

Leitlinien für Bachelor und Master

Qualitätsanforderungen an Ingenieure der
Elektrotechnik und Informationstechnik
mit Bachelor- und Master-Abschlüssen

VDE

ZVEI

 **BITKOM**
Connecting visions – creating solutions

 **VDEW**

Qualifikationsanforderungen an Ingenieure der Elektrotechnik und Informationstechnik mit Bachelor- und Master-Abschlüssen

Leitlinien für Mindestanforderungen

Für den Wirtschaftsstandort Deutschland ist es im globalen Wettbewerb unerlässlich, dass die Absolventen deutscher Hochschulen früher als bisher ihre Ausbildung abschließen und damit jünger in das Berufsleben eintreten können. In diesem Zusammenhang wird auch die bekannte Forderung erneuert, die Ausbildung an allgemeinbildenden Schulen bereits nach 12 Jahren zu beenden. Zudem müssen die deutschen Hochschulen international kompatible Studiengänge und -abschlüsse anbieten, um dadurch mehr ausländische Studenten anzuwerben. Gleichzeitig wird es damit den deutschen Studierenden erleichtert, Teile ihres Studiums im Ausland zu absolvieren und insgesamt ihre Hochschulausbildung flexibler zu gestalten.

Die deutschen Hochschulen sind gegenwärtig dabei, entsprechend diesen Forderungen Bachelor- und Masterstudiengänge einzurichten und für das Studium an ihren Institutionen intensiv zu werben.

Der Aufbau konsekutiver Studiengänge wirft die Frage nach der Qualifikation künftiger Ingenieure mit Bachelor- oder Master-Abschluss auf. Während Qualitätsniveau und -profil der Ingenieure mit Master-Abschluss – auch im internationalen Vergleich – dem bisherigen Diplom-Ingenieur einer Universität entsprechen, muss der Bachelor neu definiert werden.

Den Ingenieuren mit Bachelor-Abschluss wird zukünftig ein hoher Stellenwert beigemessen werden. Nach einer Einführungsphase von mehreren Jahren werden – vergleichbar mit den angelsächsischen Ländern – voraussichtlich 80 % der Absolventen mit Bachelor-Abschluss direkt in die Berufstätigkeit gehen; etwa 20 % der Bachelor-Absolventen werden sofort eine Masterausbildung anschließen. Es wird geschätzt, dass später weitere 20 % der Bachelor-Absolventen entweder berufsbegleitend oder im Vollzeitstudium einen Masterabschluss erwerben [2, 4]. Insgesamt werden demnach von den berufstätigen Ingenieuren aus diesen Studiengängen etwa 60 % einen Bachelor-Abschluss und etwa 40 % einen Master-Abschluss haben.

Der Bachelor-Studiengang muss deshalb nicht nur zu einem Weiterstudium in einem Master-Studiengang befähigen, sondern auch unmittelbar das Ausüben des Ingenieurberufs ermöglichen. Die unterzeichnenden Verbände legen deshalb Wert auf eine hohe anfängliche Berufsqualifikation der Bachelor-Absolventen.

1 Ziele der Ausbildung

Das konsekutive Studium soll auf der Basis mathematisch–naturwissenschaftlicher und technischer Grundlagen diejenigen Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Methoden sowie Einsichten in Zusammenhänge vermitteln, die zur Aufnahme und selbständigen Ausübung von Ingenieur-tätigkeiten in der Elektrotechnik und Informationstechnik benötigt werden. Neben einem breiten Grundlagenwissen sind spezielle Kenntnisse in einer Vertiefungsrichtung zu erwerben.

Informationstechnik und Informatik müssen fester Bestandteil der Ausbildung sein. Ingenieure müssen heute mit Theorie, Techniken, Methoden und Werkzeugen der Software-Entwicklung und Informationstechnik fundiert vertraut gemacht werden.

Die Studierenden müssen sich auch mit wirtschaftlichen und sozialen Aspekten der Ingenieur-tätigkeit auseinandersetzen und internationale Kompetenz erwerben. Die nichttechnischen Fächer sollen die angehenden Ingenieure auf die komplexen, über die reine Technik hinausgehenden beruflichen Anforderungen vorbereiten. Hierfür ist im Curriculum ein nennenswerter Anteil vorzusehen.

Insgesamt muss die Ausbildung die Absolventen befähigen, mit wissenschaftlichen Methoden selbständig zu arbeiten und zur technischen Weiterentwicklung in ihrem Fachgebiet beizutragen. Dazu gehören Flexibilität und Kreativität sowie Eigeninitiative, um neue Fragestellungen zu erkennen, diese aufzugreifen und die Kenntnisse durch lebenslanges Lernen stets aktuell zu halten.

2 Struktur und Inhalte des Bachelor-Studiums

Um diese Ziele zu erreichen, sollten die Bachelor-Studiengänge nach den folgenden Leitlinien strukturiert werden. Diese beschreiben Mindestanforderungen bei der Ausgestaltung der Lehrinhalte. Hierbei sollten die Hochschulen keinen engen Regularien unterliegen.

Für das Volumen der Lehrveranstaltungen empfehlen die unterzeichnenden Verbände eine Dauer von mindestens sechs Studiensemestern. Dieses Volumen entspricht im ECTS-System 180 Kreditpunkten (30 ECTS je Semester). Hinzu kommen die in das Studium integrierten Fachpraktika sowie Studien- und Abschlussarbeiten möglichst im Verbund mit Industrieprojekten und unter Einbeziehung von Methoden des Projektmanagements. Die unterzeichnenden Verbände sprechen sich für eine Praktikumsdauer von mindestens sechs Monaten aus. Dieses Praktikum kann während eines Semesters oder äquivalent in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt werden. Sofern angemessen und

durchführbar, können Teile des Praktikums auch vor Studienbeginn (z.B. als Grundpraktikum) absolviert werden. Eine zusammenhängende Form des Fachpraktikums wird bevorzugt. Es sollte unter Anleitung der Hochschule gestaltet und strukturiert werden, wobei überwiegend ingenieurnahe Tätigkeiten, z.B. durch Mitarbeit in Projekten oder Lösung komplexer Aufgabenstellungen einzuüben sind. Wenn das Praktikum während eines Semesters durchgeführt wird, ergibt sich eine Studiedauer von sieben Semestern.

Als Orientierung für das Lehrangebot werden folgende Anteile von Fächergruppen am Gesamtvolumen des Studiums empfohlen:

Lehrangebot	Prozent-Anteile
Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen	ca. 20%
Elektrotechnische Grundlagen	ca. 25%
Informationstechnische Grundkompetenz (Informationstechnik und Informatik, Mikrocomputertechnik, Rechnerorganisation, Softwaretechnik)	ca. 15%
Anwendungen/Vertiefungsrichtungen/Projekte	ca. 30%
Nichttechnische Inhalte (Arbeitstechniken, Projektmanagement, Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Vertrieb und Marketing, Qualitätsmanagement, Umwelt- und Energiemanagement, Recht u.a.)	ca. 10%

Der Bachelor-Grad kommt als Studienabschluss vorrangig für solche Studierende in Betracht, die eine Tätigkeit mit starker Anwendungsorientierung suchen und einen frühzeitigen Berufseinstieg bevorzugen. Einsatzschwerpunkte werden u.a. die anwendungsorientierte Entwicklung von Komponenten, Geräten und Systemen sein, die Projektierung, Fertigung, Montage, der Service und Betrieb sowie Vertrieb und Marketing.

3 Struktur und Inhalte des Master-Studiums

Für das Master-Studium sind mindestens drei Semester vorzusehen. Insgesamt sollen Bachelor- und Master-Studium nicht länger als 10 Semester dauern.

Master-Studiengänge vermitteln vertieft die wissenschaftlichen Grundlagen und Methoden eines Fachs. Gegebenenfalls sind dabei auch die dafür benötigten speziellen mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen zu vertiefen, soweit dies noch nicht im Bachelor-Studium ausreichend geschehen ist. In der Summe muss die erreichte fachliche

Qualifikation eines Masters der eines bisherigen Diplomingenieurs einer Universität entsprechen. Hinzu kommen die ebenfalls benötigten und bereits andernorts beschriebenen fachübergreifenden Kenntnisse und Schlüsselqualifikationen. Master-Studiengänge, die fachlich auf entsprechenden Bachelor-Studiengängen aufbauen, kommen für Studierende in Betracht, die vorrangig Aufgaben in der Forschung und Entwicklung übernehmen wollen.

4 Studienorganisation, Durchlässigkeit

Es wird empfohlen, im Bachelor-Studium die Grundlagenfächer und die fachspezifischen Inhalte möglichst parallel und problemorientiert zu vermitteln. Allgemeinwissenschaftliche oder fachwissenschaftliche Wahlpflichtfächer ergänzen je nach gewählter Vertiefungsrichtung das obligatorische Angebot. Dabei sollten die fachübergreifenden Inhalte und die Förderung der zusammenhängenden Sicht verstärkt in das Lehrangebot integriert werden.

Der Modulcharakter der Lehrveranstaltungen, die Einführung eines Punktesystems für erbrachte Studienleistungen z.B. nach dem ECTS-System sowie möglichst studienbegleitende Prüfungen sollen die Einhaltung der Regelstudienzeit sichern.

Der Studienerfolg muss deshalb semesterweise überprüft werden.

Nach dem ersten Studienjahr wird eine Orientierungsprüfung empfohlen. Sie soll feststellen, ob der Studierende für ein Weiterstudium geeignet ist. Auch diese Orientierungsprüfung kann durch Leistungsnachweise in der modularen Form des ECTS-Systems abgeleistet werden.

Für die konsekutiven Studiengänge erübrigt sich bei dieser Struktur das bisherige Vordiplom.

Die rechtzeitig abzulegenden Leistungsnachweise und die empfohlenen Projektarbeiten innerhalb des Studiums erfordern eine intensive, pädagogisch motivierende Unterstützung der Studierenden durch Lehrkräfte und Tutoren. Diese Betreuung ist daher eine wesentliche Voraussetzung für ein zügiges Studium innerhalb der Regelstudienzeit. Auch zur Vermittlung notwendiger Schlüsselqualifikationen werden teilnehmeraktivierende Lehrmethoden und kleine Studentengruppen benötigt. Die unterzeichnenden Verbände erwarten, dass für diesen Betreuungsaufwand in den Fachbereichen die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Eine weitere Voraussetzung für dieses zügige Studieren ist auch, dass Konsequenzen bis hin zur Exmatrikulation für solche Studierende ergriffen werden, die durch nicht ausreichende Leistungen und nach einer

angemessenen Karenzzeit zu erkennen geben, dass sie zu einem solchen Studium nicht befähigt oder willens sind. Hierzu müssen die Hochschulgesetze und Verordnungen entsprechend geändert werden.

Für die Aufnahme eines Bachelor-Studiums müssen Zugangskriterien erfüllt werden. Die Hochschulen sollten deshalb im Hinblick auf unterschiedliche Eingangsvoraussetzungen der Studienanfänger das Recht zur Auswahl ihrer Studenten haben.

Als Mindestvoraussetzungen gelten: Ausreichende Kenntnisse in Mathematik mit den Grundlagen der Infinitesimalrechnung, Grundlagenkenntnisse der Informationstechnik und der Naturwissenschaften, Deutsch und Englisch in Sprache und Schrift u.a. [3]. Anzustreben ist auch eine erweiterte Vermittlung von Technik-Kenntnissen an allgemeinbildenden Schulen.

Als Zugangsvoraussetzungen für ein Master-Studium ist der Bachelor-Abschluss notwendig, aber allein nicht ausreichend. Der Übergang von einem Bachelor- in ein Master-Studium hängt von der Neigung und Befähigung der Studierenden ab; die Befähigung wird durch die Hochschule festgestellt. Ein Bachelor-Abschluss sichert somit nicht automatisch den Zugang zum Master-Studium; die aufnehmende Hochschule muss auch hier eine Auswahlmöglichkeit haben.

Die unterzeichnenden Verbände sprechen sich für eine Durchlässigkeit zwischen anwendungsorientierten und forschungsorientierten Studiengängen aus.

5 Profile

Die nach der KMK-Entscheidung mögliche Bandbreite der Profile ist sehr groß. Sie reicht von einem theorieorientierten Bachelor (BSc) bis zu einem anwendungsorientierten Master (MEng). Die unterzeichnenden Verbände sind der Meinung, dass sich die Bezeichnungen nach dem Qualifikationsniveau und -profil der Studiengänge und nicht nach der Ausbildungseinrichtung orientieren müssen.

Wegen der angestrebten Berufsbefähigung der Bachelor-Absolventen und ihres vorrangig zu sehenden Einsatzes in Tätigkeitsfeldern mit starker Anwendungsorientierung halten die unterzeichnenden Verbände bei den Bachelor-Studiengängen der Elektrotechnik und Informationstechnik eine Differenzierung in „Science“ und „Engineering“ für nicht sinnvoll. Bei Ingenieuren müsste ein Bachelor of Science wegen seiner stärkeren Theorieorientierung überwiegend als Vorstufe für ein weiterführendes Studium zum Master of Science und weniger als berufsbefähigender Abschluss angesehen werden.

Bei allen Überlegungen muss als oberstes Ziel gelten, bei der Gestaltung der neuen Studiengänge das hohe fachliche Niveau der deutschen Ingenieurausbildung zu erhalten und weiterzuentwickeln. Der neue Master-Abschluss muss dabei – unabhängig von der verleihenden Hochschule – das gleiche fachliche und wissenschaftliche Niveau wie der heutige Diplomabschluss einer Universität erreichen.

Frankfurt am Main, im Februar 2001



Dipl.-Ing. H.-E. Scholz
Vorsitzender des VDE-Ausschusses
„Ingenieurausbildung“



Dr.-Ing. F.-D. Althoff
Generalsekretär des
VDE Verband der Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik e.V.



Dr. E. Meller
Hauptgeschäftsführer des VDEW
Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.



Dr. B. Rohleder
Vorsitzender der Geschäftsführung
BITKOM
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.



Dr. F.-J. Wissing
Hauptgeschäftsführer des ZVEI
Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.

Literatur:

- [1] VDE-Studie 2000: Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik. Frankfurt, 2000
- [2] ZVEI: Bachelor- und Master-Studiengänge. Frankfurt, 2000
- [3] VDI: Thesen zur Weiterentwicklung der Ingenieurausbildung in Deutschland. Düsseldorf, 1998
- [4] Elektrotechnische Studiengänge im In- und Ausland – Vergleichende VDE-Untersuchung zu nationalen und internationalen Abschlüssen. Frankfurt, 1998



**VERBAND DER ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.**

Stresemannallee 15
60596 Frankfurt am Main

Telefon 069 – 63 08 – 0
Telefax 069 – 6 31 29 25
<http://www.vde.com>
E-Mail service@vde.com

