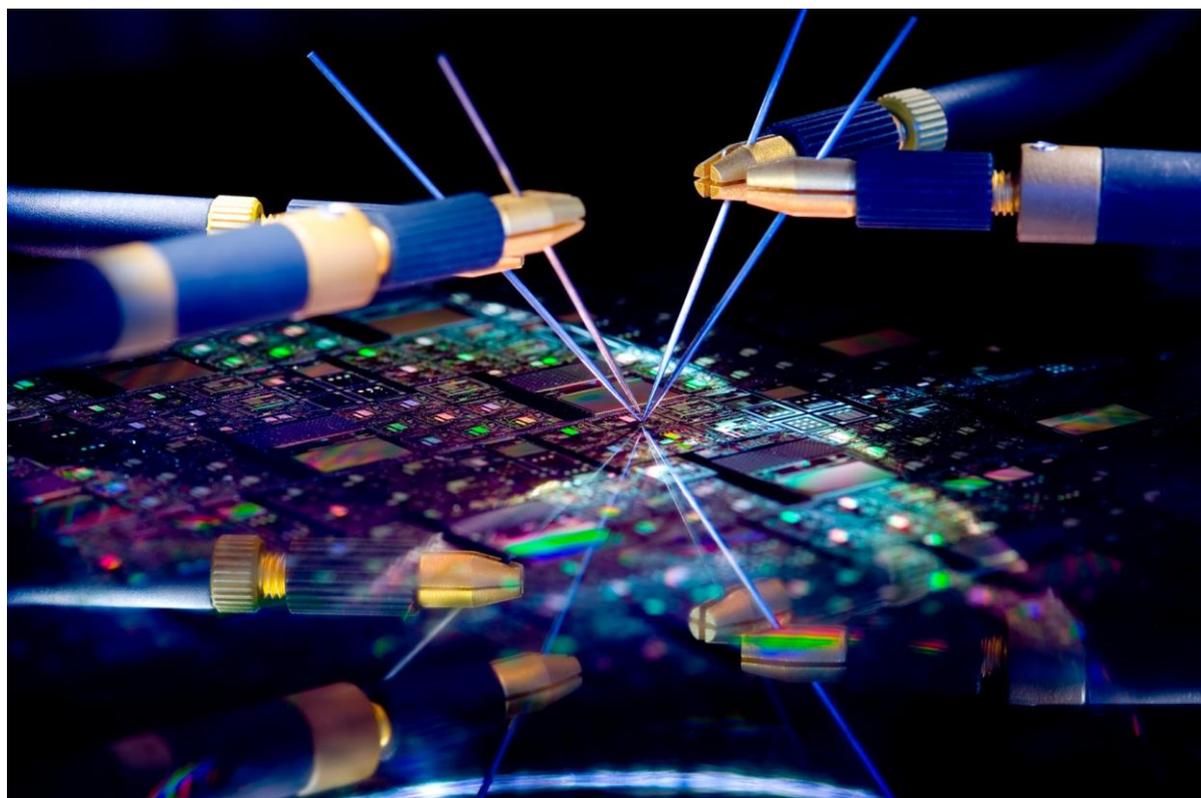




**FAKULTÄTENTAG**  
für Elektrotechnik und  
Informationstechnik



**Fachqualifikationsrahmen für Studiengänge  
und Promotionen in Elektrotechnik und  
Informationstechnik**

**Empfehlungen für Universitäten**

# Fachqualifikationsrahmen für Studiengänge und Promotionen in Elektrotechnik und Informationstechnik

## Empfehlungen für Universitäten

Empfehlungen der Ständigen Kommission des Fakultätentages für Elektrotechnik und Informations-  
technik für Universitäten, verabschiedet auf der 64. Plenarsitzung des FTEI e.V. am 10.07.2020

### **Herausgeber:**

FTEI Fakultätentag für Elektrotechnik und Informationstechnik e.V.  
c/o VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.  
Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main

### Redaktion:

Die Ständige Kommission des FTEI

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	3
<b>A – Hintergrund und Struktur</b> .....	4
1. Der FTEI e.V. ....	4
2. Grundprinzipien des vorliegenden Fachqualifikationsrahmens .....	4
3. Zielstellung .....	5
4. Struktur dieses Dokuments .....	5
5. Eckpunkte.....	5
6. Berufliche Kompetenzdimensionen .....	8
7. Fachliche Einordnung des Studiums .....	9
8. Beschreibung von Lernzielen – Taxonomie .....	10
9. Querschnittskompetenzen.....	12
10. Ausstattung und Einbettung .....	13
<b>B – Fachqualifikationsrahmen und Curricula für grundlagen- und methodenorientierte Bachelorstudiengänge</b> .....	14
1. Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen.....	14
2. Zugangsvoraussetzungen .....	16
3. Struktur des Studiums .....	17
4. Fachlichkeit des Studiums – Studieninhalte .....	17
<b>C – Fachqualifikationsrahmen und Curricula für forschungsorientierte Masterstudiengänge</b>	19
1. Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen.....	19
2. Zugangsvoraussetzungen .....	21
3. Struktur des Studiums .....	21
4. Fachlichkeit des Studiums.....	22
<b>D – Fachqualifikationsrahmen für promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik und Informationstechnik</b> .....	23
1. Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen.....	23
2. Zulassung.....	24
3. Struktur der Promotionsphase.....	24

## A – Hintergrund und Struktur

### 1. Der FTEI e.V.

Der Fakultätentag für Elektrotechnik und Informationstechnik e.V. (FTEI) ist der Zusammenschluss der Fakultäten, Fachbereiche und Abteilungen für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) der Universitäten der Bundesrepublik Deutschland. Er verfolgt das in der Satzung festgelegte Ziel, durch Zusammenarbeit seiner Mitglieder Einheitlichkeit in grundsätzlichen Fragen der Forschung und Lehre sowie der akademischen Selbstverwaltung im Bereich der ETIT zu verwirklichen und sicherzustellen.

Um dieses Ziel zu erreichen, diskutiert der FTEI Lehrinhalte und nimmt Stellung zu Fragen der Studien- und Prüfungsordnungen. Insbesondere fördert er die Weiterentwicklung von Lehre und Forschung an Universitäten auf dem Gebiet der ETIT. Er setzt sich für die Verbesserung und den Ausbau einer engen Verknüpfung von Lehre und Forschung ein, koordiniert Maßnahmen, erarbeitet Empfehlungen und vertritt die Ergebnisse innerhalb und außerhalb der Universitäten. Dabei gilt das Hauptaugenmerk der Berufsbefähigung der Absolventinnen und Absolventen.

### 2. Grundprinzipien des vorliegenden Fachqualifikationsrahmens

- 1. Die Berufsbefähigung der Absolventinnen und Absolventen muss in allen Bachelor- und Masterstudiengängen der Elektrotechnik und Informationstechnik sowie in der Promotionsphase gesichert sein.**
- 2. Kompetenzen werden hinsichtlich der erwarteten (incoming) und der vermittelten (outgoing) Kompetenzen unterschieden.**
- 3. Studieninhalte und Kompetenzziele sind für die Auswahl des Studiums und für die Orientierung der Studierenden entscheidend und müssen von den Universitäten beschrieben werden. Zertifikate und Studienzeiten sind ohne Kenntnis der Studieninhalte und Kompetenzziele nicht aussagekräftig.**
- 4. Die Freiheit der Forschung und Lehre an den Universitäten muss gewahrt bleiben. Profilbildung durch hochschulspezifische Studienschwerpunkte muss möglich sein.**
- 5. Den Fachgutachterinnen und -gutachtern (Peers) sollen Kriterien für Akkreditierungsverfahren von Bachelor- und Masterstudiengängen an die Hand gegeben werden, die einfach handzuhaben und zu überprüfen sind.**
- 6. Die Empfehlungen sollen nicht starr formalistisch angewandt werden, sondern geben einen Orientierungsrahmen vor. Abweichungen sollen transparent gemacht und begründet werden.**

### 3. Zielstellung

Ziel des Fachqualifikationsrahmens ist es insbesondere, die für die Begutachtung und damit die Qualitätssicherung von Studiengängen zuständigen Einrichtungen, z. B. Akkreditierungsagenturen oder universitäre Qualitätsbüros, sowie die Peers bei ihrer Bewertung von Studiengängen in der ETIT zu unterstützen. Im Vorfeld von Akkreditierungen soll er zudem den Universitäten als Leitfaden bei der Entwicklung von Studiengängen der ETIT dienen.

Formaler Rahmen für die Entwicklung des Fachqualifikationsrahmens sind die ländergemeinsamen Strukturvorgaben gemäß Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10. Oktober 2003 (i.d.F. vom 04.02.2010)<sup>1</sup>, die wiederum auf den Empfehlungen für Standards und Leitlinien für die Qualitätssicherung im Europäischen Hochschulraum<sup>2</sup> basieren. Auf diese Grundregeln bezieht sich auch der Ende 2017 verabschiedete Staatsvertrag über die Organisation eines gemeinsamen Akkreditierungssystems zur Qualitätssicherung in Studium und Lehre an deutschen Hochschulen (Studienakkreditierungsstaatsvertrag)<sup>3</sup> sowie die diesbezügliche Musterrechtsverordnung<sup>4</sup>. Der Staatsvertrag sieht in Artikel 2 Abs. 3 vor, dass die Qualitätssicherung und -entwicklung durch die Einhaltung formaler und fachlich-inhaltlicher Kriterien gewährleistet werden muss. Innerhalb der fachlich-inhaltlichen Kriterien wird u. a. auf fachlich-inhaltliche Standards verwiesen, die sich auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Forschung befinden, und die Befähigung zu einer qualifizierten Erwerbstätigkeit aufgeführt. Insbesondere hierauf bezieht sich der FTEI mit seinem Fachqualifikationsrahmen.

Zielgruppe für den Fachqualifikationsrahmen sind damit alle Universitäten, die Studiengänge der ETIT anbieten und weiterentwickeln, sowie im Besonderen die Verantwortlichen in Akkreditierungsverfahren.

### 4. Struktur dieses Dokuments

Dieses Dokument gliedert sich in einen allgemeinen Teil (Hintergrund und Struktur, A) sowie die spezifischen Fachqualifikationsrahmen für Bachelor, Master und Promotionsphase (B – D). Diese Abschnitte sind in sich eigenständig und vollständig angelegt. Dadurch bedingte Redundanzen sind bewusst in Kauf genommen, um die Nutzung, z. B. im Rahmen eines Akkreditierungsverfahrens, zu erleichtern.

### 5. Eckpunkte

Dieser von den Mitgliedern des FTEI erarbeitete Fachqualifikationsrahmen geht von folgenden Überlegungen aus:

- i. Der Fachqualifikationsrahmen dient zur Orientierung beim Aufbau neuer und bei der Weiterentwicklung bestehender universitärer ETIT-Studiengänge sowie der Promotionsphase. Gutachterinnen und Gutachtern im Rahmen von Akkreditierungsverfahren soll der Fachqualifikationsrahmen die Überprüfung der Fachlichkeit und Formalien von Bachelor- und Masterstudiengängen erleichtern.

<sup>1</sup> [http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2003/2003\\_10\\_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_10_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf)

<sup>2</sup> [http://www.hrk.de/uploads/media/ESG\\_German\\_and\\_English\\_2015.pdf](http://www.hrk.de/uploads/media/ESG_German_and_English_2015.pdf)

<sup>3</sup> [http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/SO\\_170601\\_StaatsvertragAkkreditierung.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/SO_170601_StaatsvertragAkkreditierung.pdf)

<sup>4</sup> <http://www.akkreditierungsrat.de/fileadmin/Seiteninhalte/KMK/Vorgaben/Musterrechtsverordnung.pdf>

- ii. Auch für interdisziplinäre Studiengänge, die Inhalte aus dem Bereich der ETIT umfassen, z. B. Mechatronik oder Systems Engineering, kann der vorliegende Fachqualifikationsrahmen eine Hilfestellung liefern. Speziell bei der Konzeption von Vertiefungen mit Schwerpunkt ETIT sollte er Berücksichtigung finden.
- iii. Der Fachqualifikationsrahmen beschreibt die drei Qualifikationsstufen Bachelor, Master und Promotion (Stufen 6, 7 und 8 des deutschen bzw. europäischen Qualifikationsrahmens – DQR bzw. EQR – für lebenslanges Lernen für wissenschaftliche Studiengänge sowie die Promotion und des Hochschul-Referenzrahmens). Auf allen Qualifikationsstufen haben Forschung und Lehre allgemein anerkannten Regeln guter wissenschaftlicher Praxis zu folgen. Als Grundlage dient der Kodex „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Forschungsgesellschaft vom 3. Juli 2019<sup>5</sup>.
- iv. Ziel des universitären Bachelorstudiengangs ETIT ist die Vermittlung der fachlichen Grundlagen in einer solchen Breite und Tiefe, dass ein Einstieg in eine berufliche Tätigkeit bzw. eine Vertiefung in einem Masterstudiengang fundiert vorbereitet ist. Der Abschluss eines Bachelorstudiengangs ist die Voraussetzung zur Aufnahme in einen Masterstudiengang.
- v. Im Masterstudiengang werden die im Bachelorstudiengang erworbenen Kenntnisse so erweitert und vertieft, dass die Absolventinnen und Absolventen zur Behandlung komplexer Ingenieuraufgaben und insbesondere zur selbstständigen und verantwortlichen Tätigkeit in Forschung, Entwicklung und Produktion befähigt werden. Der Abschluss eines Masterstudiengangs ermöglicht bei besonderer Eignung die Zulassung zur Promotion. Die Feststellung der besonderen Eignung obliegt der aufnehmenden Universität.
- vi. Die Bachelor- und Masterstudiengänge sind grundlagen- und methodenorientiert. Sie befähigen ihre Absolventinnen und Absolventen zu wissenschaftlich fundierten Innovationen und vermitteln Entscheidungs- und Urteilsfähigkeit sowie die Fähigkeit zur Selbstreflexion. Die Studiengänge haben speziell zum Ziel, die Studierenden durch Methoden- und Systemkompetenz sowie Verständnis für unterschiedliche wissenschaftliche Sichtweisen zu eigenständiger Forschung und Entwicklung anzuregen. Sie lernen, komplexe Problemstellungen aufzugreifen und mit wissenschaftlich fundierten Methoden zu lösen sowie sinnvolle Weiterentwicklungen von Methoden und Werkzeugen anzuregen und durchzuführen. Die Kompetenz zur wissenschaftlich fundierten und verantwortungsvollen Problemlösung sowie zur Kommunikation von Lösungsvorschlägen stellt eine wichtige Grundlage zur Entwicklung von Führungsfähigkeit dar. Universitätsabsolventinnen und -absolventen sollen ausdrücklich auch in der Lage sein, disruptive technische und gesellschaftliche Veränderungen, z. B. die digitale Transformation, frühzeitig zu erkennen, aufzugreifen und positiv zu gestalten.
- vii. Ein wesentliches Ziel ist die Befähigung zum Technologietransfer: Die universitären Bachelor- und Masterstudiengänge bereiten darauf vor, neue wissenschaftliche Konzepte und Methoden in praxistaugliche Lösungen – auch im Rahmen von Ausgründungen – umzusetzen und mit diesen neue Anwendungsfelder zu erschließen.
- viii. Neben dem Erwerb von fachlichem Wissen sowie nicht-technischen Querschnittsqualifikationen werden die Studierenden befähigt, ihre gesellschaftliche, soziale und ethische Verantwortung wahrzunehmen, um so verantwortungsbewusst im Ingenieurberuf zu handeln.

<sup>5</sup> [http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche\\_rahmenbedingungen/gute\\_wissenschaftliche\\_praxis/kodex\\_gwp.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche_rahmenbedingungen/gute_wissenschaftliche_praxis/kodex_gwp.pdf)

- ix. Der Abschluss des grundlagen- und methodenorientierten Bachelorstudiengangs im Fach ETIT qualifiziert insbesondere für das weitere forschungsorientierte Masterstudium im eigenen Fach und in verwandten Gebieten. Der Master-Abschluss ist als Ziel des universitären Studiums empfohlen und wird in der Regel von der überwiegenden Mehrheit der Bachelorabsolventen auch angestrebt.
- x. Eine Berufsqualifizierung im Sinne von Beschäftigungsfähigkeit wird im Bachelor- und Masterstudiengang auf unterschiedlichen Kompetenzniveaus erreicht. Die Absolventinnen und Absolventen der Bachelorstudiengänge sind Ingenieure im Sinne der Ingenieurgesetze der Länder. Dies soll im Diploma Supplement bescheinigt werden.
- xi. Bei konsekutiven Bachelor- und Masterstudiengängen beträgt die Regelstudienzeit insgesamt zehn Semester, entsprechend 300 ECTS-Kreditpunkten<sup>6</sup>.
- xii. Den Universitäten soll die Möglichkeit verbleiben, eine spezifische Ausrichtung des Studiengangs vorzusehen und hierfür profildbildende Fächer zu berücksichtigen. Zudem können den Studierenden für bestimmte Anteile des Studiums Wahlmöglichkeiten eröffnet werden. Dabei ist sicherzustellen, dass gemeinsame Grundlagen in ausreichendem Umfang vermittelt werden. Damit wird gewährleistet, dass Absolventinnen und Absolventen tatsächlich dem vom FTEI angestrebten Profil entsprechen.
- xiii. Ziel der Promotion von Ingenieurinnen und Ingenieuren der ETIT ist der Erwerb der Fähigkeit zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit, die die Promovierten für Leitungs- und herausgehobene Fachfunktionen in Unternehmen, Universitäten, Fachhochschulen und Berufsakademien sowie Forschungseinrichtungen oder im öffentlichen Dienst über den Masterabschluss hinaus qualifiziert.
- xiv. Die Promotion von Ingenieurinnen und Ingenieuren im Sinne dieses Fachqualifikationsrahmens erfolgt nicht im Rahmen eines weiteren Studiengangs, sondern ist von selbstständiger Berufstätigkeit in der Forschung geprägt. Der Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten erfolgt hauptsächlich durch Forschungsarbeit, welche durch zusätzliche Qualifikationselemente in fachspezifischer und überfachlicher Hinsicht unterstützt werden.

Die nachfolgend beschriebenen Fachqualifikationsrahmen sind Empfehlungen für die Gestaltung von Bachelor- und Masterstudiengängen an Universitäten sowie für Promotionen auf dem Gebiet der ETIT und auf verwandten Gebieten. Die Ausrichtung der Studiengänge ist ingenieurwissenschaftlich.

Die Empfehlungen für Bachelor- und Masterstudiengänge sind folgendermaßen gegliedert:

1. **Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen,**
2. **Zugangsvoraussetzungen,**
3. **Struktur des Studiums,**
4. **Fachlichkeit des Studiums.**

Ein wesentliches Merkmal der Ingenieurausbildung sind Praktika, die z. B. vor dem Studium und während des Studiums häufig in der Industrie absolviert werden. Hierbei erwerben die Studierenden Erfahrung mit der beruflichen Wirklichkeit, sammeln praktische Erfahrung im Umgang mit industriellen Anlagen, Systemen, Prozessen sowie Rechnerwerkzeugen und er-

<sup>6</sup> In Intensivstudiengängen mit Trimesterstruktur, z. B. an den Universitäten der Bundeswehr, können insgesamt 300 CP für Bachelor und Master in einer verkürzten Regelstudienzeit von vier Jahren erreicht werden.

halten einen Einblick in die Ingenieurstätigkeit. Den Universitäten wird empfohlen, studiengang-spezifische Praktikumsrichtlinien zur inhaltlichen Gestaltung und zur Orientierung der Studierenden zu erstellen.

Die Studiengänge sollen modular aufgebaut sein. Ein Modul ist eine Lehr- bzw. Lerneinheit, die in einem Semester oder maximal zwei Semestern durchgeführt und mit einer Prüfung oder mehreren Teilprüfungen abgeschlossen wird. Bei erfolgreichem Abschluss werden Kreditpunkte entsprechend dem European Credit Transfer System (ECTS) erworben. Ein Kreditpunkt entspricht einem durchschnittlichen studentischen Arbeitsaufwand (Workload) von 30 Stunden. Im akademischen Jahr wird von einem Aufwand von 1800 Stunden für durchschnittlich befähigte Studierende ausgegangen.

## 6. Berufliche Kompetenzdimensionen

Im Mittelpunkt jedes ingenieurwissenschaftlichen Studiums steht die fachliche Qualifikation für eine berufliche Tätigkeit, primär in der Industrie, aber auch an Hochschulen und Forschungseinrichtungen oder in der Verwaltung. Diese Qualifikation wird durch die nachfolgenden Kompetenzdimensionen beschrieben, die – jeweils unterschiedlich ausgeprägt – zur Einordnung des Berufsbildes von Bachelor- und Master-Absolventinnen und -Absolventen sowie promovierten Ingenieurinnen und Ingenieuren dient:

**Methodik:** Die Kompetenzdimension Methodik umfasst die Gesamtheit aller wissenschaftlichen Methoden und Lösungsansätze zur Lösung spezifischer Probleme. Sie schließt mathematische Methoden ebenso ein wie physikalische Modellierung und computergestützte Methoden.

**Entwerfen:** Das Entwerfen ist eine zielgerichtete geistige und schöpferische Leistung als Vorbereitung eines später daraus zu entwickelnden Objektes, sei es ein Gegenstand, ein komplexes System oder eine Software. Entwerfen gilt als Schlüsseltätigkeit in den Ingenieurwissenschaften. In der Regel wird mit dem Entwurf eine Darstellung und Präsentation in Form von Texten, Zeichnungen, Grafiken, Modellen und Berechnungen verbunden. Diese Darstellungen sind Mittel der Veranschaulichung, der Überprüfung und der Kommunikation mit anderen Menschen, anhand derer Qualität, Funktionsweise und Funktionstüchtigkeit, aber auch eventuelle Fehler überprüft, diskutiert und gegebenenfalls verbessert werden können.

**Realisierung:** In der ingenieurwissenschaftlichen Praxis beschreibt die Realisierung die Umsetzung eines Entwurfs in eine reale Lösung, also einen konkreten Gegenstand, ein System oder ein Programm.

**Untersuchen und Bewerten:** Diese Kompetenzdimension umfasst alle Schritte zur Prüfung und Bewertung der Realisierung eines Entwurfs (eines Produkts, Systems, Prozesses oder einer Software) im Hinblick auf dessen Zielerfüllung und Funktion.

**Management:** Angesichts der steigenden Komplexität technischer Lösungen und ihrer Auswirkungen auf den Menschen und die Gesellschaft lassen sich diese in der Regel nur im Team erarbeiten und bewerten. Die Kompetenzdimension Management umfasst damit alle Aspekte der Aufgabenteilung, Abstimmung und Zusammenführung technischer Prozesse, auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Aspekte.

## 7. Fachliche Einordnung des Studiums

Studierende erwerben Kompetenzen in den für eine erfolgreiche Ingenieur Tätigkeit wesentlichen Kompetenzdimensionen (siehe oben) durch in der Regel aufeinander abgestimmte Lehrveranstaltungen, deren fachliche Inhalte relevanten **Grundlagenfächern** und speziellen **Fachgebieten der ETIT** zuzuordnen sind:

### Grundlagenfächer:

- **mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen** (Mathematik und Statistik, Naturwissenschaften: z. B. Technische Physik, Materialwissenschaften)
- **Grundlagen der ETIT** (Grundlagen der Elektrotechnik, Systemtheorie),
- **allgemeine ingenieurwissenschaftliche und ingenieurmethodische Grundlagen** (z. B. Technische Mechanik, Werkstofftechnik, Ingenieurinformatik, Modellierung und Simulation),
- **nicht-technische Grundlagen** (z. B. Sprachen, BWL, Arbeitswissenschaften, Innovations-, Technologie- und Patentmanagement, Normen, Recht, Ethik, Philosophie, Entrepreneurship)

### Fachgebiete der ETIT:

- **Elektronik** (Schaltungstechnik, Bauelemente, Mikroelektronik, Leistungselektronik, Optoelektronik, ...),
- **Energietechnik** (Netze, Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und Antriebe, erneuerbare Energien, ...),
- **Informationstechnik** (Signalverarbeitung, Digitaltechnik, Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik, Data Science, ...)
- **Systemtechnik** (Messtechnik, Automatisierungstechnik, Regelungstechnik, Sensorik, Aktorik, Mikrosystemtechnik, biomedizinische Technik, Robotik, Mensch-Maschine-Interaktion, ...)
- **Theoretische Elektrotechnik**

## 8. Beschreibung von Lernzielen – Taxonomie

Im Gegensatz zu den beruflichen Kompetenzdimensionen dienen die Lernziele zur Beschreibung des Fortschritts im Laufe des Studiums: vom bloßen Faktenlernen über das Anwenden bis zur selbstständigen Weiterentwicklung von Konzepten und Methoden. Basis der Einordnung aller Lehrveranstaltungen im Studium ist hier die sogenannte modifizierte Bloomsche Taxonomie<sup>7</sup>, siehe Abb. 1, die Lernziele nach dem Grad ihrer Komplexität kategorisiert. Sie differenziert von der einfachsten Stufe „Erinnern“, d.h. Gelerntes erinnern und Wissen wiedergeben sowie Handlungen nach Anleitung ausführen, über „Verstehen“ und „Anwenden“, d.h. Sachverhalte begreifen, Wissen übertragen und praktisch anwenden sowie Handlungen, Handlungsfolgen und -abläufe ausführen, bis zum Analysieren, Beurteilen und Schaffen, d.h. Wissen weiterentwickeln, neue Lösungen finden und bewerten sowie Handlungsfolgen selbstständig erarbeiten und beherrschen.

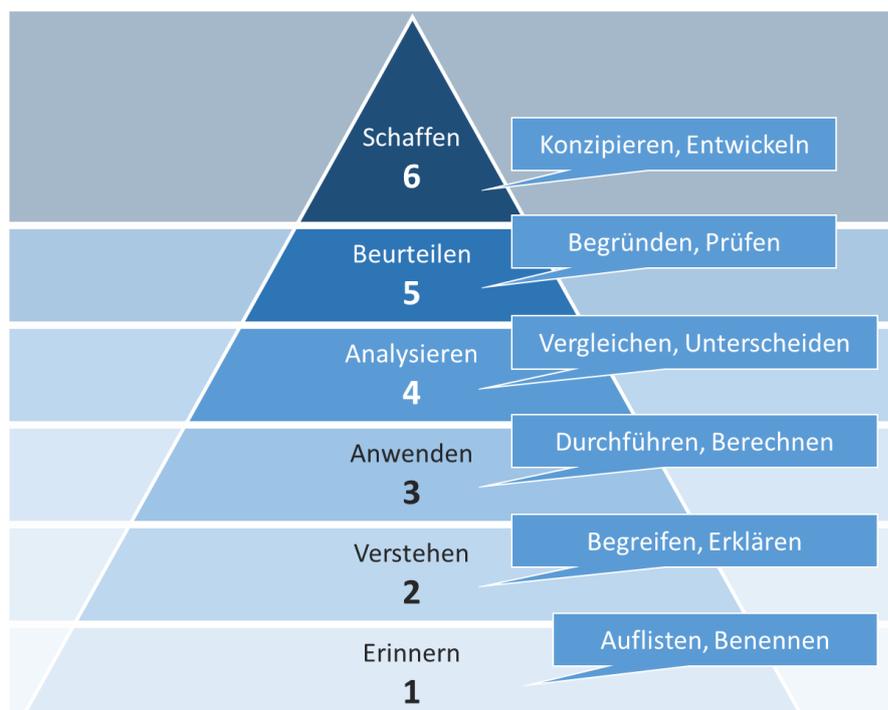


Abb. 1: Kognitive Lernziel-Taxonomie nach Benjamin Bloom

3	Bedarfe analysieren, Wissen weiterentwickeln, neue Lösungen finden und bewerten	Handlungsfolgen selbstständig festlegen, aneignen und beherrschen	6. Schaffen
			5. Beurteilen
			4. Analysieren
2	Wissen begreifen, übertragen und praktisch anwenden	Handlungen, Handlungsfolgen und -abläufe ausführen	3. Anwenden
			2. Verstehen
1	Gelerntes erinnern und Wissen wiedergeben	Handlungen nach Anleitung sicher ausführen	1. Erinnern

Abb. 2: Clusterung der Stufen Verständnis und Anwendung sowie Analyse, Beurteilung und Synthese in der Bloomschen Taxonomie.

<sup>7</sup> Bloom hatte ursprünglich die Reihenfolge der Stufen 5 (Beurteilen bzw. *evaluation*) und 6 (Schaffen bzw. *synthesis*) vertauscht; für die Ingenieurwissenschaften ist aber zunächst immer eine Bewertung erforderlich („Wo liegen Mängel einer existierenden Lösung?“), bevor eine neue Lösung realisiert und bewertet werden kann.

Zur Erläuterung der Taxonomiestufen und Einordnung von Lernzielen kann eine Vielzahl weiterer, nicht immer trennscharfer Begriffe dienen, die insbesondere bei der Beschreibung von Modulen für Studiengänge herangezogen werden sollen, siehe Abb. 3.

<b>Bloomsche Taxonomie</b>	
<b>1. Erinnern</b>	<b>auflisten, aufzeichnen, benennen, beschreiben, beziehen, definieren, erinnern, erkennen, feststellen, herausfinden, identifizieren, ordnen, präsentieren, sammeln, sich merken, skizzieren, untersuchen, vervielfältigen, wiedergeben, wiederholen, zeigen, zitieren</b>
<b>2. Verstehen</b>	<b>assoziiieren, ausdrücken, auseinanderhalten, auswählen, ausweiten, begreifen, berichten, beschreiben, differenzieren, diskutieren, einmischen, erkennen, erklären, gegenüberstellen, generalisieren, hinweisen, identifizieren, illustrieren, interpretieren, klären, klassifizieren, lokalisieren, lösen, schätzen, überdenken, übersetzen, umschreiben, umwandeln, unterscheiden, verteidigen</b>
<b>3. Anwenden</b>	<b>auswählen, berechnen, beurteilen, demonstrieren, entwickeln, interpretieren, modifizieren, organisieren, transferieren, skizzieren, voraussagen</b>
<b>4. Analysieren</b>	<b>ableiten, analysieren, bestimmen, beurteilen, ermitteln, experimentieren, folgern, illustrieren, kritisieren, prüfen, vergleichen</b>
<b>5. Bewerten</b>	<b>argumentieren, beurteilen, bewerten, empfehlen, entscheiden, validieren, vergleichen, vorhersagen, zusammenfassen</b>
<b>6. Schöpfen</b>	<b>argumentieren, arrangieren, aufbauen, beziehen, generalisieren, generieren, kombinieren, zusammenfügen</b>

Abb. 3: Begriffe zur Einordnung und Beschreibung von Lernzielen (nach: Manfred J. Hampe: Lernergebnisse als Basis internationaler Curricula, Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Maschinenbau, Vortrag vom 04.06.2009 in Erfurt)

## 9. Querschnittskompetenzen

Zu den genannten Kompetenzdimensionen und Lernzielen kommen weitere Kompetenzen hinzu, oftmals als interdisziplinäre **Schlüsselqualifikationen** oder **Softskills** bezeichnet, ohne die eine Ingenieurin oder ein Ingenieur im Beruf kaum Erfolg haben kann. Auch diese Querschnittskompetenzen müssen Gegenstand der Hochschulbildung sein. Weil diese inhaltlich keiner Kompetenzfelddimension konkret zugeordnet werden können, werden sie in einem integrierten Ansatz vermittelt. Zur besseren Verständlichkeit hat der FTEI daher einen Katalog von Querschnittskompetenzen definiert, die als integraler Bestandteil des Studiums zusammen mit den fachlichen Inhalten studienbegleitend vermittelt werden sollen. Hierfür eignen sich speziell auch Projektpraktika, vor allem jedoch die Abschlussarbeit, die zugleich ein wichtiges Element im Hinblick auf die zukünftige Tätigkeit in der ETIT ist. Je früher diesbezügliche Erfahrungen gemacht werden, desto erfolgreicher wird der Übergang in das Berufsleben gelingen. Gute Kenntnis der englischen Sprache als lingua franca ist sowohl für eine wissenschaftliche als auch eine industrielle Tätigkeit sicherzustellen.

### Katalog von Querschnittskompetenzen

- **Analytisches Denken und Abstraktionsvermögen**
- **Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen**
- **Fremdsprachenkenntnisse**
- **Interdisziplinäres Arbeiten**
- **Kosten- und Risikobewertung**
- **Moderations- und Präsentationstechniken**
- **Mündliches und schriftliches Ausdrucksvermögen**
- **Problemlösungskompetenz**
- **Recherche- und Arbeitstechniken**
- **Reflexionsfähigkeit**
- **Selbstlernkompetenz**
- **Sozialkompetenz**

Für den Erwerb der Querschnittskompetenzen werden neben Lehrveranstaltungen (insbesondere Praktika, Referate, Seminare, Studienprojekte und Abschlussarbeiten) beispielsweise auch Tätigkeiten als wissenschaftliche Hilfskraft oder Tutor/Tutorin, Auslandsaufenthalte sowie die Teilnahme an studentischen Wettbewerben, Exkursionen, externen Praktika und Praxisvorträgen als zielführend angesehen. Für ihre erfolgreiche Vermittlung spielt die Vielfalt der Lehr- und Prüfungsformen eine wichtige Rolle. Eine Kombination aus verschiedenen Prüfungsformen wird empfohlen, z. B.:

- Klausuren,
- Mündliche Prüfungen,
- Präsentationen (Referate und Demonstrationen),
- Projekt- und Abschlussarbeiten, ggf. in Teams.

## 10. Ausstattung und Einbettung

Entscheidend für die Qualität eines Studiengangs ist auch die Ausstattung des Fachbereichs/der Fakultät und aller beteiligten Lehrstühle, Institute und Fachgebiete. Um Forschung, besonders in der Promotionsphase, und Lehre optimal verknüpfen zu können, müssen die Universitäten in die Lage versetzt werden, das breite Fundament, das in der Elektrotechnik und Informationstechnik benötigt wird, auch umfassend anbieten zu können. Maßgeblich für die Beurteilung ist aus Sicht des FTEI dabei u. a. folgender Katalog von Fragen:

<b>Lehre: Ausstattung, Organisation und Einbettung</b>	
<b>Infrastruktur</b>	
<b>Anzahl der Fachgebiete</b>	Ist jedes notwendige Fachgebiet durch Lehrstühle/Institute/Arbeitsgruppen vertreten?
<b>Finanzausstattung</b>	Ist eine ausreichende Finanzierung in Bezug auf Personal-, Sach- und Investitionsmittel sichergestellt?
<b>Hörsaal- und Seminarraumangebot</b>	Sind ausreichend Räume vorhanden? Wie ist die Qualität der Ausstattung?
<b>Laborangebot und -ausstattung</b>	Sind ausreichend Labore vorhanden, bzw. ist deren Nutzbarkeit (Sicherheit) sichergestellt (z. B. Hochspannungslabor)?
<b>IT-Ausstattung</b>	Besteht Zugang zu aktueller Hardware, und sind einschlägige Software-Anwendungen verfügbar?
<b>Lerninfrastruktur</b>	Sind Bibliotheken, Gruppenräume, Kommunikationszonen und digitale Lernräume verfügbar?
<b>Organisatorische Faktoren</b>	
<b>Organisation des Studiums</b>	Gibt es eine(n) Studiengangs-Verantwortliche(n)?
<b>Koordination der Lehrveranstaltungen</b>	Wer koordiniert die Lehrveranstaltungen? Sind die Modulbeschreibungen abrufbar?
<b>Abstimmung der Fächer untereinander</b>	Findet eine inhaltliche Abstimmung statt?
<b>Akademische Ordnungen</b>	Sind alle Prüfungs-, Studien-, Praktikums- und andere Ordnungen aktuell und veröffentlicht?
<b>Technologietransfer</b>	Werden aktiv Kontakte zur Industrie geknüpft? Werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierende bei Ausgründungen unterstützt?
<b>Einbettung</b>	
<b>Akademische Vernetzung</b>	Bestehen Kooperationen mit anderen Fachrichtungen innerhalb der Universität sowie regional, national und international?
<b>Kooperationen</b>	Bestehen Kooperationen mit Interessenvertretern aus Wirtschaft/(Bildungs-)Politik/Kommune/Region etc.?

## B – Fachqualifikationsrahmen für grundlagen- und methodenorientierte Bachelorstudiengänge

### 1. Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen

Ein Bachelorstudiengang in ETIT an Universitäten ist grundlagen- und methodenorientiert. Er vermittelt die Grundlagen des Faches in notwendiger Breite und Tiefe. Er soll sicherstellen, dass die Voraussetzungen für spätere Verbreiterungen, Vertiefungen und Spezialisierungen gegeben sind. Der Bachelorstudiengang befähigt dazu, die vermittelten Fähigkeiten und Kenntnisse zur innovativen Lösung von technischen Problemen anzuwenden und sich im Zuge eines lebenslangen Lernens schnell neue, vertiefende Kenntnisse anzueignen. Er ermöglicht einen Einstieg in den Arbeitsmarkt mit einer Berufstätigkeit in Unternehmen und im öffentlichen Dienst. Die outgoing-Kompetenzen des Bachelorstudiengangs zielen ausdrücklich auf die Zulassung zum universitären Masterstudiengang ab. Das Bachelorstudium bereitet damit insbesondere auch auf ein weitergehendes Studium zum Master vor, der als Ziel des universitären Studiums empfohlen und in der Regel von der überwiegenden Mehrheit der Bachelorabsolventen auch angestrebt wird.

Das grundlagen- und methodenorientiert ausgerichtete Bachelorstudium umfasst – insbesondere vorbereitend auf das forschungsorientierte Masterstudium bzw. auf eine Berufstätigkeit – die folgenden Kompetenzdimensionen:

**Methodik:** Sie umfasst die Gesamtheit aller wissenschaftlichen Methoden und Lösungsansätze zur Lösung fachspezifischer Probleme. Sie schließt mathematische Methoden ebenso ein wie physikalische Modellierung und computergestützte Methoden. Im Rahmen des Bachelorstudiums wird die methodische Basis speziell in Mathematik und Physik, aber auch in den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächern gelegt.

**Entwerfen:** Das Entwerfen ist eine zielgerichtete geistige und schöpferische Leistung, als Vorbereitung eines später daraus zu entwickelnden Objektes, sei es ein Gegenstand, ein komplexes System, ein Prozess oder eine Software. Im Rahmen von Lehrveranstaltungen werden i.d.R. grundlegende Funktionsweisen und Zwischenschritte präsentiert und diskutiert; in praktischen Lehrveranstaltungen werden auch eigene Entwürfe erstellt.

**Realisieren:** In der ingenieurwissenschaftlichen Praxis beschreibt die Realisierung die Umsetzung eines Entwurfs in eine reale Lösung, also den konkreten Gegenstand, das System, den Prozess oder die Software. Im Rahmen von Lehrveranstaltungen werden typischerweise beispielhafte Realisierungen präsentiert und ihre Vor- und Nachteile diskutiert; in Übungen werden z. B. Dimensionierungen vorgenommen, in projektorientierten Lehrveranstaltungen werden ggfs. auch eigene Realisierungen erstellt.

**Untersuchen und Bewerten:** Diese Kompetenzdimension umfasst alle Schritte zur Prüfung und Bewertung der Realisierung eines Entwurfs im Hinblick auf dessen Zielerfüllung und Funktion. Im Rahmen von Lehrveranstaltungen sollten zumindest Kriterien für die Bewertung von Lösungen diskutiert und beispielhafte Prüfprozesse skizziert werden. Im Rahmen der Abschlussarbeit nimmt die Untersuchung und Bewertung dann einen größeren Stellenwert ein.

**Querschnittskompetenzen:** Angesichts der steigenden Komplexität technischer Lösungen und ihrer Auswirkungen auf den Menschen und die Gesellschaft lassen sich diese in der Regel

nur im Team erarbeiten und bewerten. Im Bachelorstudium werden bereits vielfältige Querschnittskompetenzen erworben, z. B. Selbstorganisation, Problemlösungskompetenz, Recherche- und Arbeitstechniken sowie Teamfähigkeit. Da die Arbeiten primär stark geführt sind, wird aber noch keine Leitungskompetenz vermittelt, und auch interdisziplinäres Arbeiten ist zunächst eingeschränkt.

In der **Abschlussarbeit** werden diese Kompetenzdimensionen aufgegriffen und mit Leben gefüllt.

Im Bachelorstudiengang ETIT werden in den angeführten Kompetenzdimensionen die folgenden outgoing-Kompetenzen erworben:

### **Wissen und Verstehen → Grundlagen**

Die Absolventinnen und Absolventen können:

- die grundlegenden Erkenntnisse und Methoden aus den Gebieten der Mathematik, den Naturwissenschaften und der Informatik zur Analyse und zur eigenständigen Lösungsentwicklung fachlicher Probleme nutzen,
- die in der ETIT auftretenden grundlegenden Phänomene erläutern, auf unterschiedlichen Skalen bewerten und interpretieren.

### **Methodik**

Die Absolventinnen und Absolventen besitzen die Fähigkeit:

- mit naturwissenschaftlichen Methoden Probleme hinsichtlich der Anwendung zu analysieren und Lösungsansätze zielgerichtet auszuwählen,
- ein breites Spektrum ingenieurwissenschaftlicher Methoden anzuwenden, insbesondere Anlagen, Systeme und Prozesse der ETIT und deren Elemente durch Modelle zu beschreiben,
- mathematische und informationstechnische Methoden zu bewerten, anzuwenden, um Modelle zu analysieren und problemangepasst zu simulieren,
- die Ergebnisse von Analysen und Simulationen kritisch zu prüfen und hieraus Schlüsse über das Verhalten und die Weiterentwicklung realer Systeme und Prozesse zu ziehen.

### **Entwerfen**

Die Absolventinnen und Absolventen haben:

- die Fähigkeit, Entwürfe für Anlagen, Systeme und Prozesse der ETIT nach spezifizierten Anforderungen zu erarbeiten,
- die Fähigkeit, Anforderungen an Anlagen, Systeme und Prozesse der ETIT zu spezifizieren und im Zusammenhang von größeren Systemen kritisch zu hinterfragen,
- ein grundlegendes Verständnis für Entwurfsmethoden der ETIT und die Fähigkeit, diese anzuwenden.

### **Realisieren**

Die Absolventinnen und Absolventen können:

- einfache Schaltungen unter Einhaltung vorgegebener Designrichtlinien – insbesondere in Leiterplattentechnik – aufbauen,

- einfache Software für ingenieurwissenschaftliche Anwendungen unter Einhaltung vorgegebener Programmierrichtlinien erstellen,
- einfache Versuchsaufbauten einschließlich der erforderlichen Messtechnik und Datenerfassung umsetzen.

## Untersuchen und Bewerten

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage:

- selbstständig Informationen aus Literatur, Datenbanken und anderen Informationsquellen zu gewinnen, zu bewerten und für ihre Arbeit zu nutzen,
- Experimente zu planen, durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren,
- die Gestaltung und die Leistung von Anlagen, Systemen und Prozessen der ETIT zu bewerten, auch über die rein technische Funktion hinaus.

## Querschnittskompetenzen

Die Absolventinnen und Absolventen verfügen neben dem fachlichen Wissen auch über zentrale Querschnittskompetenzen einschließlich erster Managementfähigkeiten.

Diese sind:

- Selbstorganisation und Zeitmanagement,
- Recherche- und Arbeitstechniken,
- die Fähigkeit, fachliche Problemstellungen und Ergebnisse Fachleuten sowie Laien mündlich und schriftlich zu präsentieren,
- Zusammenarbeit und Kommunikation im Team, auch in internationalen Gruppen.

## Ingenieurpraxis

In der beruflichen Praxis benötigen Ingenieurinnen und Ingenieure alle oben genannten Kompetenzen. Die Absolventinnen und Absolventen sind dadurch insbesondere in der Lage:

- Probleme zu analysieren,
- sich ergebende Aufgaben in arbeitsteilig organisierten Teams zu übernehmen,
- die Ergebnisse anderer aufzunehmen,
- Probleme der ETIT im Kontext komplexer Systeme unter ausgewogener Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Randbedingungen erfolgreich zu bearbeiten,
- die eigenen Ergebnisse zu reflektieren, zu bewerten und zu kommunizieren,
- mit Fachleuten anderer Disziplinen zusammenzuarbeiten;
- die nicht-technischen Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit zu beurteilen sowie ethisch und verantwortlich zu handeln.

## 2. Zugangsvoraussetzungen

Für den Zugang zum Bachelorstudiengang haben Bewerberinnen und Bewerber die allgemeine Hochschulzugangsberechtigung oder eine gleichwertige Zugangsberechtigung nachzuweisen. Die Studierenden sollen in den mathematisch, naturwissenschaftlichen Fächern über das Kompetenzniveau der allgemeinen Hochschulzugangsberechtigung verfügen.

### 3. Struktur des Studiums

Das Studium umfasst 6 oder 7 Semester<sup>8</sup> einschließlich der Bachelorarbeit<sup>9</sup>. Das Studium ist beendet, wenn die in der Prüfungs- bzw. Studienordnung geforderte Zahl von Kreditpunkten erworben wurde. Diese Zahl darf 180 für den sechssemestrigen und 210 für den siebensemestrigen Studiengang nicht unterschreiten<sup>10</sup>. Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums wird der akademische Grad „Bachelor of Science“ verliehen.

Die Studierenden können in einem Grundpraktikum Arbeitsabläufe in der einschlägigen Industrie kennenlernen, z. B. in einer Werkstatt, in der Fertigung bzw. Montage, in der Produktion oder im Labor. Das Grundpraktikum soll eine Dauer von mindestens 6 Wochen umfassen und idealerweise bereits vor Aufnahme des Studiums abgeleistet werden. Auch studienbegleitende Industriepraktika sind denkbar, wenn dies organisatorisch mit Lehrveranstaltungen und insbesondere Prüfungen vereinbar ist. Fachpraktika, in denen Studierende ingenieurtypische Arbeiten ausführen, sind i.d.R. Bestandteil des Masterstudiums. In Ausnahmefällen können Fachpraktika aber bereits im Bachelorstudium absolviert werden.

Das Studium muss mit einer benoteten Bachelorarbeit von mind. 9 Wochen Dauer bzw. 12 Leistungspunkten abgeschlossen werden. In dieser Abschlussarbeit sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie die in den Lehrveranstaltungen vermittelten Kenntnisse und Kompetenzen in mindestens einem Fachgebiet anwenden und über mehrere berufliche Kompetenzdimensionen („Methodik“, „Entwerfen“, „Realisieren“, „Untersuchen und Bewerten“ und „Querschnittskompetenzen“) hinweg verknüpfen können.

### 4. Fachlichkeit des Studiums – Studieninhalte

Die wesentlichen Inhalte eines typischen Bachelor-Studiengangs mit grundlagen- und methodenorientierter Ausrichtung sind in Tabelle 1 dargestellt.

Querschnittskompetenzen werden in erheblichem Umfang im Rahmen des fachlichen Studiums (beispielsweise durch Seminare, Referate, Projekt- und Abschlussarbeiten) erworben. Für ihre erfolgreiche Vermittlung spielt die Vielfalt der Lehr- und Prüfungsformen eine wichtige Rolle. Eine Kombination aus verschiedenen Prüfungsformen wird empfohlen, z. B.:

- Klausuren,
- Mündliche Prüfungen,
- Präsentationen (Referate und Demonstrationen),
- Projekt- und Abschlussarbeiten, ggf. in Teams.

<sup>8</sup> Hierbei explizit nicht betrachtet sind Studiengangsmodelle mit erweiterter Eingangs- oder Orientierungsphase zur Verbesserung des Übergangs von Schule zu Universität.

<sup>9</sup> Studierende, die in mehreren, inhaltlich überlappenden Studiengängen eingeschrieben sind, müssen zur Erlangung eines Studienabschlusses im Bereich ETIT zum Nachweis ihrer fachlichen Qualifikation in jedem Fall eine eigenständige Abschlussarbeit in einem Fachgebiet der ETIT anfertigen.

<sup>10</sup> In Intensivstudiengängen mit Trimesterstruktur, z. B. an den Universitäten der Bundeswehr, können insgesamt 300 CP für Bachelor und Master in einer verkürzten Regelstudienzeit von vier Jahren erreicht werden.

**Tabelle 1:** Studieninhalte typischer grundlagen- und methodenorientierter ETIT-Bachelorstudiengänge

Bereiche	Kreditpunkte
<b>Grundlagen</b>	<b>70 – 105</b>
<b>Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen</b>	<b>28 – 35</b>
Mathematik und Statistik	20 – 30
Naturwissenschaften	5 – 10
Techn. Physik, Chemie, Materialwissenschaften, ...	
<b>Grundlagen der Elektrotechnik und Informationstechnik</b>	<b>15 – 25</b>
Grundlagen der Elektrotechnik	10 – 15
Systemtheorie	5 – 10
<b>Allg. ingenieurwissenschaftliche und -methodische Grundlagen</b>	<b>15 – 25</b>
Davon typischerweise	
Technische Mechanik	0 – 15
Werkstofftechnik	0 – 10
Ingenieurinformatik, insb. Programmieren, Data Literacy	0 – 15
Modellierung und Simulation	0 – 15
<b>Nicht-technische Grundlagen</b>	<b>5 – 20</b>
BWL, Arbeitswissenschaften, Entrepreneurship, Innovations-, Technologie- und Patentmanagement, Normen, ...	0 – 15
Fremdsprachen, Ethik, Philosophie, ...	0 – 15
<b>Fachgebiete der Elektrotechnik und Informationstechnik</b>	<b>35 – 50</b>
<b>Elektronik</b>	5 – 15
Schaltungstechnik, Bauelemente, Mikroelektronik, Leistungselektronik, Optoelektronik, ...	
<b>Energietechnik</b>	5 – 15
Netze, Hochspannungstechnik, elektrische Maschinen und Antriebe, erneuerbare Energien, ...	
<b>Informationstechnik</b>	5 – 15
Signalverarbeitung, Digitaltechnik, Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik, Data Science, ...	
<b>Systemtechnik</b>	5 – 15
Messtechnik, Automatisierungstechnik, Regelungstechnik, Sensorik, Aktorik, Mikrosystemtechnik, biomedizinische Technik, Robotik, Mensch-Maschine-Interaktion, ...	
<b>Theoretische Elektrotechnik</b>	5 – 15
<b>Fächer zur Schwerpunktbildung in der ETIT (Wahlpflicht)</b>	<b>0 – 40</b>
<b>Studentische Arbeiten</b>	<b>12 – 20</b>
Davon typischerweise	
Laborpraktika	4 – 8
Seminare	3 – 6
Projektarbeiten	0 – 8
<b>Bachelorarbeit und Abschlussvortrag</b>	<b>12 – 15</b>
<b>Summe (6- bzw. 7-semesteriger Bachelorstudiengang) mindestens</b>	<b>180 bzw. 210</b>

## **C – Fachqualifikationsrahmen für forschungsorientierte Masterstudiengänge**

### **1. Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen**

Den Absolventinnen und Absolventen von forschungsorientierten Masterstudiengängen bieten sich u.a. folgende Möglichkeiten:

- Berufstätigkeit in Unternehmen oder im öffentlichen Dienst, insbesondere im Bereich der Forschung und Entwicklung und in leitenden Funktionen in anderen Bereichen,
- Tätigkeit in Forschungsinstituten,
- Berufstätigkeit an einer Hochschule als wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in und bei besonderer Eignung wissenschaftliche Weiterqualifizierung im Rahmen einer Promotion an einer Universität.

Das forschungsorientierte Masterstudium vermittelt folgende Qualifikationen:

#### **Wissen und Verstehen**

Die Absolventinnen und Absolventen können:

- komplexe mathematisch-naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Sachverhalte aus dem Bereich der ETIT auf einer breiten Wissensbasis analysieren, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Bereichen identifizieren und einer problemangepassten Modellbildung zuführen.
- aus verschiedenen Lösungswegen den zweckmäßigsten auswählen.
- komplexe Maschinen, Systeme und Prozesse analysieren und problemangepasst modellieren.
- wissenschaftliche Erkenntnisse ihrer Disziplin kritisch hinterfragen und bewerten.

#### **Ingenieurwissenschaftliche Methodik**

Die Absolventinnen und Absolventen sind fähig:

- die erworbenen naturwissenschaftlichen, mathematischen und ingenieurwissenschaftlichen Methoden zur Formulierung und Lösung komplexer Aufgabenstellungen in der Industrie oder in Forschungseinrichtungen erfolgreich einzusetzen,
- Lösungen kritisch zu hinterfragen sowie Potenziale für Weiterentwicklungen zu erkennen und aufzuzeigen,
- komplexe Zusammenhänge selbstständig durch physikalische und/oder datengetriebene Modelle zu beschreiben,
- Modellierungsparadigmen zu analysieren und geeignet auszuwählen,
- Modelle in Rechnern zu implementieren und zu simulieren,
- Daten, Messergebnisse und Modelle nachvollziehbar aufzubereiten und darzulegen, insbesondere zu visualisieren,
- Ergebnisse von Analysen, Simulationen und Experimenten kritisch zu hinterfragen und hieraus Schlüsse für Bewertungen, Eingriffe und Weiterentwicklungen zu ziehen.

## **Ingenieurwissenschaftlich fundiertes Entwerfen, Entwickeln und Forschen**

Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage:

- Konzepte und Lösungen zu grundlegenden, zum Teil auch unüblichen Fragestellungen – ggf. unter Einbeziehung anderer Disziplinen – zu entwickeln,
- neue Produkte, Prozesse und Methoden zu kreieren und zu entwickeln,
- ihr ingenieurwissenschaftliches Urteilsvermögen anzuwenden, um mit komplexen, möglicherweise unvollständigen Informationen zu arbeiten, Widersprüche zu erkennen und mit ihnen umzugehen,
- Beiträge zur Weiterentwicklung ingenieurwissenschaftlicher Werkzeuge und Methoden zu leisten,
- neue ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen zu erkennen und innovative Lösungsansätze zu erarbeiten.

## **Untersuchen und Bewerten**

Die Absolventinnen und Absolventen sind befähigt:

- Informationsbedarf zu erkennen, Informationsquellen zu finden und zu beschaffen,
- größere theoretische, numerische und experimentelle Untersuchungen zu planen und durchzuführen,
- Daten kritisch zu bewerten im Hinblick auf die Analyse und Lösung von Problemen der ETIT,
- technische Lösungen für komplexe Probleme in technischer und nicht-technischer Hinsicht zu bewerten,
- die Anwendung von neuen und aufkommenden Technologien zu untersuchen und zu bewerten,
- die Relevanz von Forschungsergebnissen im Umfeld der eigenen Tätigkeit einzuschätzen.

## **Querschnittskompetenzen**

Die bereits im Bachelorstudium für die praktische Ingenieur Tätigkeit erworbenen Querschnittskompetenzen werden innerhalb des Masterstudiengangs vertieft und speziell im Bereich Management weiter ausgebaut. Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage:

- fachliche Problemstellungen und Ergebnisse Fachleuten, Entscheidern und Laien mündlich und schriftlich zu präsentieren und sie mit diesen fachkundig zu diskutieren,
- in Teams effektiv und effizient zu kommunizieren sowie Aufgaben zu teilen und abzustimmen,
- die Zusammenarbeit in international zusammengesetzten Teams zu gestalten und Teams zu leiten,
- sich zu organisieren und ihre Arbeitszeit effizient einzuteilen,
- selbstständig Probleme und Aufgaben zu identifizieren und notwendige Maßnahmen vorzuschlagen.

Vertiefend können betriebswirtschaftliche und Führungskompetenzen, auch mit Blick auf Ausgründungen, vermittelt werden.

## Ingenieurpraxis

Absolventinnen und Absolventen sind über ihre Qualifikation aus dem Bachelorstudium hinaus in der Lage:

- Wissen aus verschiedenen Fachgebieten methodisch zu klassifizieren und systematisch zu kombinieren sowie mit Komplexität umzugehen,
- sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Aufgaben einzuarbeiten,
- auch nicht-technische Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit systematisch zu reflektieren und in ihr Handeln verantwortungsbewusst einzubeziehen,
- Lösungen, die einer vertieften Methodenkompetenz bedürfen, zu erarbeiten.

## 2. Zugangsvoraussetzungen

Das Studium setzt den qualifizierten Abschluss eines grundlagen- und methodenorientierten Bachelorstudiengangs voraus. Ein qualifizierter Abschluss liegt vor, wenn die im konsekutiven Master erforderlichen incoming-Kompetenzen vorliegen. Die Festlegung der erforderlichen incoming-Kompetenzen obliegt der aufnehmenden Universität. Der oben skizzierte Rahmen für einen typischen Bachelor-Abschluss soll hierbei zur Orientierung dienen. Absolventinnen und Absolventen eines fachlich anders ausgerichteten oder anwendungsbezogenen Bachelorstudiengangs können zugelassen werden. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens können individuelle Auflagen festgelegt werden.

## 3. Struktur des Studiums

Die Regelstudienzeit umfasst 3 bzw. 4 Semester einschließlich der Masterarbeit. In konsekutiven Bachelor-Master-Studiengängen beträgt die Gesamt-Regelstudienzeit 10 Semester. Nach erfolgreichem Abschluss des Studiums wird der akademische Grad „Master of Science“ verliehen.

Das Studium ist beendet, wenn die in der Prüfungs- bzw. Studienordnung geforderte Zahl von Kreditpunkten erworben und die Abschlussarbeit<sup>11</sup> erfolgreich abgeschlossen wurde. Diese Zahl darf 90 bei dreisemestrigen bzw. 120 bei viersemestrigen Studiengängen nicht unterschreiten<sup>12</sup>.

Zweck des Masterstudiums ist, das mathematisch-naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Wissen zu vertiefen und zu verbreitern sowie zu wissenschaftlich fundierter Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu befähigen. Kennzeichnend für das Studium ist die Einbeziehung neuester Erkenntnisse der Forschung in die Lehre sowie die projektbezogene – nach Möglichkeit interdisziplinäre – Erarbeitung von Lösungen für komplexe Probleme. Die Vertiefung und Erweiterung von Querschnittskompetenzen wie Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Interdisziplinarität, Internationalität, Problemlösungskompetenz, Innovationsmanagement und Führungsfähigkeit werden mittels vielfältiger Lehr- und Lernformen gefördert.

<sup>11</sup> Studierende, die in mehreren, inhaltlich überlappenden Studiengängen eingeschrieben sind, müssen zur Erlangung eines Studienabschlusses im Bereich ETIT zum Nachweis ihrer fachlichen Qualifikation in jedem Fall eine eigenständige Abschlussarbeit in einem Fachgebiet der ETIT anfertigen.

<sup>12</sup> In Intensivstudiengängen mit Trimesterstruktur, z. B. an den Universitäten der Bundeswehr, können insgesamt 300 CP für Bachelor und Master in einer verkürzten Regelstudienzeit von vier Jahren erreicht werden.

## 4. Fachlichkeit des Studiums

Im Masterstudiengang können die Studierenden die Lehrveranstaltungen in erheblichem Umfang frei zusammenstellen. Die Aufstellung abgestimmter Studienpläne, in denen Studienrichtungen oder Vertiefungsfächer mit klarem Profil definiert sind, wird empfohlen. Ein Teil der Veranstaltungen in vertiefenden Grundlagenfächern kann verpflichtend sein.

Das Studium ist durch einen hohen Anteil eigenverantwortlich betriebenen Selbststudiums bestimmt. Typische Curricula für forschungsorientierte Masterstudiengänge weisen Inhalte aus den in Tabelle 2 genannten Bereichen auf.

**Tabelle 2:** Studieninhalte typischer forschungsorientierter ETIT-Masterstudiengänge

<b>Bereiche</b>	<b>Kreditpunkte</b>
<b>Vertiefung</b> in Fachgebieten der Elektrotechnik und Informationstechnik	<b>40 – 70</b>
<b>Vertiefung</b> in allgemeinen ingenieurwissenschaftlichen sowie mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern	<b>0 – 15</b>
<b>Nicht-technische Fächer</b> z.B. Recht, Betriebswirtschaft, Philosophie, Ethik	<b>0 – 10</b>
<b>Seminar, Studien- oder Projektarbeit, Forschungsmodul</b>	<b>5 – 30</b>
<b>Industriepraxis</b>	<b>0 – 20</b>
<b>Masterarbeit und Abschlussvortrag</b>	<b>30</b>
<b>Summe</b> (3- bzw. 4-semesteriger Masterstudiengang) mindestens	<b>90 bzw. 120</b>

Querschnittskompetenzen werden in erheblichem Umfang im Rahmen des fachlichen Studiums (beispielsweise durch Seminare, Referate, Projekt- und Abschlussarbeiten) erworben. Für ihre erfolgreiche Vermittlung spielt die Vielfalt der Lehr- und Prüfungsformen eine wichtige Rolle. Eine Kombination aus verschiedenen Prüfungsformen wird empfohlen, z. B.:

- Klausuren,
- Mündliche Prüfungen,
- Präsentationen (Referate und Demonstrationen),
- Projekt- und Abschlussarbeiten, ggf. in Teams.

# **D – Fachqualifikationsrahmen für promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik und Informationstechnik**

## **1. Berufsbild und Fachqualifikationsrahmen**

### **Wissensbreite**

Promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der ETIT verfügen über ein hohes Maß an ingenieurwissenschaftlichen Kenntnissen und haben ein breites Verständnis für die Wissensgebiete der ETIT. Sie besitzen Erfahrungen auf mehreren Fachgebieten der ETIT.

### **Wissenstiefe**

Promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der ETIT haben mit ihrer Dissertation eine eigenständige wissenschaftliche Forschungsarbeit in einem speziellen Fachgebiet vorgelegt und mit ihr einen Erkenntnisgewinn erzielt und den Stand der Technik erweitert. Ihre Forschungstätigkeit ist durch ausgewiesene Fachgutachter auf nationaler und internationaler Ebene im Zusammenhang mit Konferenzen und Publikationen begutachtet und anerkannt worden.

### **Methodenkompetenz**

Promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der ETIT sind mit aktuellen Methoden ihres Fachgebiets zur experimentellen, theoretischen und simulationsgestützten Problemlösung vertraut, konzipieren ihre Forschungsarbeit selbstständig und führen sie nach den anerkannten Regeln guter wissenschaftlicher Praxis durch.

### **Systemische Kompetenzen**

Promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der ETIT sind in der Lage:

- wissenschaftliche Fragestellungen selbstständig zu identifizieren,
- komplexe ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen zu analysieren, Probleme zu identifizieren und daraus Ziele abzuleiten, Lösungswege aufzuzeigen, zu bewerten und umzusetzen,
- den gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Fortschritt unter Beachtung wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Randbedingungen voranzutreiben.

### **Kompetenzen in Kommunikation, Organisation und Management**

Promovierte Ingenieurinnen und Ingenieure der ETIT sind durch ihre Forschungstätigkeit darauf vorbereitet:

- Fragestellungen und Erkenntnisse der ETIT mit Fachkolleginnen und Fachkollegen zu diskutieren, vor internationalem akademischem Publikum vorzutragen und Laien zu vermitteln,
- weniger Qualifizierte fachlich zu unterweisen und anzuleiten,
- international zusammengesetzte Teams zu führen,
- Projekte und Ressourcen zu planen,
- Projekte zu akquirieren und abzuwickeln,
- Projektkosten zu planen.

## 2. Zulassung

Zugangsvoraussetzung zur Promotion ist in der Regel der Abschluss eines einschlägigen Masterstudiengangs und der Nachweis der besonderen Eignung. Die Feststellung der besonderen Eignung obliegt der aufnehmenden Universität. Exzellente Kandidatinnen und Kandidaten können auch ohne Abschluss eines Masterstudiengangs zur Promotion zugelassen werden (sog. fast-track-Promotion). Die Regelung einer fast-track-Promotion sowie die Zulassung obliegen der aufnehmenden Universität.

## 3. Struktur der Promotionsphase

- Die Zeit der Promotion ist in erster Linie eine Phase der Berufstätigkeit in der Forschung unter Beachtung allgemein anerkannter Regeln guter wissenschaftlicher Praxis. Die Grundlage hierfür bildet der Kodex „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Forschungsgesellschaft vom 3. Juli 2019<sup>13</sup>.
- In der Regel stellt die Dissertation eine wissenschaftliche Monographie dar, die von der Doktorandin oder dem Doktoranden eigenständig unter fachwissenschaftlicher Betreuung durch den ersten Referenten bzw. die erste Referentin angefertigt wird.
- Soweit die jeweilige Promotionsordnung dies zulässt, kann eine Dissertation auch aus mehreren Veröffentlichungen in angesehenen wissenschaftlichen Zeitschriften mit einer übergreifenden Diskussion in Einleitung und Zusammenfassung bestehen (kumulative Dissertation). Der eigene Beitrag der Doktorandin oder des Doktoranden muss zweifelsfrei erkennbar sein. Bei Bezug auf die Arbeit Anderer, insbesondere auch betreuter Studierender, sind die Beiträge der einzelnen Autorinnen und Autoren auszuweisen.
- Strukturierte Promotionsprogramme (Graduiertenkollegs oder -schulen) sind sinnvoll, wenn interdisziplinäre Synergien genutzt werden, oder wenn hierdurch eine enge fachliche Zusammenarbeit von an komplementären Themen arbeitenden Doktorandinnen und Doktoranden gefördert wird. In jedem Fall muss hinreichend Raum für die eigenständige wissenschaftliche Tätigkeit gewährt werden.
- Im Fall einer fast-track-Promotion sollen promotionsbegleitend auch die outgoing-Kompetenzen eines einschlägigen Masterstudiums erworben werden. Weiterhin soll die Möglichkeit zum Erwerb des betreffenden Masterabschlusses eingeräumt werden.
- Doktorandinnen und Doktoranden sollen während ihrer Promotionsphase didaktische und pädagogische Fähigkeiten erwerben. Zu diesem Zweck sollen sie insbesondere:
  - Studierende bei der Anfertigung von Bachelor- und Masterarbeiten betreuen,
  - Übungen für Studierende durchführen,
  - an der Betreuung von Studierenden in Seminaren, Tutorien und Laboren mitwirken.
- Doktorandinnen und Doktoranden soll ausreichend Gelegenheit zur Förderung ihrer nicht-fachlichen Fähigkeiten im Bereich der Rhetorik, der Sprach- und Kulturkenntnisse, der Führungsqualifikation, im wissenschaftlichen Schreiben etc. geboten werden.
- Nach einer erfolgreich abgeschlossenen Promotion auf dem Gebiet der ETIT verleiht die Universität den akademischen Grad Doktor-Ingenieur bzw. Doktor-Ingenieurin (Dr.-Ing.).

<sup>13</sup> [http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche\\_rahmenbedingungen/gute\\_wissenschaftliche\\_praxis/kodex\\_gwp.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche_rahmenbedingungen/gute_wissenschaftliche_praxis/kodex_gwp.pdf)