

Bauingenieur

Die richtungweisende Zeitschrift im Bauingenieurwesen

VDI

Bautechnik

Jahressausgabe 2015/2016



www.bauingenieur.de

N. Oberbeck, H. Werkle

**Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen
im Bachelor-Studium des Bauingenieurwesens
an Hochschulen für angewandte Wissenschaften**

 Springer
VDI Verlag

Organ des VDI für Bautechnik

Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Bachelor-Studium des Bauingenieurwesens an Hochschulen für angewandte Wissenschaften

N. Oberbeck, H. Werkle

13

Zusammenfassung Die im Fachbereichstag Bauingenieurwesen zusammengeschlossenen Fachbereiche und Fakultäten des Bauingenieurwesens an Hochschulen für angewandte Wissenschaften haben sich 2013 auf gemeinsame Standards bei der Grundausbildung im Bachelorstudium Bauingenieurwesen verständigt. Grundlage war eine lernergebnis- und studierendenzentrierte Sichtweise der Hochschulausbildung. Für die Bereiche Grundlagen, Konstruktiver Ingenieurbau, Wasserwesen / Abfallwirtschaft, Verkehrswesen / Raumplanung sowie Baumanagement wurden Modulgruppen und Mindest-Studienanteile definiert. Innerhalb der Modulgruppen und Studienfächer wurden die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen, die Studierende erwerben sollen, detailliert beschrieben. Für Absolventinnen und Absolventen wie auch für die Bauwirtschaft soll damit ein hohes Maß an Verlässlichkeit hinsichtlich der Qualifikation des Ingenieur Nachwuchses sichergestellt werden.

1 Einleitung

Das Bauingenieurwesen hat in den vergangenen Jahrzehnten deutliche Veränderungen erfahren. Dies betrifft zum einen neue fachliche Herausforderungen wie die zunehmende Bedeutung von Umwelt- und Ressourcenfragen oder die Globalisierung der Wirtschaft. Zum anderen hat sich aber auch das Ausbildungssystem durch die Bologna-Reform konzeptionell gewandelt [1]. Während es vor „Bologna“ neben dem klassischen Bauingenieurstudium nur wenige spezialisierte Studiengänge gab, hat deren Anzahl in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Dies betrifft zum einen Studiengänge, die nur Teilbereiche des klassischen Bauingenieurwesens abdecken und diese vertiefen, wie etwa Holzingenieurwesen oder Baumanagement. Zum anderen sind dies Studiengänge, die Teilbereiche des Bauingenieurwesens durch weitere Inhalte aus anderen Fachgebieten zu einem neuen Studienprofil ergänzen, wie die Studiengänge des Wirtschaftsingenieurwesens Bau und des Umweltingenieurwesens Bau.

Diese Entwicklungen haben zu einer größeren Vielfalt aber damit auch zu einer zunehmenden Intransparenz der Studiengänge geführt. Um einer zu großen Diversifizierung des Berufsbildes und möglichen Qualitätsverlusten entgegen zu wirken, bestehen national wie international Bestrebungen, das allgemeine Bauingenieurwesen in einer zeitgemäßen und zukunftsorientierten Form zu beschreiben, um die Ausbildung entsprechend auszurichten. Bereits im Jahr 2002 wurde in Deutschland der Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauwesens e. V. (ASBau) mit dem Ziel der Sicherung einer berufsbefähigenden deutschen Bauingenieurausbildung gegründet. Im Zusammenwirken aller am Baugeschehen in Deutschland Beteiligten wurden fachliche Standards zur Akkreditierung und Evaluierung von Baustudiengängen entwickelt. Dies erfolgte zuletzt mit den ASBau Standards von 2010 [2] und weiteren Veröffentlichungen, etwa zur Definition des Begriffs „Bauingenieur“ [3]. Auch die Bundesingenieurkammer setzt sich mit der Ausbildung von Bauingenieuren auseinander, dies vor allem vor dem Hintergrund der Definition der Berufsbezeichnung „Ingenieur“ [4]. Weiterhin wurden im Rahmen der Harmonisierung und der Transparenz von Bildungsabschlüssen in Europa der Europäische Qualifikationsrahmen (EQR) [13] und für Deutschland der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) eingeführt. Eine Spezifikation für das Bauingenieurwesen ist der „Sektorale Qualifikationsrahmen für das Bauingenieurwesen – Niveau 6 bis 8 des EQR“ (SQR-Bau), für den ein Entwurf vorliegt [5]. Auch hierbei handelt es sich um Beschreibungen der Qualifikation der Bauingenieurausbildung, und zwar auf den Ebenen eines Bachelor-, Master- und Doktorgrades.

Auch außerhalb Europas hat man die Bedeutung einer Definition der mit einer Bauingenieurausbildung verbundenen Inhalte und Kompetenzen erkannt. So hat die American Society of Civil Engineers zuletzt 2008 unter der Bezeichnung „Civil Engineering Body of Knowledge for the 21st Century“ [6] ein Wissens-Portfolio des Bauingenieurwesens herausgegeben. Sie verfolgt damit das Ziel, das heute notwendige Wissen eines Bauingenieurs, seine Fertigkeiten und Kompetenzen, gestuft nach Lernzielen für einen jeweiligen Abschluss, konzeptionell zu beschreiben. Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen eines Bauingenieurs werden in 24 Gebieten unter den Oberbegriffen „Grundlagen“, „Technisches Wissen“ und „Berufliche Kompetenzen“ gegliedert. Der Beschreibung der Lernziele liegt die Bloom'sche Taxonomie zugrunde, die Lernziele in sechs Stufen mit steigender Komplexität (Wissen, Verstehen, Anwenden, Analyse, Synthese, Beurteilen) beschreibt. Dies führt zu einer Matrix, die angibt, in welcher Stufe in den 24 Gebieten jeweils Lernziele zu erreichen sind, und zwar für Bachelor-

Prof. Dr.-Ing. Niels Oberbeck

Vizepräsident für Studium und Lehre
Professor für Baustatik
Mitglied des Vorstandes des Fachbereichstages Bauingenieurwesen
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (TH Nürnberg)
Keßlerplatz 12; 90489 Nürnberg
niels.oberbeck@th-nuernberg.de

Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle

Professor für Baustatik
Vorstandsvorsitzender des Fachbereichstages Bauingenieurwesen
Mitglied des Vorstandes des ASBau
Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG)
Brauneggerstr. 55; 78462 Konstanz
werkle@htwg-konstanz.de

und Masterabschlüsse sowie mit entsprechender beruflicher Erfahrung. Strategisches Ziel des Body of Knowledge ist vor allem dessen Anwendung in der Lehre an Hochschulen und in der Weiterbildung, um Ingenieure auszubilden, die den Anforderungen der nahen Zukunft gewachsen sind. Zugrunde liegt eine Vorstellung über das zukünftige Bauingenieurwesen im Jahr 2025, die in [6] so formuliert wurde: „The vision: civil engineers will be entrusted by society to create a sustainable world and enhance the quality of life“. Während die genannten Dokumente überwiegend konzeptionell aufgestellt sind, gibt es auch Ansätze, die die im Studium des Bauingenieurwesens zu erwerbenden Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen detailliert bis auf die inhaltliche Ebene hin beschreiben. Für konkrete Studiengänge sind dies die Modulhandbücher. Darüber hinaus wurde eine studiengangübergreifende Darstellung der grundlegenden Inhalte eines Bauingenieurstudiums auf Bachelor-Ebene vom Fachbereichstag Bauingenieurwesen erarbeitet und mehrfach aktualisiert. Ihr Ziel ist, die übergeordneten Konzepte zu konkretisieren und die an deutschen Hochschulen für angewandte Wissenschaften im Bauingenieurstudium vermittelte Qualifikation konkret zu dokumentieren. Die aktuelle Fassung der sogenannten „Kerninhalte“ wird im Folgenden erläutert.

2 Die „Kerninhalte“ des Fachbereichstages Bauingenieurwesens

Bereits in den 1980er-Jahren wurden Studienziele und Lerninhalte des Bauingenieurstudiums im Fachbereichstag Bauingenieurwesen diskutiert und abgestimmt. Die Diskussion erfolgte auch im Zusammenhang mit den vor „Bologna“ geltenden Rahmenprüfungsordnungen. Für die Diplomstudiengänge wurden „Studienziele und Lerninhalte im Kernstudium von Diplomstudiengängen des Bauingenieurwesens an Fachhochschulen“ [7], ausgehend von einer Version aus dem Jahr 1992, auf der Vollversammlung im Herbst 2003 in Leipzig verabschiedet. Sie beschreiben die Inhalte des Kernstudiums, das heißt des Pflichtbereichs in Diplomstudiengängen mit dem Abschluss Dipl.-Ing. (FH), und umfassen damit die Inhalte, die für alle Studierenden obligatorisch sind. Nach der Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge wurden bereits 2005 auf der Vollversammlung in Wismar die „Studienziele und Lerninhalte im Kernstudium von Bachelorstudiengängen des Bauingenieurwesens“ [8] beschlossen.

Eine Neufassung und grundlegende Überarbeitung wurde als „Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Kernstudium von Bachelorstudiengängen des Bauingenieurwesens“ [9] im Jahre 2015 auf der Vollversammlung des Fachbereichstages in Leipzig verabschiedet. Sie enthält nicht nur inzwischen notwendig gewordene Aktualisierungen, sondern in erster Linie eine lernergebnisorientierte Beschreibung der Ausbildung. Die Betrachtungsweise hat vom Lehrenden zum Lernenden gewechselt. Neben den Inhalten werden auch die vom Studierenden zu erlangenden Fertigkeiten und Kompetenzen definiert. Das aktuelle Dokument ist eine abgestimmte Willensbekundung der Fakultäten und Fachbereiche für Inhalt und Qualität der Bachelorausbildung im Bauingenieurwesen an Fachhochschulen/Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland.

3 Erwerb von Qualifikationen im Bachelorstudium des Bauingenieurwesens

Vor der Bologna-Reform wurden Studiengänge in der Regel „inputorientiert“ konzipiert und beschrieben. Der Fokus lag auf der Definition von Lehrinhalten und Studienzielen, also des Inputs für die Studierenden aus der Perspektive der Lehrenden. Mit der Novellierung des Hochschulrahmengesetzes im Jahr 1998 und dem Beginn der Bologna-Reform vollzog sich ein Wandel. Die Betrachtung wurde „outcomeorientiert“, in den Mittelpunkt rückten die beabsichtigten Lern- und Ausbildungsergebnisse und somit die Perspektive der Studierenden. Heute ist die Kompetenzorientierung in der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen inklusive der Prüfungen für die Konzeption und die Akkreditierung von Studiengängen unabdingbar.

Der Begriff „Kompetenz“ ist jedoch nicht einheitlich definiert. Das gleiche gilt für weitere relevante Begriffe wie „Wissen“, „Kenntnisse“, „Qualifikation“, „Fähigkeiten“ und „Fertigkeiten“. Nach Arnold [10] etwa bezeichnet Kompetenz das Handlungsvermögen der Person. Während der Begriff „Qualifikation“ Fähigkeiten zur Bewältigung konkreter Anforderungen bezeichnet und somit verwendungsorientiert ist, sei der Kompetenzbegriff subjektorientiert. Zudem umfasse der Kompetenzbegriff nicht nur fachliches Wissen und Können, sondern auch außer- und überfachliche Fähigkeiten. Klieme und Hartig [11] bezeichnen Kompetenzen als Dispositionen, die im Verlauf von Bildungs- und Erziehungsprozessen erworben werden und die Bewältigung von unterschiedlichen Aufgaben bzw. Lebenssituationen ermöglichen. Nach Walzig [12] ist Kompetenz an sich nicht beobachtbar. Um auf das Vorhandensein von Kompetenz zu schließen, müsse diese im Handeln sichtbar werden.

Kompetenzen werden zum einen auf die direkte Bewältigung spezifischer Anforderungen bezogen, zum anderen können sie aber auch auf Transfer, Selbstständigkeit, Kreativität, Bewertung und die Übernahme von Verantwortung abzielen. Die Kompetenz von Studierenden zeigt sich in der Regel in der Prüfungsleistung. Zum Zweck der kompetenzorientierten Beschreibung der Kerninhalte in Bachelorstudiengängen des Bauwesens hat sich der Fachbereichstag Bauingenieurwesen auf eine Begriffsdefinition verständigt: Der Begriff „Kompetenz“ wird in Anlehnung an den Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) [13] verwendet.

Der EQR ist ein gemeinsamer europäischer Referenzrahmen, der Qualifikationen in Europa verständlicher und vergleichbar machen soll. Seine Ziele sind die Förderung der internationalen Mobilität und die Unterstützung des lebenslangen Lernens. Zu diesem Zweck definiert er eine gemeinsame europäische Referenz für Qualifikationen in acht Referenzniveaus. Sie umfassen die gesamte Bandbreite der Qualifikationen, von Niveau 1 (z. B. Schulabschluss) bis Niveau 8 (z. B. Promotion). Die Bachelor- bzw. Masterabschlüsse an Hochschulen für angewandte Wissenschaften und Universitäten sind den Niveaus 6 und 7 zugeordnet. Als Grundlage für Kompetenz sind im EQR ergänzend die Begriffe „Kenntnisse“ und „Fertigkeiten“ definiert:

„**Kenntnisse**“ sind das Ergebnis der Verarbeitung von Information durch Lernen. Kenntnisse bezeichnen die Gesamtheit der Fakten, Grundsätze, Theorien und Praxis in einem Arbeits- oder Lernbereich. Im Europäischen Qualifikationsrahmen werden Kenntnisse als Theorie- und/oder Faktenwissen beschrieben.

„**Fertigkeiten**“ bezeichnen die Fähigkeit, Kenntnisse anzuwenden und Know-how einzusetzen, um Aufgaben auszuführen und Probleme zu lösen. Im Europäischen Qualifikationsrahmen werden Fertigkeiten als kognitive Fertigkeiten (logisches, intuitives und kreatives Denken) und praktische Fertigkeiten (Geschicklichkeit und Verwendung von Methoden, Materialien, Werkzeugen und Instrumenten) beschrieben.

„**Kompetenz**“ bezeichnet die nachgewiesene Fähigkeit, Kenntnisse, Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten in Arbeits- oder Lernsituationen und für die berufliche und/oder persönliche Entwicklung zu nutzen. Im Europäischen Qualifikationsrahmen wird Kompetenz im Sinne der Übernahme von Verantwortung und Selbstständigkeit beschrieben.

Für Bachelorabschlüsse finden sich im Niveau 6 folgende erforderliche Lernergebnisse:

Kenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in einem Arbeits- oder Lernbereich unter Einsatz eines kritischen Verständnisses von Theorien und Grundsätzen.

Fertigkeiten: Fortgeschrittene Fertigkeiten, die die Beherrschung des Faches sowie Innovationsfähigkeit erkennen lassen, und zur Lösung komplexer und nicht vorhersehbarer Probleme in einem spezialisierten Arbeits- oder Lernbereich nötig sind.

Kompetenz: Leitung komplexer fachlicher oder beruflicher Tätigkeiten oder Projekte und Übernahme von Entscheidungsverantwortung in nicht vorhersehbaren Arbeits- oder Lernkontexten. Übernahme der Verantwortung für die berufliche Entwicklung von Einzelpersonen und Gruppen.

Zur Vermittlung von Kompetenzen in Ingenieurstudiengängen stehen vielfältige didaktische Formen zur Verfügung: klassische Vorlesungen, aktivierende Lernformen, Gruppenarbeiten, praktische Übungen unter Einbeziehung von Laboreinrichtungen, Projektarbeiten zur Zusammenführung von Einzeldisziplinen in einer themenorientierten Betrachtungsweise etc. Die Ingenieurausbildung, insbesondere an den Hochschulen für angewandte Wissenschaften, ist stark mit der Praxis verbunden – die Vermittlung theoretischer Inhalte wird intensiv durch Vorpraktika, praktische Studiensemester, Laborpraktika und praxisnahe Projekte begleitet. Der Lernprozess kann so beständig an der Realität abgeglichen werden. Ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen entstehen dabei als vertieftes Verständnis der Fachwissenschaft, das Einzelfakten systematisch gliedert und vernetzt. Zur Bildung einer nachhaltigen Ingenieurkompetenz (im Gegensatz zu einem Bündel von Einzelkompetenzen) im Studium ist es unabdingbar, dass die Lehren-

den eng zusammenarbeiten und curriculare Abstimmungen vornehmen.

Im Folgenden definieren die Lernergebnisse (outcomes) die durch den Ausbildungsprozess zu erzielenden Qualifikationen der Absolventinnen und Absolventen. Die Abschlussqualifikationen umfassen Kenntnisse, Fertigkeiten und Handlungskompetenzen, die für die Berufsausübung als Bauingenieur erforderlich sind. Darüber hinaus soll die Ausbildung Absolventinnen und Absolventen befähigen, ihre Qualifikationen im Zuge des lebenslangen Lernens beständig dem aktuell erforderlichen Niveau anzupassen und auszubauen.

4 Studienanteile

In Abstimmung mit den fünf Fachausschüssen des Fachbereichstages Bauingenieurwesen (Grundlagen, Konstruktiver Ingenieurbau, Wasser-Boden-Abfall, Verkehrswesen, Baubetrieb) wurden die ECTS-Leistungspunkte des Kernstudiums auf die Modulgruppen verteilt.

Tabelle 1. Aufteilung der ECTS-Leistungspunkte auf die Modulgruppen

	Modulgruppe	Modulangebot der Hochschule	Mindeststudienanteil [ECTS-LP]
1	mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen	Mathematik, Technische Mechanik, Technisches Darstellen	52
	fachspezifische Grundlagen	Bauinformatik, Bauphysik, Baustoffkunde, Vermessungskunde Baukonstruktion	
2	Konstruktiver Ingenieurbau	Baustatik, Massivbau, Stahlbau, Holzbau, Bodenmechanik, Grundbau, Verbundbau, Bauschäden	32
3	Wasserwesen, Abfallwirtschaft	Hydraulik, Hydromechanik, Wasserwirtschaft, Wasserbau, Siedlungswasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Altlasten	14
4	Verkehrswesen, Raumplanung	Verkehrsplanung, Verkehrstechnik, Entwurf, Bau und Betrieb von Landverkehrswegen, Stadt- und Regionalplanung, Öffentliche Verkehrssysteme, Öffentliches Baurecht	16
5	Baumanagement	Baumanagement, Baubetrieb und Arbeitssicherheit, Baubetriebswirtschaft, Planungsmarkt und Privates Baurecht	12
Summe Kernbereich:			126

Ein Bachelorstudium Bauingenieurwesen an Hochschulen für angewandte Wissenschaften umfasst sechs oder sieben Studiensemester. Pro Semester erbringen die Studierenden eine Arbeitsleistung von 30 ECTS-Leistungspunkten, wobei ein Leistungspunkt für 30 Stunden studentische Arbeit steht. Insgesamt erwerben Studierende im Bachelorstudium somit 180 bzw. 210 ECTS-Leistungspunkte.

Die Kerninhalte umfassen 126 ECTS-Leistungspunkte. Für einen Umfang des theoretischen Studienanteils ohne praktische Studienphase von 180 ECTS-Leistungspunkten beträgt der Anteil des Kernstudiums 70 Prozent. Der restliche Studienanteil steht für die Profilbildung der Bachelorstudiengänge zur Verfügung.

Der Fachbereichstag Bauingenieurwesen empfiehlt seinen Mitgliedern, bei Bachelorstudiengängen für das Kernstudium 126 ± 20 ECTS-Leistungspunkte zu verplanen. Die Anteile der einzelnen Modulgruppen dürfen hierbei um maximal 30 Prozent gekürzt werden.

5 Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen der Modulgruppen

Die in **Tabelle 1** aufgeführten Modulgruppen gliedern sich jeweils in einzelne Module, die **Tabelle 2** entnommen werden können. Die genaue Bezeichnung der Module und ihre Gruppierung können zwischen den Hochschulen und Studiengängen variieren. Die jeweils erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen (folgender Abschnitt) sind jedoch einheitlich. Auf diese Weise sichern die Modulgruppen in ihrer Gesamtheit eine umfassende Ausbildung in allen grundlegenden Bereichen des Bauingenieurwesens.

Tabelle 2. Zusammensetzung der Modulgruppen

Modul	ECTS-LP
1. Grundlagen	52
Mathematik	10
Technische Mechanik	8
Bauinformatik	6
Bauphysik	5
Baustoffkunde	10
Baukonstruktion	8
Vermessungskunde	5
2. Konstruktiver Ingenieurbau	32
Baustatik	6
Massivbau	9
Stahlbau	5
Holzbau	4
Bodenmechanik	3
Grundbau	5
3. Wasserwesen, Abfallwirtschaft	14
Hydraulik, Hydromechanik	4
Wasserwirtschaft und Wasserbau	4
Siedlungswasserwirtschaft	3
Kreislaufwirtschaft und Altlasten	3
4. Verkehrswesen, Raumplanung	16
Stadt- und Regionalplanung	2 – 6
Verkehrsplanung und Verkehrstechnik	2 – 6
Öffentliche Verkehrssysteme	2 – 6
Entwurf, Bau und Betrieb von Straßen	4 – 8
Öffentliches Baurecht	2 – 4 ¹⁾
5. Baumanagement	12
Baumanagement	3
Baubetrieb	3
Baubetriebswirtschaft	3
Bauplanung / Planungsleistungen	3

¹⁾ Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen dieses Moduls können auch durch eine Aufweitung fachnaher Module erworben werden.

In [9] wurden für jedes der in **Tabelle 2** aufgeführten Module Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen definiert. Exemplarisch wird in **Tabelle 3** je ein Beispiel aus jeder Modulgruppe detailliert dargestellt, um einen Eindruck der getroffenen Festlegungen zu vermitteln.

Tabelle 3. Exemplarische Beschreibung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen

Modulgruppe 1	Grundlagen
Modul	Technische Mechanik 8 ECTS-LP
Kenntnisse:	Statische Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> – Kräfte, Momente und deren Zusammensetzung bzw. Zerlegung – Gleichgewicht an Baukörpern (rechnerisch und zeichnerisch) – statische Modellbildung – Schnittprinzip – Auflagerreaktionen und Schnittgrößen statisch bestimmter Systeme einschl. Fachwerke – Differentialgleichung der Schnittgrößen Grundlagen der Festigkeitslehre: <ul style="list-style-type: none"> – Baupraktische Querschnitte, Schwerpunkt, Flächenmomente – Spannungen, Verzerrungen, Werkstoffgesetze Grundlagen des Sicherheitskonzepts (Einwirkungen, Widerstände)
Fertigkeiten:	<ul style="list-style-type: none"> – stat. bestimmte Systeme (einschl. Gelenksysteme) von kinematischen und stat. unbestimmten Systemen unterscheiden – Auflagerreaktionen und Schnittgrößen stat. bestimmter Systeme berechnen – Zustandslinien für Schnittgrößen darstellen – für ebene, stat. bestimmte Systeme die Spannungen für Biegung, Normalkraft und Querkraft berechnen
Kompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> – verantwortliche Ermittlung von Kräften, Momenten und selbstständige Beurteilung von Gleichgewichtssituationen einfacher stat. bestimmter Systeme (einschließlich Gelenkkonstruktionen) – Entwurf und Beurteilung einfacher Tragkonstruktionen
Modulgruppe 2	Konstruktiver Ingenieurbau
Modul	Massivbau 9 ECTS-LP
Kenntnisse:	<ul style="list-style-type: none"> – Materialeigenschaften von Beton, Betonstahl sowie von Mauerwerk – Grundlagen der Tragwerksidealisierung – Massivbauspezifische Sicherheiten und Schnittgrößenermittlung – Tragverhalten Stahlbeton und Mauerwerk – Nachweise der Tragfähigkeit, der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit – Grundlagen der Bewehrungsführung und konstruktiven Durchbildung von Standardbauteilen – Grundlagen der Darstellung von Schal- und Bewehrungsplänen
Fertigkeiten:	<ul style="list-style-type: none"> – Methoden zur Modellbildung anwenden und Bemessungsschnittgrößen für Biegung, Normalkraft und Querkraft ermitteln – Bemessungsverfahren und –hilfsmittel anwenden. – Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit sowie der Dauerhaftigkeit für Standardkonstruktionen führen – Schal- und Bewehrungspläne lesen und für Standardbauteile selbst anfertigen

Kompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> – Befähigung zum materialgerechten Entwerfen, Konstruieren und Bemessen von einfachen Massivbauteilen, jeweils abgestimmt auf spezifische Anforderungen aus der Nutzung und der Dauerhaftigkeit – Beurteilung des Tragverhaltens, Gewährleistung der Standsicherheit – Begrenzung der Verformungen üblicher Standardkonstruktionen – Kritisches Hinterfragen von EDV-Ergebnissen – Begleitung und Überwachung der Herstellung von Massivbaukonstruktionen
Modulgruppe 3 Wasserwesen, Abfallwirtschaft	
Modul	Wasserwirtschaft und Wasserbau 4 ECTS-LP
Kenntnisse:	<ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen der Hydrologie und Wasserwirtschaft – Grundlagen der Gewässerkunde – Grundlagen des konstruktiven Wasserbaus
Fertigkeiten:	<p>Grundlegende Berechnungen für</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wasserkreislauf, Wasserhaushalt – Hydrometrie, gewässerkundliche Statistik – Abflussdynamik, Grundgedanken des Wasserrechts, Hochwasserschutz – Grundlagen der Gewässerökologie, Gewässerpflege und -unterhaltung – naturnahe Gewässergestaltung – Kreuzungs- und Sohlenbauwerke
Kompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> – Erkennen der Zusammenhänge zwischen hydrologischen Prozessen, wasserwirtschaftlichen Anforderungen und Problemlösungen durch ökologisch verträgliche wasserbauliche Maßnahmen – Fähigkeit zur Mitwirkung bei Planung und Ausführung einfacher wasserbaulicher Maßnahmen
Modulgruppe 4 Verkehrswesen, Raumplanung	
Modul	Entwurf, Bau und Betrieb von Straßen 4 – 8 ECTS-LP
Kenntnisse:	<ul style="list-style-type: none"> – Grundkenntnisse und praxisnahe Arbeitsmethoden des Entwurfs, Baus und Betriebs von Straßen – Rechtliche und funktionelle Gliederung des Straßennetzes, Aufbau der Straßenverwaltung – Fahrdynamische und fahrgeometrische Grundlagen – Umweltverträglichkeitsprüfung in der Straßenplanung, Emissionen etc. – Linienführung und Trassierung in Lage- und Höhenplan, Gestaltung des Straßenquerschnitts – Planung und Entwurf von plangleichen (Einmündung, Kreuzung, Kreisverkehr) und planfreien Knotenpunkten (Anschlussstellen und Autobahnknoten) – Straßenaufbau (Ober- und Unterbau): Straßenbauweisen (Asphalt, Zementbeton, Pflaster), Aufbau, Herstellung und Recycling sowie Dimensionierung und bautechnische Anforderungen – Planerische und bautechnische Anforderungen an Straßen auf Brücken und im Tunnel – Bautechnologie: Herstellung von Straßenbefestigungen – Betrieb und Unterhaltung der Straßen, Erhaltungs- und Qualitätsmanagement – Aspekte der Verkehrssicherheit

Fertigkeiten:	<ul style="list-style-type: none"> – bei den Standardaufgaben des Entwurfs, Baus und Betriebs von Straßen selbstständig Problemanalysen und spezifische Lösungskonzepte entwickeln und planerisch umsetzen – Infrastrukturmaßnahmen im Straßennetz funktional und umweltgerecht erarbeiten – Entwürfe für die Dimensionierung und Gestaltung erstellen und die Leistungsmerkmale des Betriebs berechnen
Kompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> – bei der Planung, dem Entwurf und dem Betrieb von Straßen kreativ mitarbeiten, sowohl in der Betreuung des Planungsprozesses, in der wirtschaftlichen und regelkonformen Ausführung von der Ausschreibung bis zur Durchführung, als auch im Betrieb der Verkehrsanlagen bei Baulastträgern, Ingenieurbüros und Bauunternehmen – wegen der komplexen Zusammenhänge des Verkehrswesens mit allen anderen Fachgebieten des Bauingenieurwesens insbesondere Teamfähigkeit, da integrative Planungsziele im interdisziplinären Fachkontext gemeinsam entwickelt werden – Planinhalte mit anderen Fachleuten erörtern und den Bürgern kommunizieren – bei Zielkonflikten durch nachweisbare Begründungen der eingesetzten Arbeitsmethoden Lösungsmöglichkeiten finden
Modulgruppe 5 Baumanagement	
Modul	Baubetriebswirtschaft 3 ECTS-LP
Kenntnisse:	<ul style="list-style-type: none"> – Grundsätze zur Unternehmensformen/Rechtsformen privatrechtlicher Unternehmungen, Formen des Unternehmer-Einsatzes am Bau – Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre – Grundlagen der Kosten- und Leistungsrechnung, Einführung in das betriebliche Rechnungswesen – Unternehmensrechnung/Bilanz, Gewinn- und Verlustrechnung – Grundbegriffe der Kostenrechnung – Wesentliche Kenntnisse zu den Kalkulationselementen – Arten der Kalkulation, Methoden oder Verfahren der Angebotskalkulation – Grundkenntnisse zur Arbeitskalkulation, Nachtragskalkulation und Nachkalkulation
Fertigkeiten:	<ul style="list-style-type: none"> – die Grundsätze der Kosten- und Leistungsrechnung für einfache Projekte anwenden – aus den Unternehmensformen Risiken erkennen – für einfache Projekte die Kalkulation erstellen – vertraglichen Pflichten aus der Angebotskalkulation erkennen
Kompetenz:	<ul style="list-style-type: none"> – für einfache Projekte selbstständig die Angebotskalkulation vorbereiten – unter Anleitung die wirtschaftliche Umsetzung der Projekte verfolgen – unter Anleitung die Kostenverfolgung durchführen – unter Anleitung das Nachtragsmanagement vorbereiten

6 Weiterführende Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen

Die in dem Dokument „Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Kernstudium von Bachelorstudiengängen des Bauingenieurwesens“ [9] definierten Module decken insgesamt 126 ECTS-Leistungspunkte ab. Sie beschreiben die Kerninhalte, die verlässlicher Bestandteil eines Bachelor-

studiengangs Bauingenieurwesen an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften in Deutschland sein sollen. Zum Studienabschluss von 180 bzw. 210 Leistungspunkten verbleibt ein Studienanteil von 54 bzw. 84 Leistungspunkten (entspricht 1.620 bzw. 2.520 studentischen Arbeitsstunden), die für die Profilbildung des jeweiligen Studiengangs genutzt werden können.

Dieser freie Studienanteil kann dazu dienen, einzelnen Disziplinen oder Themen ein besonderes Gewicht zu verleihen. Grundständige Bachelorstudiengänge, die zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss führen und die Basis für lebenslanges Lernen legen, vermitteln in der Regel eine breit angelegte Grundausbildung. Vertiefungen werden von den Hochschulen überwiegend in den klassischen Fachrichtungen des Bauingenieurwesens wie Konstruktiver Ingenieurbau, Verkehrswesen, Wasserwesen/Umwelt, Geotechnik und Baubetrieb angeboten.

Die im Bachelorstudium erworbenen Kompetenzen sind Voraussetzung für die Aufnahme eines Masterstudiums. Masterstudiengänge umfassen in der Regel drei oder vier Semester, sodass sich eine Gesamt-Studienzeit von zehn Semestern ergibt, in denen Studierende 300 ECTS-Leistungspunkte erwerben. Masterstudiengänge im Bauwesen sind thematisch meist schärfer profiliert als Bachelorstudiengänge. Sie intensivieren die Vertiefung in klassischen Fachrichtungen des Bauwesens, behandeln aber auch erst in neuerer Zeit bedeutsam gewordene Themengebiete wie Bauen im Bestand oder Brandschutz und besetzen Schnittstellen zu anderen Fachrichtungen, beispielsweise zur Architektur, zum Verkehrs- oder zum Umweltingenieurwesen.

Das letzte Qualifikationsniveau (Niveau 8 nach EQR) schließlich wird durch eine Promotion erreicht. Über das Promotionsrecht verfügen ausschließlich Universitäten. Absolventinnen und Absolventen von Hochschulen für angewandte Wissenschaften haben zwei Optionen: Sie können zur Promotion an eine Universität wechseln, oder sie verbleiben an der Hochschule und bearbeiten ihr Promotionsvorhaben in Form einer kooperativen Promotion. Bei diesem Modell betreuen je eine Professorin/ ein Professor von einer Universität und von einer Hochschule für angewandte Wissenschaften das Vorhaben gemeinsam. Diskutiert wird aber auch, Graduiertenkollegs aus Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften oder Verbänden von Hochschulen das Promotionsrecht einzuräumen.

Grundlage und Voraussetzung für den Erwerb weiterführender Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen in einem Masterstudiengang oder in einer Promotion ist in jedem Fall ein Abschluss in einem qualitativ hochwertigen Bachelorstudiengang. Das gleiche gilt für die Bewältigung anspruchsvoller Aufgaben in der Berufspraxis und die beständige Weiterbildung auf aktuellem fachlichen Niveau. Mit dem Dokument „Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Kernstudium von Bachelorstudiengängen des

Bauingenieurwesens“ [9] haben sich die Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland auf einen einheitlichen Standard verständigt, der die erforderliche Qualität sicherstellt. Sie sollen für Absolventinnen und Absolventen der Hochschulen, aber auch für die Bauwirtschaft ein hohes Maß an Verlässlichkeit hinsichtlich der Qualifikation des Ingenieur Nachwuchses sicherstellen [14].

Literatur

- [1] *Werkle, H.*: Das Studium des Bauingenieurwesens an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und der Bologna-Prozess. In: VDI Bautechnik Jahressausgabe 2013/2014, Bauingenieur 22 (2013), S. 19-29.
- [2] Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauwesens (ASBau) e.V. (Hrsg.): ASBau Standards – Akkreditierung und Qualitätssicherung zeitgemäßer Studiengänge des Bauingenieurwesens an deutschen Hochschulen. 3. Auflage, Akkreditierungsverbund für die Studiengänge des Bauwesens e.V., Berlin, 2010.
- [3] Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauwesens (ASBau) e.V. (Hrsg.): „Bauingenieur“ – Studieninhalte und Studienanteile. Akkreditierungsverbund für die Studiengänge des Bauwesens e.V., Berlin, 2012.
- [4] *Kammeyer, H.-U.*: Wer ist in Deutschland ein Ingenieur?. In: Deutsches Ingenieurblatt 20 (2013), Heft 01-02, S. 34–35.
- [5] *Santowski, G.; Werkle, H.*: Sektoraler Qualifikationsrahmen für das Bauingenieurwesen – Niveau 6 bis 8 des EQR (Entwurf), Fachbereichstag Bauingenieurwesen, 2010 [unveröffentlicht].
- [6] ASCE American Society of Civil Engineers (Hrsg.): Civil Engineering Body of Knowledge for the 21st Century. 2. Auflage, ASCE, Reston, Virginia, 2008.
- [7] „Studienziele und Lerninhalte im Kernstudium von Diplomstudiengängen des Bauingenieurwesens an Fachhochschulen“, Fachbereichstag Bauingenieurwesen, Leipzig, 2003.
- [8] „Studienziele und Lehrinhalte im Kernstudium von Bachelorstudiengängen des Bauingenieurwesens“, Fachbereichstag Bauingenieurwesen, Wismar, 2005.
- [9] „Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen im Kernstudium von Bachelorstudiengängen des Bauingenieurwesens“, Leipzig, 2013.
- [10] *Arnold, R.; Nolda, S.; Nuissl, E.* (Hrsg.): Wörterbuch der Erwachsenenpädagogik. Verlag Julius Klinkhardt KG, Bad Heilbrunn, 2001.
- [11] *Klieme, E.; Hartig, J.*: Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 8/2007, S. 11-32.
- [12] *Walzig, S.*: Kompetenzorientiert prüfen. Leistungsbewertung an der Hochschule in Theorie und Praxis. Verlag Barbara Budrich, Opladen, 2012.
- [13] Europäische Kommission: Der Europäische Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (EQR), Luxemburg, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2008.
- [14] *Oberbeck, N.; Werkle, H.*: Die Kerninhalte im Bachelorstudium des Bauingenieurwesens an HAW's. In: Deutsches Ingenieurblatt 22 (2015), Heft 1-2.

