbeitung eines grundlegend für die Weiterentwicklung und Forschung auf dem Gebiet der Elektrotechnik relevanten Themas.</li> <li>• Literaturrecherche und Darstellung des Stands der Technik</li> <li>• Erarbeitung von neuen Lösungsansätzen für ein wissenschaftliches Problem</li> <li>• Darstellung der Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung</li> <li>• Präsentation der wesentlichen Ergebnisse in verständlicher Form</li> <li>• Vertiefung und Verfeinerung von Schlüsselqualifikationen: Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und rhetorischer Fähigkeiten.</li> </ul> <p><i>Examination modalities:</i></p> <p>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 Gesamnote des Abschlussmoduls ein.</p>	30	4	ET-STDE-51