

Master (M. Sc.) Bauingenieurwesen

HafenCity Universität Hamburg

Architectural Engineering und
Infrastructural Engineering



Master (M. Sc.) Bauingenieurwesen

HafenCity Universität Hamburg

Architectural Engineering und
Infrastructural Engineering

Herausgeber*innen

Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut,
Prof. Dr.-Ing. Martin Jäschke, Prof. Dr.-Ing. Gesa Kapteina,
Prof. Dr.-Ing. Peter-Matthias Klotz, Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel,
Prof. Dr.-Ing. habil Kerstin Lesny, Prof. Dr.-Ing. Klaus Liebrecht,
Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich und Prof. Dr.-Ing. Frank Wellershoff

Liebe Studierende, sehr geehrte Damen und Herren,

in dieser Broschüre möchten wir Ihnen gerne speziell den Master of Science Bauingenieurwesen der HafenCity Universität Hamburg vorstellen.

Im Jahr 2006 von der Freien und Hansestadt Hamburg gegründet, ist die HCU die einzige Universität Europas, die ausschließlich auf Bauen und Metropolenentwicklung fokussiert ist. Mit der Zusammenführung von vier Segmenten aus drei Hamburger Hochschulen und des darauf folgenden konsequenten Auf- und Ausbaus der akademischen Bereiche Ingenieur- und Naturwissenschaften, Geistes- und Sozialwissenschaften sowie Gestaltung und Entwurf, führt die HCU alle für *die gebaute Umwelt* notwendigen Studien- und Forschungsbereiche zusammen.

Unseren Studierenden bieten wir Studienprogramme in Architektur, Bauingenieurwesen, Geodäsie und Geoinformatik, Kultur der Metropole, Resource Efficiency in Architecture and Planning, Stadtplanung und Urban Design an und decken damit die gesamte Bandbreite von Methoden und Kompetenzen ab, die auf das Verständnis und die Gestaltung der urbanen Umwelt bezogen sind.

Die Lehre an der HCU zeichnet sich durch Disziplinarität, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität aus. Das bedeutet, dass spezielle Lehrveranstaltungen für die einzelnen Studienprogramme durch gemeinsame Wahlpflichtfächer und Projekte an der Schnittstelle zu den Nachbardisziplinen und durch fachübergreifende Studienangebote für alle Studienprogramme ergänzt werden.

Aufbauend auf einem Bachelorstudium Bauingenieurwesen werden im Masterprogramm methodische Kenntnisse vertieft und wissenschaftliche Inhalte erweitert, wobei auch hier ein besonderer Schwerpunkt auf disziplinübergreifende Inhalte und Methoden gelegt wird. Die Studierenden sollen zu eigenständiger technischer und zu (angeleiteter) wissenschaftlicher Arbeit auf dem Gebiet des Bauingenieurwesens befähigt werden sowie in aktuellen forschungs- und praxisrelevanten Projekten mitwirken. Der forschungsrelevante Charakter des Masters schafft die Voraussetzung für anspruchsvolle selbständige und eigenverantwortliche Tätigkeiten in der Bauingenieurpraxis oder für eine wissenschaftliche Tätigkeit mit Zielsetzung einer Promotion.

Auf den folgenden Seiten können Sie sich über das Konzept des Studienprogramms im Allgemeinen und detailliert über den Aufbau und die Module des Masterprogramms an der HCU informieren. Wir hoffen damit Ihr Interesse an der HCU und speziell am Masterprogramm Bauingenieurwesen zu wecken und würden uns freuen, Sie zukünftig als Masterstudierende an der HCU begrüßen zu dürfen!

Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle

Dekanin

Prof. Dr.-Ing. Peter-Matthias Klotz

stellvertretender Dekan

Bernadette Sagel

Programmgeschäftsführerin

30 CP

Gundlagenfächer

- s. 010 Ingenieurmathematik
- s. 012 Computermethoden im konstruktiven Ingenieurbau
- s. 014 Konstruktionen des Stahlbaus
- s. 016 Konstruktionen des Massivbaus
- s. 018 Konstruktionen des Spezialtiefbaus
- s. 020 Bauen im Bestand

10 CP

Fachübergreifende Studienangebote

- s. 063 Projekt Management
- s. 064 [Q] Studies

10 CP

Wahlpflichtfächer (Beispiele)

- s. 066 Marine Geotechnik
- s. 068 Site Investigations for Offshore Constructions
- s. 070 Sonderbauweisen — Spannbeton
- s. 072 Umweltbewertung und Umweltverträglichkeitsprüfung

10 CP

Masterthesis

50 CP

Kompetenzfeld Architectural Engineering

- s. 024 Fassadensysteme I
- s. 026 Fassadensysteme II
- s. 028 CAE im konstruktiven Ingenieurbau
- s. 030 Bauphysik
- s. 032 Räumliche Tragwerke
- s. 034 Entwurfsprojekt I
- s. 036 Entwurfsprojekt II
- s. 038 Energetische Gebäudetechnik
- s. 040 Stabilität und Dynamik der Baukonstruktionen

50 CP

Kompetenzfeld Infrastructural Engineering

- s. 044 Bauverfahren für Transformation und Sanierung Technischer Infrastruktur
- s. 046 Immissions- und Lärmschutz
- s. 048 Paradigmenwechsel in der gebauten Umwelt
- s. 050 Urbane Gewässer
- s. 052 Planungsverfahren Umbau / Sanierung Technischer Infrastruktur
- s. 054 Energie-Infrastruktur
- s. 056 Entwurf Technischer Infrastruktur
- s. 058 Wassersensible Stadtentwicklung
- s. 060 Straßenraumgestaltung

Herausforderungen und Ziele im Bauingenieurwesen

Das Bauingenieurwesen stellt einen wichtigen Beitrag zur Gewährleistung des zivilen Lebens dar und hat einen prägenden Einfluss auf die gesamte Infrastruktur. Gebäude, Straßen, Brücken, Türme, Kläranlagen und Kraftwerke müssen sicher, dauerhaft und nachhaltig sein. Sie bestimmen aber auch das Umfeld und im Idealfall bereichern sie es. Deshalb haben Bauingenieurinnen und Bauingenieure auch eine kulturelle Verpflichtung bei Planung, Ausführung, Betrieb und Rückbau ihrer Bauten. Dabei steht heute in viel stärkerem Maße eine ganzheitliche Betrachtung im Mittelpunkt. Die Lebenszyklusbetrachtungen von Baumaßnahmen stützen sich neben den funktionalen Anforderungen gleichermaßen auf Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und soziokulturelle Aspekte.

Diese aktuellen Herausforderungen im Bauingenieurwesen erfordern eine entsprechend thematisch ebenso wie methodisch ausgerichtete Ausbildung. Aufgrund der Komplexität ist es erforderlich, eine abgestimmte, kohärente Auswahl an Lehrinhalten anzubieten.

Thematisch ist neben den fachbezogenen Schwerpunkten insbesondere eine enge Verzahnung mit den Fachbereichen Architektur, Stadtplanung und Geodäsie und Geoinformatik erforderlich, welche an der HCU in besonderem Maße gewährleistet ist, aber auch eine direkte Interaktion mit gesellschaftlichen Prozessen.

Methodisch setzt die HCU sowohl auf die Vermittlung von breitem grundlagen- und anwendungsorientiertem Fachwissen als auch von fachübergreifenden Kompetenzen, beispielsweise mit projektorientierter Lehre und interdisziplinären Seminaren.

Unsere Gesellschaft und damit auch ihre Bauwerke und Infrastruktur sind infolge der technologischen Veränderungen einem immensen Strukturwandel unterworfen, der sich beispielsweise mit den Schlagworten demografischer Wandel, Klimawandel, Globalisierung oder Ressourcenknappheit charakterisieren lässt. Dabei kommt den technologischen (digitalen) Entwicklungen eine besondere Rolle zu, da sie als Ursache den Strukturwandel

entscheidend beeinflussen und gleichermaßen das Potential beinhalten, den neuen Herausforderungen mit angemessenen Lösungen zu begegnen.

Konkret für das Bauingenieurwesen bedeutet dies, dass sich neue Aufgaben auftun wie die Multifunktionalität und Wandelbarkeit von Bauwerken, Erhalt und Erneuerung von Infrastruktur, das Thema des Energiesparens und der CO₂-Bilanz sowie des ressourcenschonenden Bauens im Allgemeinen. Ebenso werden ganz neue Aufgabenfelder erschlossen, wie beispielsweise die Konstruktion und der Betrieb von Windenergie und Solaranlagen als Bauten zum Erzeugen von alternativen Energien.

Allerdings führen die technologischen Möglichkeiten im Kontext der Globalisierung nicht nur zu internationalen Bauaufträgen sondern auch zu Veränderungen des Arbeitsalltages und — beispielsweise durch teilweise Verlagerung von Berechnungsleistungen oder der Erstellung von Konstruktionszeichnungen ins Ausland — einem Verlust qualifizierter Arbeitsplätze. Umgekehrt wird eine fachliche Bewertung dieser extern erbrachten Leistungen durch qualifizierte Ingenieure erforderlich. Weiterhin kommt in einer Gesellschaft, in der Teilhabe und Mitsprache (Bürgerbeteiligung, Demonstrationen gegen Großprojekte, etc.) immer wichtiger werden, dem Political Engineering und den damit verbundenen Kommunikationsprozessen und Projektkoordinationen eine immer größere Rolle zu.

Die digitale Revolution bewirkt im Bauingenieurwesen neue leistungsstarke Berechnungsprogramme zur Analyse komplexer Strukturen ebenso wie neue digitale Entwurfswerkzeuge mit denen das Entwerfen im Ingenieurwesen ein neues Potential erhält. Auch in den planerischen Bereichen eröffnen die digitalen Werkzeuge neue Möglichkeiten bezüglich der Abbildung von Planungsprozessen oder bei der Entscheidungsfindung. Diese Entwicklung schreitet stetig fort, daher gehört das Beherrschen der digitalen Werkzeuge ebenso wie deren Grundlagen ebenfalls zu den zukünftigen Aufgaben im Bauingenieurwesen.

Ziele der Studienprogramme

Die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen im Bauingenieurwesen erfordern ein profundes Beherrschen der theoretischen Grundlagen ebenso wie deren Umsetzung in der Praxis. Nur so kann das Bauingenieurwesen den Anforderungen aus der Industrie wie aus der Wissenschaft gerecht werden. Für die Lehre bedingt dies eine enge Verknüpfung von Theorie und Praxis, was besonders die Themen der Projektarbeiten oder der Bachelor- und Masterarbeiten widerspiegeln. Ebenso ist die solide Grundlagenausbildung eng verknüpft mit den an der HCU vorhandenen experimentellen Forschungseinrichtungen. Die aktive Forschungskultur wirkt sich direkt in der Lehre aus und schließt Bachelor- und Masterarbeiten ein.

Das besondere Profil der Bauingenieur-ausbildung an der HCU ist gekennzeichnet durch:

- eine fachlich breit angelegte Ausbildung im Bachelorstudienprogramm
- einen engen Bezug von Theorie und Praxis
- eine Fokussierung auf eines der beiden Kompetenzfelder im Masterstudienprogramm (AE und IE)
- eine Vernetzung mit anderen Disziplinen, was unter anderem durch fächerübergreifende Studienangebote (FaSt) erreicht wird.
- eine projektorientierte Lehre, sowohl im interdisziplinären als auch im disziplinären Kontext
- ein disziplinäres Wahlangebot, welches die besonderen Schwerpunkte (AE und IE) der Masterstudienprogramme an der HCU widerspiegelt.

Bachelorstudienprogramm

Ziel ist die Ausbildung zum Bachelor of Science. Neben der Vermittlung einer dem Bachelor angemessenen soliden technisch- mathematischen Basis und der Entwurfsgrundlagen erfolgt eine breit angelegte Ausbildung mit Themensetzungen aus dem gesamten Bauingenieurwesen.

Insgesamt werden im Bachelor die wissenschaftlichen Grundlagen vermittelt, so dass der Bachelorabschluss mit den anderen deutschsprachigen universitären Studiengängen kompatibel ist und einen einfachen Wechsel zum Masterstudium an andere Universitäten ermöglicht. Gleichzeitig zeichnet sich das Studium an der HCU durch ein eigenständiges besonderes Ausbildungsprofil aus.

Das Bachelor-Studium vermittelt den Studierenden folgende Qualifikationen:

- Fähigkeiten zum selbständigen, ingenieurmäßigen Denken und Arbeiten
- Fähigkeiten zur Integration wirtschaftlicher und soziokultureller Aspekte sowie der Umweltverträglichkeit in den Entscheidungsprozess
- Fähigkeiten zur Zusammenarbeit in interdisziplinären, internationalen Teams
- Fähigkeiten zur Aufbereitung von Wissen mit gängigen Präsentationstechniken und zur Nutzung neuer Medien
- grundlegende Fähigkeiten zur Lösung ingenieurpraktischer Aufgaben und damit eine berufsbefähigende Qualifikation für die (spätere) Tätigkeit in der Praxis
- grundlegende Fähigkeiten zum wissenschaftlichen Arbeiten, auch als Übergangqualifikation für den Masterstudiengang

Das Bachelorstudium an der HCU führt mit insgesamt 180 CP Theoriestudium zu einem berufsbefähigenden Abschluss. So sind Bachelorabsolvierende in der Lage, wesentliche Ingenieur Tätigkeiten weitgehend selbständig und teilweise eigenverantwortlich auszuführen, wobei die Arbeiten anfänglich durch verantwortliche, berufserfahrene Bauingenieure begleitet werden sollten.

Masterstudienprogramm

Aufbauend auf einem Bachelorstudium führt das Masterstudium zum Abschluss Master of Science. Es werden methodische Kenntnisse vertieft und wissenschaftliche Inhalte erweitert, wobei auch hier ein besonderer Schwerpunkt auf disziplinübergreifende Inhalte und Methoden gelegt wird. Die Studierenden sollen zu eigenständiger technischer und zu (angeleiteter) wissenschaftlicher Arbeit auf dem Gebiet des Bauingenieurwesens befähigt werden sowie in aktuellen forschungs- und praxisrelevanten Projekten mitwirken.

Der forschungsrelevante Charakter des Masters schafft die Voraussetzung für anspruchsvolle selbständige und eigenverantwortliche Tätigkeiten in der Bauingenieurpraxis oder zur Fortführung der Ausbildung im Rahmen einer Promotion.

In Anlehnung an das interdisziplinäre Profil der HCU kann im Master zwischen zwei Kompetenzprofilen gewählt werden: Architectural Engineering und Infrastructural Engineering.

Studienprogrammskonzept

Die HCU ist eine auf die bebauten Umgebung thematisch fokussierte Universität. Der Themenschwerpunkt wird von allen relevanten Seiten beleuchtet. Ein besonderer Fokus wird auf die interdisziplinäre und projektorientierte Ausbildung gelegt. Neben den Fachinhalten werden so auch Fähigkeiten in der Kommunikation, Präsentation etc. vermittelt. In beide Studienprogramme sind die fachübergreifenden Studienangebote (FaSt) integriert und damit ist die Vernetzung innerhalb der HCU garantiert.

Da neben einer ganzheitlichen Planung auch immer spezielleres Wissen in den Einzelgewerken gefordert ist, wird eine sinnvolle und aufeinander abgestimmte Schwerpunktsetzung in der Lehre zwingend. Konkret für das Bauingenieurwesen an der HCU bedeutet dies, dass neben den klassischen Inhalten ein Schwerpunkt

in den Bereich der gestalterischen Ausbildung gelegt wird, wodurch ein werkstoffübergreifendes und tragwerkorientiertes kreatives Denken gefördert wird. Ein weiterer Schwerpunkt soll in den planerischen Fächern gesetzt werden. Ein besonderes Profil erhält die Ausbildung durch interdisziplinäre, studienprogrammübergreifende Projekte sowie Kooperationen mit anderen Universitäten, mit Forschungseinrichtungen und mit der Praxis.

Das konsekutive Masterstudienprogramm Bauingenieurwesen ist ein sowohl wissenschaftliches als auch praxisorientiertes Studienprogramm. Im Masterstudium werden in das deutschsprachige Vorlesungsangebot englischsprachige Wahlmodule integriert.

Bei der Bewerbung können sich die Studierenden zwischen zwei Kompetenzfeldern entscheiden:

Das **Kompetenzfeld Architectural Engineering (AE)** legt den Schwerpunkt auf die gestalterische Ausbildung im Ingenieurwesen und befindet sich damit an der Schnittstelle zum Studienprogramm Architektur. Angestrebt ist eine intensive Kooperation mit der Architektur, erforderlich sind aber auch disziplinäre Schwerpunktsetzungen.

Das **Kompetenzfeld Infrastructural Engineering (IE)** legt den Schwerpunkt auf die planerischen Tätigkeiten im Ingenieurwesen und befindet sich damit an der Schnittstelle zu den Studienprogramm REAP und Stadtplanung. Neben den erforderlichen disziplinären Schwerpunktsetzungen wird auch hier eine intensive Kooperation mit der Stadtplanung und dem Studienprogramm REAP implementiert.

Methodisch werden auch im Master Bauingenieurwesen an der HCU Theorie und Praxis miteinander verknüpft. Ausgehend von theoretischen Grundlagen und aktueller wissenschaftlicher Forschung werden praxisrelevante Themen vermittelt.

Computermethoden im konstruktiven Ingenieurbau

Prof. Dr.-Ing. Klaus Liebrecht



1 003

Ziele

- Vermittlung von Kenntnissen über die mathematisch-mechanischen Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
- Umgang mit computergestützten Programmen auf der Basis der Finite-Elemente-Methode
- Realitätsnahe Abbildung von Tragstrukturen in Finite-Elemente-Berechnungsmodellen
- Interpretation der Ergebnisse von computergestützten Finite-Elemente-Berechnungen
- Wissen um die Grenzen der Finite-Elemente-Methode

Inhalt

Die Methode der finiten Elemente (FEM) ist das am meisten verbreitete computerorientierte Berechnungsverfahren in der Baustatik. Wegen seiner großen Anschaulichkeit und seiner hervorragenden Anpassungsmöglichkeiten an Tragwerksformen, Materialeigenschaften, Belastungs- und Stützbedingungen wird die Methode der finiten Elemente in der Berechnung von stabförmigen Bauteilen und Flächentragwerken angewendet.

Ausgehend von einer theoretischen Einführung in die Methode der finiten Elemente wird der Studierende zunächst unter Anleitung, später selbstständig am Computer Stab- und Flächentragwerke elementieren und bemessen. Dabei steht neben dem Erlernen des theoretischen Hintergrundes und der praktischen Anwendung auch das Wissen um die Grenzen der Finite-Elemente-Methode im Vordergrund. Die Studierenden sollen erlernen, mit ihren aus der Baustatik erworbenen Kenntnissen unabhängige Kontrollen computergestützter Berechnungen selbständig durchzuführen und die Berechnungsergebnisse normgemäß zu dokumentieren.

Die Studierenden erhalten darüber hinaus als Ergänzung zu den im Modul „Konstruktionen des Massivbaus“ erworbenen Kenntnissen einen Einblick in die computergestützte nichtlineare Schnittgrößenermittlung im Stahlbetonbau.

Methoden

Die ersten Modulveranstaltungen bestehen aus klassischen Vorlesungen, in denen durch den Modulverantwortlichen die theoretischen Grundlagen der Finite-Elemente-Methode dargestellt und erläutert werden. Dazu gehört auch das Aufzeigen der Grenzen von Finite-Elemente-Berechnungen sowie das realitätsnahe Abbilden von Tragstrukturen in Finite-Elemente-Systemen.

An diesen Vorlesungsblock schließt sich ein Praxisblock an, in dem die Studierenden zunächst unter Anleitung und später selbstständig im Computerpool mit einem großen in der Praxis üblichen Finite-Elemente-Berechnungsprogramm Tragstrukturen wie Platten- und Scheiben- und Schalentragwerke sowie ebene und räumliche Stabtragwerke berechnen und bemessen. Insbesondere die Interpretation und Bewertung von Berechnungsergebnissen stehen in diesem Block im Vordergrund.

Nach Abschluss des Praxisblocks erfolgt die Ausgabe der durch die Studierenden anzufertigenden Hausübung. Dazu schließen sich die Studierenden zu Arbeitsgruppen (2-4 Studierende) zusammen und entwickeln auf der Grundlage eines architektonischen Entwurfs selbstständig Finite-Elemente-Systeme zur Berechnung und Bemessung der wesentlichen Bauteile. In dieser Phase finden wöchentliche Beratungstermine mit dem Modulverantwortlichen statt. Im Rahmen dieser Beratungstermine schildern die Studierenden ihren aktuellen Bearbeitungsstand. Zudem werden aufgetretene offene Fragestellungen gemeinsam mit dem Modulverantwortlichen diskutiert sowie das weitere Vorgehen abgesprochen. Die Anfertigung der Hausübung dient zum einen der Verfestigung des erworbenen Wissens zum anderen aber auch dem Erlernen des Anfertigens einer prüffähigen computergestützten statischen Berechnung gemäß der Richtlinie des VPI.

Praxisbezug

Der Praxisbezug wird durch den Lehrenden im Rahmen der Vorlesung und Computerübungen hergestellt. In der Praxis auftretende Probleme hinsichtlich der Elementierung von Tragwerken sowie der Generierung und Interpretation von Berechnungsergebnissen werden an Fallbeispielen / Schadensfällen diskutiert.

Ergebnisse

Die Studierenden erlangen erste theoretische Kenntnisse über die Finite-Elemente-Methode, die sie befähigen, Tragkonstruktionen selbstständig zu elementieren und realitätsnah in einem Finite-Elemente-System abzubilden. Die Studierenden können Berechnungsergebnisse interpretieren und kritisch hinterfragen und haben Kenntnisse über die Grenzen der Finite-Elemente-Methode erworben.

Die Studierenden haben aufbauend auf dem Modul Konstruktionen des Massivbaus vertiefte theoretische und praktische Einblicke in die physikalisch nichtlineare Berechnung von Stahlbetontragwerken erhalten, die Sie befähigen auch wissenschaftlich Fragestellungen auf der Basis nichtlinearer Systemanalysen durchzuführen.

Forschung

Formulierung nichtlinearer computergestützter Berechnungsverfahren im Stahlbetonbau vor dem Hintergrund einer Bauwerk-Boden-Interaktion bei dynamischer Beanspruchung durch Fahrzeuge und Krane.

Die Analyse und Bemessung von dynamisch beanspruchten flach gegründeten Stahlbeton- und Spannbetontragwerken hängt entscheidend vom Verhältnis der Biegesteifigkeit des Stahlbetontragwerks zur Steifigkeit des Bodens ab. Aus diesem Grund muss jede dynamische Analyse auf einer physikalisch nichtlinearen Berechnung unter Berücksichtigung des nichtlinearen Tragverhaltens und des Aufreißens der Stahlbetonquerschnitte sowie einer wirklichkeitsnahen Abbildung der zeitlich veränderlichen Steifigkeit des Bodens erfolgen.

Konstruktionen des Stahlbaus

Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel

1 004

Ziele

- Vertiefte Kenntnisse im Stahlbau
- Grundkenntnisse im Stahlverbundbau

Aufbauend auf den Grundkenntnissen im Stahlbau aus dem Bachelorstudium werden vertiefte Kenntnisse im Stahlbau vermittelt. Die Studierenden erwerben Fähigkeiten in Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Stahl- und Stahlverbundkonstruktionen.

Inhalt

Die Lehrveranstaltung behandelt Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Stahlverbundkonstruktionen (Verbundträger, Verbunddecken, Verbundstützen) im Hochbau. Neben der Kaltbemessung der Bauteile werden immer auch der Brandschutz und dabei insbesondere die modernen ingenieurmäßigen Verfahren der Heißbemessung für den Lastfall Brand thematisiert.

Die vorhandenen Grundkenntnisse im Stahlbau werden um die Themen Plattenbeulen, Ermüdungsnachweise und Heißbemessung ungeschützter Stahlkonstruktionen erweitert.



→ 005

Methoden

Der Lehrstoff wird in Form von Vorlesungen und Übungen vermittelt und von den Studierenden im Rahmen einer Hausarbeit angewendet und geübt. Die Vorlesungen befassen sich mit den theoretischen Grundlagen des Stahl- und Stahlverbundbaus und der baupraktischen Anwendung in Form von Regeln für Entwurf, Bemessung und Konstruktion für Stahlkonstruktionen nach Eurocode 3 und für Stahlverbundkonstruktionen nach Eurocode 4. Die Übungen behandeln konkrete Berechnungsbeispiele für die Bemessung von Stahl- und Stahlverbundbauteilen, welche als Vorlage für eigene Bemessungsaufgaben, z.B. im Rahmen der anzufertigenden Hausarbeit, dienen können.

Praxisbezug

Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Stahlkonstruktionen nach Eurocode 3 und von Stahlverbundkonstruktionen nach Eurocode 4 sind typische Aufgabenstellungen aus der Baupraxis. Der Lehrende ist Prüflingenieur für Baustatik der Fachrichtung Stahlbau und lässt Erkenntnisse aus aktuell betreuten Bauvorhaben und dabei auftretenden Schadensfällen in die Lehrveranstaltungen einfließen.

Ergebnisse

Als Leistungsnachweis für das Modul dient eine benotete Hausarbeit die von den Studierenden wahlweise in zweier-Gruppen oder dreier-Gruppen bearbeitet wird. Die dreier-Gruppen erhalten eine gegenüber den zweier-Gruppen erweiterte Aufgabenstellung, damit die Arbeitsbelastung für alle Studierenden möglichst gleich ausfällt. Im Rahmen der Hausarbeit ist das Tragwerk für ein Geschossgebäude in Stahlverbundbauweise zu entwerfen, zu bemessen und wichtige Details zu konstruieren. Die Ergebnisse sind zeichnerisch darzustellen und in einer statischen Berechnung mit Erläuterungsbericht zu dokumentieren. Es sind auch Angaben zur Realisierung des Brandschutzes (Verkleidung und/oder Heißbemessung der Bauteile) und zu erforderlichen Maßnahmen im Rahmen des Bauablaufs (z.B. Hilfsunterstützungen im Betonierzustand) zu machen.

Forschung

Im Stahlbau wurden unter anderem bereits folgende Themen im Rahmen einer Masterthesis bearbeitet:

- *Finite-Elemente-Simulation einer Traglastanalyse von Stahltrapezprofilen mit ANSYS*
- *Optimierung des Stahlverbrauchs im Hallenbau durch den Einsatz von Wabenträgern als Dacheindeckung*
- *Statische Berechnung einer Stabboogen-Straßenbrücke in Stahlbauweise*
- *Varianteuntersuchung für eine ein- oder dreifeldrige Fußgängerbrücke in Stahl-, Verbund- oder Massivbauweise*
- *Tragwerksentwurf und baulicher Brandschutz für eine Flugzeughalle mit Werkstatt und Sozialräumen*
- *Tragwerksentwurf für die Stahl-, Glaskonstruktion der Überdachung des Bahnhof Köln Messe/Deutz*
- *Statische Untersuchung eines Fußgängertunnels mit Aufzugsschacht für die S-Bahn-Station Wellingsbüttel*
- *Tragwerksentwurf für eine Stahlfachwerkträger-Abfangung von drei Vollgeschossen über einer Turnhalle*
- *Statische Berechnung und Bemessung des Stadionsdaches für eine Multifunktionsarena in der HafenCity Hamburg in Stahlbauweise*

Der Lehrende hat folgende erfolgreich abgeschlossene Promotionen im Bereich Stahlbau betreut:

- *Zum Biegetragverhalten von Wabenträgersystemen aus Stahltrapezprofilen*
- *Zur Berechnung der Tragfähigkeit von dünnwandigen Koppelpfetten aus Kaltprofilen für Biegung um die schwache Achse und Torsion*

Eine weitere Dissertation zur *Tragfähigkeit nachträglich eingeklebter Verstärkungsquerschnitte im Stahlhoch- und Ingenieurbau unter statischer Beanspruchung* ist aktuell in Bearbeitung.



1 006

Ziele

- Erlangen von vertieften Kenntnissen über die Berechnungsverfahren und Berechnungsvorschriften des Stahlbetonbaus
- Verständnis entwickeln für die wissenschaftliche Vorgehensweise bei der Findung von Bemessungsvorschriften / Bemessungsformeln
- Erlangen von vertieften Kenntnissen über die Tragwirkung von Stahlbetonkonstruktionen mit überdurchschnittlichem Schwierigkeitsgrad
- Förderung der selbstständigen Bearbeitung von schwierigen Fragestellungen im Stahlbetonbau

Inhalt

Die Teilnahme am Modul Konstruktionen des Massivbaus versetzt die Studierenden in die Lage, auch schwierige Konstruktionen des Stahlbetonbaus sicher und den Regeln der Technik entsprechend zu bemessen. Die Studierenden haben darüber hinaus ein vertieftes Verständnis für die wesentlichen Bemessungsansätze entwickelt.

Im Rahmen des Moduls werden den Studierenden Kenntnisse hinsichtlich der Besonderheiten der Schnittgrößenermittlung im Stahlbetonbau wie der Schnittgrößenumlagerungen vermittelt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen erhalten die Studierenden Einblick in die an der Druckzonenhöhe orientierten Biegebemessung. Die Studierenden erhalten zudem einen Einblick in die nichtlineare Schnittgrößenermittlung. Diese ersten Einblicke werden im Modul Computermethoden der Baustatik durch entsprechende Programmanwendungen ergänzt und vertieft.

Neben dem speziellen Wissen über die nichtlineare Schnittgrößenermittlung im Stahlbetonbau werden die Grundkenntnisse hinsichtlich der Bemessung für Querkraft und Torsion erweitert. Beispielhaft seien hier nur die Themengebiete indirekte Stützung, Um-

gang mit auflagnahen Einzellasten, Einflüsse einer veränderlichen Bauteilhöhe, Anschluss von Nebenträgern und der Anschluss von Druck- und Zuggurten von Plattenbalkenquerschnitten genannt.

Aufbauend auf diesen Darstellungen werden weitere Themenbereiche wie Teilflächenpressung, Spaltzugbeanspruchung, die Bemessung von Rahmentragwerken sowie die Bemessung von Konsolen bzw. abgesetzten Auflagern (D-Bereiche) detailliert erläutert.

Das bereits im Bachelorstudiengang erworbene grundlegende Wissen über die Bemessung von stabilitätsgefährdenden Druckgliedern wird durch die ausführliche Darstellung und Herleitung des Modellstützenverfahrens, des Themenbereichs Doppelbiegung und des Einflusses des Kriechens auf die Schnittgrößenermittlung vertieft erweitert.

Ein weiteres zentrales Thema des Moduls ist die Aussteifung von Gebäuden durch Wände und Kerne. Die Studierenden erlernen den Entwurf von statisch bestimmten und unbestimmten Gebäudeaussteifungssystemen, den expliziten Nachweis der Translations- und Rotationssteifigkeit sowie die Bemessung der aussteifenden Bauteile für die resultierenden Horizontalkräfte aus Wind und Schiefstellung.

Methoden

Die einzelnen Vorlesungen sind klar umrissenen Themengebieten zugeordnet. Im Rahmen der Vorlesungen werden zunächst die theoretischen Grundlagen dargestellt und erläutert. Anschließend werden die sich daraus ergebenden Fragestellungen formuliert und die Lösungsansätze vorgestellt. Dabei wird besonderer Wert auf das Erlernen der Methodik der wissenschaftlichen Herangehensweise gelegt. Das erworbene theoretische Wissen wird unmittelbar im Anschluss durch die Bearbeitung von praktischen Fragestellungen und Beispielberechnungen verfestigt.

Ergebnisse

Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse über die Berechnungsvorschriften und Berechnungsverfahren des Stahlbetonbaus, die sie befähigen, Konstruktionen von überdurchschnittlichem Schwierigkeitsgrad selbstständig zu bearbeiten. Sie besitzen die Fähigkeit, mit den erworbenen Kenntnissen Fragestellungen aus dem Bereich der Wissenschaft und der Baupraxis ziel führend zu bearbeiten.

Praxisbezug

Der Praxisbezug wird durch den Lehrenden im Rahmen der Vorlesung hergestellt. So werden immer wieder aktuelle Projekte auch aus dem unmittelbaren Umfeld der HafenCity mit Ihren spezifischen Fragestellungen vorgestellt und diskutiert. Zudem werden die theoretischen Zusammenhänge an anschaulichen Fallbeispielen verdeutlicht.

Forschung

Formulierung nichtlinearer Berechnungsverfahren im Stahlbetonbau vor dem Hintergrund einer Bauwerk-Boden-Interaktion bei dynamischer Beanspruchung durch Fahrzeuge und Krane.

Die Analyse und Bemessung von dynamisch beanspruchten flach gegründeten Stahlbeton- und Spannbetontragwerken hängt entscheidend vom Verhältnis der Biegesteifigkeit des Stahlbetontragwerks zur Steifigkeit des Bodens ab. Aus diesem Grund muss jede dynamische Analyse auf einer physikalisch nichtlinearen Berechnung unter Berücksichtigung des nichtlinearen Tragverhaltens und des Aufreißens der Stahlbetonquerschnitte sowie einer wirklichkeitsnahen Abbildung der zeitlich veränderlichen Steifigkeit des Bodens erfolgen.



1 007

Ziele

- **Komplexe geotechnische Bauwerke und Bauteile und deren Tragverhalten verstehen und einschlägige Berechnungsverfahren anwenden können**
- **Ausgewählte Verfahren des Spezialtiefbaus kennen, auswählen und ihre Eignung für verschiedene Anwendungen beurteilen können**

Das Modul hat zum Ziel, den Studierenden einerseits das Tragverhalten ausgewählter geotechnischer Bauwerke und andererseits verschiedene Bau- und Herstellverfahren des Spezialtiefbaus zu vermitteln. Das Grundverständnis für diese Bauwerke und Verfahren sowie die Fähigkeit, diese einordnen und bewerten zu können, ist in vielen Planungs- und Bauphasen im konstruktiven Hoch- und Ingenieurbau wie auch im Infrastrukturwesen und vor allem an den Schnittstellen zu den beteiligten Disziplinen unerlässlich. Dies gilt im Besonderen für die immer komplexeren Bauvorhaben im innerstädtischen Bereich großer Metropolen wie beispielsweise die Herstellung tiefer Baugruben im Grundwasser, die Gründung setzungsempfindlicher Bauwerke oder der Bau von Verkehrswegen, Sielen oder Tunneln.

Inhalt

Das Modul behandelt aufbauend auf dem im Bachelorstudiengang gewonnenen Grundlagenwissen verschiedene Themenbereiche. Dazu gehören Gründungsvarianten wie Gründungsplatten, axial und horizontal belastete Pfähle oder kombinierte Pfahl-Plattengründungen und die Grundlagen ihrer Bemessung. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Verbau tiefer innerstädtischer Baugruben im Grundwasser. In diesem Zusammenhang werden u.a. verformungsarme Verbauarten, Aussteifungs- und Verankerungssysteme sowie die Möglichkeiten der Grundwasserhaltung diskutiert. Weiterhin wird die Verwendung innovativer Baumaterialien wie Geokunststoffe z.B. zur Herstellung von Stützkörpern aus bewehrter Erde als Alternative zu herkömmlichen Stützwänden behandelt ebenso wie Verfahren zur Baugrundverbesserung sowie zur Ertüchtigung bestehender Gründungen beim Bauen im Bestand.

Methoden

Die Lehrinhalte zu den verschiedenen Themenbereichen werden im Rahmen der Vorlesung vorgestellt und im interaktiven Diskurs mit den Studierenden besprochen. Im Rahmen der Hörsaalübung, die zum Teil im PC-Pool stattfindet, lernen die Studierenden ein geotechnisches Programmpaket kennen, welches sie für die Berechnung ausgewählter Problemstellungen einsetzen können. Anhand gezielter System- und Parametervariationen werden dabei die Einflüsse verschiedener Eingangsgrößen auf die Berechnung aufgezeigt und bewertet, um das Verständnis für das Verhalten oder die Wirkungsweise einer Maßnahme zu fördern. Gastvorträge zu ausgewählten Themen oder aktuellen Projekten oder auch Baustellenexkursionen komplementieren das Angebot.

Ergebnisse

In einer mündlichen Prüfung als Prüfungsleistung in diesem Modul stellen die Studierenden ihre im Rahmen der Lehrveranstaltung erlangten Fachkenntnisse und Fähigkeiten unter Beweis. Die Prüfung findet in kleinen Gruppen statt und kann sich grundsätzlich auf alle behandelten Themenbereiche beziehen.

Alternativ bearbeiten die Studierenden als Prüfungsleistung zu einem oder mehreren ausgewählten Themenbereichen eine reale Projektaufgabe aus der Baupraxis. Dies gibt ihnen die Gelegenheit, ihre in der Lehrveranstaltung erworbenen Fachkenntnisse gezielt anzuwenden. Die Bearbeitung erfolgt selbstständig in kleinen Gruppen. Die Ergebnisse werden in einem Projektbericht zusammengefasst und im Rahmen eines Kolloquiums vorgestellt. In dem Kolloquium stellen die Studierenden dann nochmals ihre im gesamten Modul erworbenen Fachkenntnisse unter Beweis. Die Art der Prüfungsform wird vor Veranstaltungsbeginn festgelegt.

Praxisbezug

Der Bezug zur Baupraxis wird in der Lehrveranstaltung durch Visualisierung der Lehrinhalte anhand praktischer Fallbeispiele, z.B. über Filme, illustriert. Ergänzt wird dies durch einen oder mehrere Gastvorträge, in denen Expertenwissen zu ausgewählten Projekten oder Themen präsentiert wird. Auch die Hörsaalübung behandelt typische geotechnische Fragestellungen unter Einsatz eines in der geotechnischen Ingenieurpraxis gängigen Softwarepakets. Bei ausreichendem Interesse kann eine Exkursion zu einem spannenden Bauvorhaben aus dem Bereich des Tiefbaus organisiert werden.

Nicht zuletzt wird in der Hausarbeit als mögliche Prüfungsform der typische Ablauf der ingenieurmäßigen Bearbeitung eines Geotechnik-Projekts geübt, angefangen von der Auswertung vorhandener Baugrundinformationen über die technische Bearbeitung unter Nutzung einer in der Baupraxis verbreiteten Software bis hin zur Abfassung eines strukturierten Projektberichts und dessen Vorstellung.

Forschung

Das Arbeitsgebiet Geotechnik beschäftigt sich seit einigen Jahren mit dem Tragverhalten von Gründungen unter komplexen Lasteinwirkungen. So wird beispielsweise in einem Promotionsvorhaben der Einfluss der Lastinteraktion aus Vertikal- und Horizontallast, Biege- und Torsionsmoment auf das Tragverhalten von Pfählen untersucht, welche in der aktuellen Bemessungspraxis unberücksichtigt bleibt. In einem weiteren Vorhaben wird untersucht, wie zuverlässig bestehende Bemessungsansätze das reale Tragverhalten einer Flachgründung unter kombinierter Belastung tatsächlich prognostizieren können. Die Ergebnisse aus diesen Vorhaben leisten einen Beitrag für eine sichere, aber auch zugleich wirtschaftlichere Bemessung von Gründungen. Sie sind gerade auch für die Weiterentwicklung von Bemessungsnormen und -standards auf nationaler und internationaler Ebene von Bedeutung.

Bauen im Bestand

Prof. Dr.-Ing. Gesa Kapteina



↑ 008

Ziele

- **Ziel ist die Auseinandersetzung mit der gebauten Umwelt, welche zum einen Nutzungsänderungen und zum anderen Alterungsprozessen unterliegt. Die infolgedessen ggf. notwendige Verstärkungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen erfordern die Bewertung des Bauteilwiderstands, welcher maßgeblich durch den zeitabhängigen Materialwiderstand beeinflusst wird. Die in diesem Modul vermittelten Kenntnisse bilden die Grundlage für eine zielgerichtete Planung dieser Maßnahmen und ermöglichen so einen verantwortungsvollen Umgang mit der gebauten Umwelt.**

Inhalt

Alterungsprozesse am Bauwerk können zu Schäden führen. Erst wenn diese Schäden identifiziert und Ursache und Umfang bekannt sind, kann der Ist-Zustand zutreffend beschrieben werden. Auch bei der Auswahl geeigneter Instandsetzungsprinzipien sind diese Kenntnisse von zentraler Bedeutung. Daher findet in diesem Modul eine vertiefte Auseinandersetzung mit typischen, insbesondere den Stahl- und Spannbeton betreffenden, Schädigungsprozessen und den dazugehörigen Untersuchungsmethoden statt.

Die Funktionalität von instandgesetzten Bauteilen hängt neben der Leistungsfähigkeit der verwendeten Materialien auch von den Verfahren, mit welchen diese appliziert werden, und den Einbaubedingungen ab. Da auch die Instandsetzungsmaterialien einem Alterungsprozess unterliegen, muss dies bei der Planung der Maßnahme berücksichtigt werden. Die in diesem Kontext vermittelten Kompetenzen stellen ferner die Grundlage für Lebensdauerberechnungen dar, mit welchen Instandsetzungsstrategien optimiert werden können. Da zukünftige Regelwerke Lebensdauerbetrachtungen stärker in den Vordergrund stellen, sind für angehende Ingenieur*innen Kenntnisse über Grenzen und Möglichkeiten dieser Modelle von Bedeutung.

Methoden

Nach der Erarbeitung der wesentlichen Grundlagenkenntnisse wird deren Bedeutung in der Praxis anhand zahlreicher Instandsetzungsbeispiele verdeutlicht. Diese werden teilweise zunächst in studentischen Kleingruppen und dann gemeinsam diskutiert. Das Vorgehen hat zum Ziel die Studierenden für die Beantwortung der relevanten Fragen zu sensibilisieren. Welche Informationen müssen zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhanden sein und welche Untersuchungen sind ggf. notwendig, um diese Informationen zu generieren? Praxisübungen zu Untersuchungsmethoden und praktische Vorführungen zur Leistungsfähigkeit ausgesuchter Instandsetzungsmaterialien vertiefen das theoretisch erarbeitete Wissen.

Praxisbezug

Durch die zahlreichen Praxisbeispiele, welche in der Vorlesung vorgestellt und diskutiert werden, ist ein Praxisbezug durchgehend gegeben. Des Weiteren stellen externe Vortragende komplexe Instandsetzungsaufgaben aus der Praxis mit innovativen Lösungsansätzen vor.

Ergebnisse

Als Leistungsnachweis für das Modul dient eine zweistündige Klausur.

Forschung

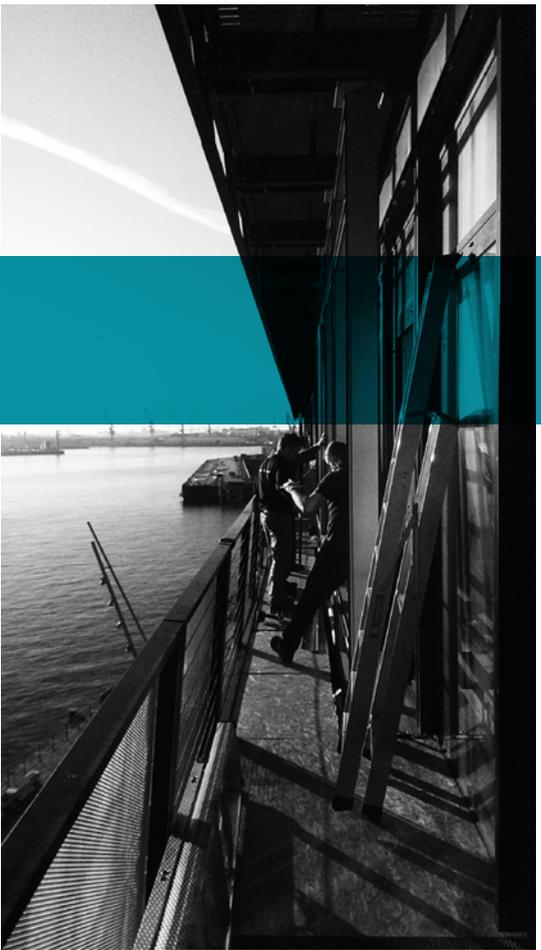
Infolge der gestiegenen Relevanz gibt es zahlreiche Forschungsaktivitäten mit einem direkten oder indirekten Bezug zum Thema „Bauen im Bestand“. Dies betrifft z.B. die Optimierung vorhandener und die Entwicklung neuer Instandsetzungsmethoden und Materialien sowie die Entwicklung effizienterer und aussagekräftigerer Untersuchungs- und Analysemethoden. Auch Grundlagenforschung, welche auf ein vertieftes Verständnis der Schädigungsmechanismen abzielt, zählt dazu. Daraus gewonnene Erkenntnisse sind z.B. für die Prognose des zeitabhängigen Schädigungsverlaufs unter realen Expositionsbedingungen relevant, was die Basis für Lebensdauerbetrachtungen ist. Da die Vortragenden in derartige Projekte involviert sind, können vertiefte Einblicke gegeben und zukünftige Entwicklungen aufgezeigt werden.

Die angebotenen Masterarbeiten thematisieren in der Regel forschungsrelevante Fragestellungen im Zusammenhang mit der Dauerhaftigkeit von Stahlbeton.



↑ 009

Architectural Engineering



↓ 010



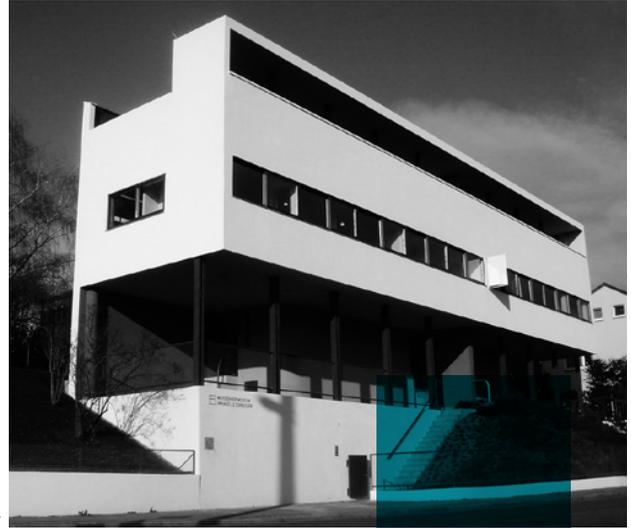
← 011



012 →



↑ 015



016 →

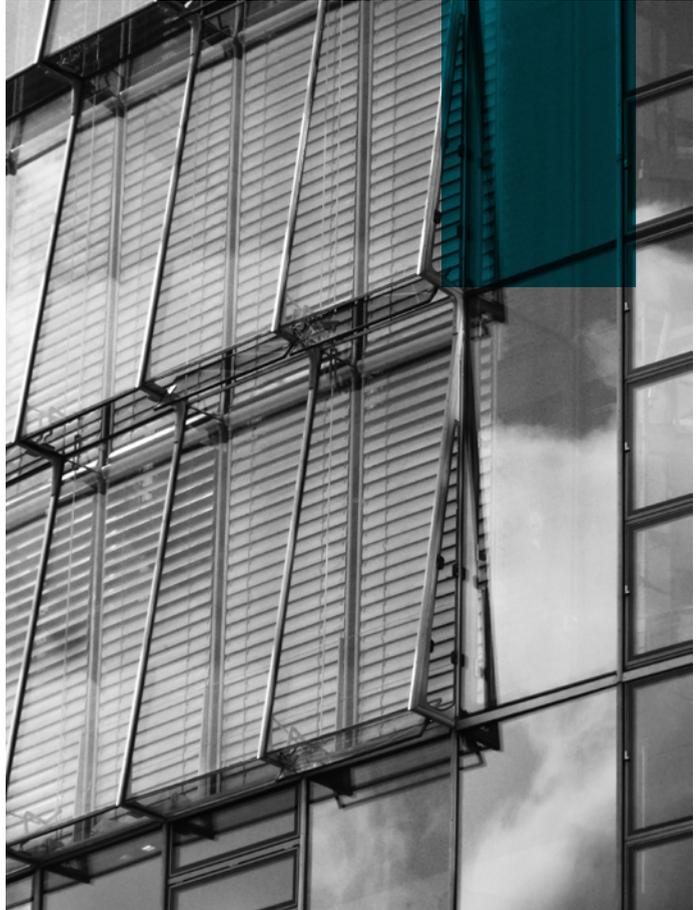


↓ 017

↑ 014



018 →



↑ 013



1019

Ziele

- **Entwurfsplanung weitspannender Fassaden und Gebäudehüllen**
- **Ausarbeitung maßgebender Konstruktionsdetails**
- **Interdisziplinäre Teamarbeiten mit Bauingenieuren und Architekten**

Inhalt

Es wird ein Überblick über die Gesamtvielfalt der Fassadensysteme, deren Werkstoffe, Produktions- und Fertigungsmethoden gegeben. Es wird aufgezeigt welche architektonischen Trends und Konstruktionen sich aktuell entwickeln. Komplexe Gebäudehüllentypen werden detaillierter behandelt hinsichtlich der Planungsaufgaben für Architekt*innen und Bauingenieur*innen.

Methoden

Die theoretischen Grundlagen werden in Impulsvorlesungen vermittelt und durch Besichtigungen ausgeführter Beispiele in Hamburg veranschaulicht. In vorlesungsbegleitenden Teilaufgaben der Semesterarbeit wird das vermittelte Wissen direkt angewandt. Die Semesterarbeit wird durch Zwischenkorrekturen (Zwischenpräsentationen oder Tischvorlagen) begleitet. Die Semesterarbeit wird in einer interdisziplinären Gruppe, zusammen mit Studierenden aus dem Studiengang Architektur, erstellt.

Praxisbezug

Herausragende Gebäudehüllen erfordern holistische Planungsmethoden. Entsprechend arbeiten in den führenden Planungsbüros interdisziplinäre Teams aus Bauingenieur*innen und Architekten. Die Inhalte und Methoden dieser architektonisch-konstruktiven Planungsprozesse werden in diesem Modul angewandt.

Ergebnisse

Entworfen wird ein größeres Gebäude (Flughafenterminal, Schwimmhalle, Museum, etc.) mit dem Schwerpunkt auf dem architektonisch-konstruktiven Entwurf der Gebäudehülle. Der Entwurf wird in einem Sketchbook dargestellt, das neben Ansichten und Schnitten auch konstruktive Leitdetails der Fassade (Anschlüsse) beinhaltet.

Forschung

Es wird herausgestellt, welche Konstruktions- und Planungsmethoden sich derzeit entwickeln, z.B. die Interaktion zwischen architektonischen und konstruktiven Entwurfsanforderungen — parametric engineering. Beispielhaft werden aktuelle Forschungsprojekte und die absehbaren Entwicklungen im Fassadenbau vorgestellt.

020 →

Fassadensysteme II

Prof. Dr.-Ing. Frank Wellershoff

↑ 021

Ziele

- **Ausführungsplanung weitspannender Fassaden und Gebäudehüllen**
- **Anwendung baukonstruktiver Standardsoftware und Spezialsoftware für den Fassadenbau**
- **Erstellen von prüffähigen statisch-konstruktiven Nachweisen im Fassadenbau**

Die Studierenden erlernen vorgegebene Entwürfe in statisch-konstruktive Richtung weiterentwickeln sowie prüffähige statische Nachweise zu erstellen. Hierzu werden ingenieurtechnische Standardsoftware (Stabtragwerksbemessung), Spezialsoftware (Glasbemessung) oder Einzelnachweise nach Norm oder dem Stand der Technik genutzt.

Inhalt

Bemessung von Verglasungen für Plattenlasten (Wind-, Schnee-, Klima- und Anpralllast) nach DIN 18008. Stabilitätsbemessung tragender Verglasungselemente (Knicken, Biegedrillknicken, Schubbeulen) sowie Anschlussnachweise (Bolzen, Kantenklotzung, Randverklebung) nach dem Stand der Technik. Elementnachweise für Fassadenprofile aus Aluminium nach EC9 sowie Gitterschalenprofile und Seile aus Stahl nach EC3. Nachweise fassadenbauspezifischer Verbindungs- und Anchlusselemente nach dem Stand der Technik (z.B. Stab-Knoten-Anschlüsse für Stahl-Gitterschalen)

Methoden

Die theoretischen Grundlagen werden in Vorlesungen vermittelt und unmittelbar anschließend in Übungen und der Bearbeitung der Semesterarbeit angewandt. Diese besteht aus Teilaufgaben, die bereits mit den zuvor vermittelten Grundlagen lösbar sind. Vorlesungsbegleitend finden Zwischenkorrekturen statt (Zwischenpräsentationen oder Tischvorlagen). Die Semesterarbeit wird in einer Gruppe erstellt.

Ergebnisse

Die eigenen Entwürfe aus dem Modul Fassadensysteme I werden weiterbearbeitet und maßgebende Nachweise in prüffähiger Form erstellt.

Praxisbezug

Die statisch-konstruktive Planung weitspannender Gebäudehüllen erfordert ein tiefes Verständnis für Spannungs- und Stabilitätsnachweise und wird daher von entsprechend konstruktiv ausgebildeten Bauingenieur*innen vorgenommen. Aufbauend auf den klassischen Disziplinen der Tragwerksbemessung (Massivbau, Stahlbau, Holzbau) ist eine spezialisierte Ausbildung für den Fassadenbau notwendig. Diese kann berufsbegleitend oder bereits in einem spezialisierenden Studiengang wie Architectural Engineering erfolgen.

Forschung

Es wird eingegangen auf den Stand der Forschung im Glasbau (geklebte Verbindungen, Kantenfestigkeit, Dehnrateneinfluss auf die Festigkeit, hybride Tragelemente) sowie im Fassadenbau (Explosionsschutz, Gitterschalenanschlüsse).

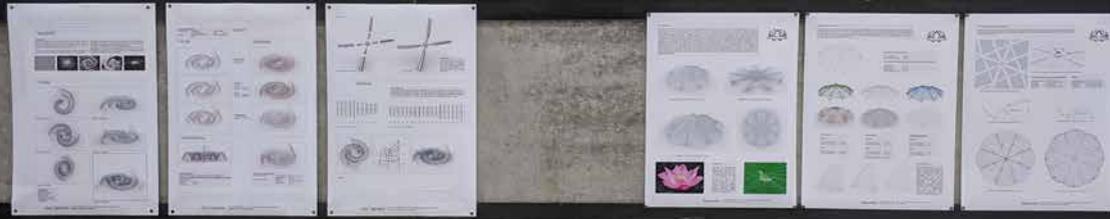


↑ 022

← 023

CAE im konstruktiven Ingenieurbau

Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle



1 024

Ziele

- Einführung in die Konstruktionsphilosophie des Leichtbaus
- Vermittlung der Methoden des computergestützten und parametrischen Entwerfens
- Fähigkeit eigene Projekte mit Hilfe von digitalen Werkzeugen umzusetzen

Inhalt

Das Fach ‚CAE im konstruktiven Ingenieurbau‘ beinhaltet den digitalen Entwurf und die Berechnung insbesondere von schlanken räumlichen Stabtragwerken und doppelt gekrümmten Flächentragwerken. Dabei dient die Konstruktionsphilosophie des Leichtbaus als Leitgedanke der Tragwerksgestaltung. Ziel ist der Entwurf von effizienten und gestalterisch anspruchsvollen Tragwerken. Hierfür kommen computergestützte Generierungs- und Berechnungsmethoden zum Einsatz.

Die Semesterarbeit umfasst den Entwurf und die Berechnung eines Pavillons in Anlehnung an das jeweilige Semesterthema.

Von den Studierenden wird erwartet, dass sie über fundierte Ingenieurkenntnisse einschließlich Entwurf und Statik, einen sicheren Umgang mit CAD- und FEM-Programmen, Kenntnisse über die theoretische Modellierung baustatischer Probleme, umfangreiches Wissen der Mathematik und Logik, die Fähigkeit zur selbständigen Recherche in Deutsch und Englisch, sowie eine hohe Motivation für das eigenständige Studieren verfügen.

Methoden

Der methodische Fokus des Fachs liegt auf dem parametrischen Entwerfen. Dabei wird der Entwurf innerhalb eines Algorithmus abgebildet und die charaktergebenden Parameter als durch den Entwerfenden manipulierbare Variablen ausgegeben. So entsteht eine dynamische Verknüpfung der formgebenden Elemente untereinander sowie mit dem Entwerfenden selbst. Dies erlaubt eine tiefgreifende Analyse des Entwurfs und seiner Ausgestaltung.

Um den Entwurf auf diese Art und Weise abzubilden, wird das visuelle Programmieren innerhalb spezieller Software vorgestellt. Die Grundlage solcher Modellierung ist das Erfassen der relevanten Geometrie und daher wird eine Übersicht über bekannte geometrische Elemente gegeben und aufgezeigt, wie diese transformiert werden können. Anstelle der direkten Eingabe der Geometrie kann diese auch mittels formgebenden Ansätzen gefunden werden. Dazu werden unter anderem physikalische Formfindungsmethoden digital simuliert.

Existiert das Modell des Entwurfs digital, so kann es mit Hilfe der Verfahren des ‚Rapid Prototyping‘ als physisches Objekt erstellt werden. Die unterschiedlichen Verfahren werden vorgestellt und der Entwurf der Semesterarbeit als 3D-Druck materialisiert.

Zur ingenieurtechnischen Untersuchung des Tragwerks dienen unterschiedliche Softwareumgebungen. Dazu wird zum einen eine bereits bekannte Software (wahlweise Dlubal RFEM oder Sofistik) verwendet und zum anderen eine Analysemöglichkeit innerhalb der visuellen Programmierung (Karamba3D) vorgestellt.

Gleichzeitig erlaubt die Abbildung mittels Kausalitätsbeziehungen eine Optimierung des Bauwerks. Dieser Ansatz befindet sich in Einklang mit den Gedanken des Leichtbaus und unterschiedliche Optimierungsmethoden werden vorgestellt.

Zur konkreteren Ausarbeitung des Entwurfs werden die Aspekte der Fabrikation betrachtet. Dies

geschieht zum einen dadurch, dass das dreidimensionale Modell direkt der Fertigung dienen kann oder zum anderen, als Gegensatz dazu, in zweidimensionale Pläne übertragen werden muss.

Der Inhalt des Fachs wird in interaktiven Vorlesungen und programmorientierten Übungen vermittelt. Des Weiteren gibt es zwei softwarefokussierte Workshops.

Praxisbezug

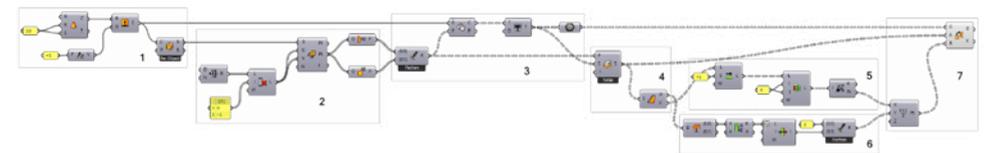
Die Digitalisierung des Bauwesens, insbesondere unter den Stichworten Planen und Bauen 4.0 und BIM, ist ein Prozess mit dem sich die Branche auseinandersetzen muss. Dabei wird die parametrische Verknüpfung und das Potential des digitalen Entwurfs bisher nur von wenigen konstruktiven Ingenieurbüros ausgeschöpft. Die Konstruktionsphilosophie des Leichtbaus ist wahrlich nicht neu, führt aber immer noch ein Exotendasein. Dabei lassen sich hiermit nachhaltige und zeitgemäße Antworten auf aktuelle komplexe Aufgaben entwickeln.

Ergebnisse

Die Studierenden erlangen eine Übersicht über Methoden und Werkzeuge und sind in der Lage diese in eigenen Projekten und mit unterschiedlichen Konzepten (siehe die eigene Semesterarbeit) anzuwenden. Konkret schafft das Fach *CAE im konstruktiven Ingenieurbau* eine Grundlage zur Entwicklung einer eigenen Entwurfshaltung im Ingenieurwesen und die Fähigkeit, diese mit Hilfe von digitalen Werkzeugen in komplexen Projekten umzusetzen.

Forschung

Die vorgestellten Methoden und der Inhalt des Fachs orientieren sich am Stand der Forschung und werden laufend aktualisiert. So ist es möglich einen soliden Einstieg in die Thematik zu bieten. Die im Rahmen des Kurses erlernten Fähigkeiten lassen sich direkt für wissenschaftliche Fragestellungen einsetzen.



1 025

Ziele

- **Planung des sommerlichen Wärmeschutzes**
- **Planung des Schallschutzes der Gebäudehülle**
- **Planung der natürlichen Beleuchtung von Innenräumen**
- **Detaillierte Wärmebrückenberechnungen**

Vermittelt werden Prinzipien und Methoden zur bauphysikalischen Planung von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden. Die Schwerpunkte liegen bei der Optimierung des Raumkomforts mit geringem Energieeinsatz, der Tageslichtoptimierung, dem Nachweis des Schallschutzes gegen Außenlärm sowie der detaillierten Berechnung von Wärmebrücken.

Inhalt

Wahl geeigneter Methoden zur Begrenzung von Wärmeeinträgen (Reduzierung der internen Wärmelasten, selektive Glasbeschichtungen und Wahl der Glasaufbauten, Einfluss der unterschiedlichen Verschattungssysteme). Planung der kontrollierten Abführung von überschüssiger Wärmenergie (natürliche Lüftung). Anwendung genormter Nachweismethoden für den Schallschutz und Wahl geeigneter Verglasungen. Dimensionierung der Fensterflächen für gute Tageslichtverteilung sowie für den Nachweis des Tageslichtquotienten.

Methoden

Die theoretischen Grundlagen werden in Vorlesungen vermittelt und unmittelbar anschließend in Übungen und der Bearbeitung der Semesterarbeit angewandt. Diese besteht aus Teilaufgaben, die bereits mit den zuvor vermittelten Grundlagen lösbar sind. Vorlesungsbegleitend finden Zwischenkorrekturen statt (Tischvorlagen). Die Semesterarbeit wird in einer Gruppe erstellt. Genutzt wird für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes ein einfach anwendbares Planungstool (Primer), das an der HCU entwickelt wurde. Zur Planung des Schallschutzes und der natürlichen Beleuchtung werden normierte Handrechnungen angewandt. Die detaillierte Berechnung der Wärmebrücken erfolgt mit einem Finite-Elemente Programm (THERM).

Ergebnisse

Für ein gegebenes Gebäude und reale bauphysikalische Randbedingungen (Stadt und Umgebungsstraßen) werden ingenieurtechnische Nachweise des Raumkomforts erstellt und bewertet.

Forschung

Dargestellt wird die aktuelle Forschung zur Planung von Lüftungskonzepten, zur genauen Dimensionierung von natürlichen Lüftungsquerschnitten und zur optimierten Steuerung der Fassadenelemente (Lüftungsöffnungen, Verschattungssysteme).

Praxisbezug

Der Wunsch nach hoher Transparenz und großen Verglasungsflächen in der Gebäudehülle bedeutet gleichzeitig einen potentiell hohen Eintrag solarer Energie und die Gefahr der Überhitzung des Innenraums. Eine Klimatisierung ist aufgrund des hohen Primärenergiebedarfs häufig nicht gewollt und in den deutschen Klimaregionen bei einem gut geplanten Lüftungskonzept und der Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes nicht erforderlich. Für architektonisch zeitgemäße Gebäude sind daher der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes sowie natürliche oder hybride Lüftungskonzepte mehr in den Vordergrund rückende Disziplinen der Bauphysik.



Räumliche Tragwerke

Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle

↑ 028

Ziele

- Grundlagen der zwei- und dreidimensional tragenden Bauteile
- Rechnerische Analyse von vereinfachten Sonderfällen
- Konzeptionelles Verständnis für komplexes Tragverhalten

Inhalt

Ziel des Moduls ist eine grundlegende Definition von räumlichen Tragwerken und deren Tragverhalten zu erlangen. Der Fokus liegt auf folgenden zwei, beziehungsweise dreidimensionalen Tragwerken: Platten, Trägerroste, Scheiben, Kreisringträger und Schalen. Es werden die allgemeinen Tragprinzipien werkstoffübergreifend betrachtet und an realisierten Projektbeispielen deren konstruktive Durchbildung thematisiert. Zum rechnerischen Nachweis werden die Differentialgleichungen für Platten, Scheiben und Schalen hergeleitet. Dem gegenübergestellt werden vereinfachte Ansätze wie das Federersatzsystem für Trägerroste oder anschauliche, kraftflussorientierte Methoden wie die Stabwerkmodelle.

Das im Bachelor in Tragwerksentwurf und Statik gewonnene Wissen wird vertieft und erweitert. Die Kenntnisse im Bereich der einachsig tragenden Bauteile bzw. deren Modellierungsprinzipien werden im Rahmen der Veranstaltung auf zweiachsig tragende Bauteile erweitert. Die Wissensabfrage erfolgt am Ende des Semesters über eine Klausur.

Methoden

Methodisch basiert die Veranstaltung auf folgenden drei klassischen universitären Elementen: In den Vorlesungen werden die theoretischen Grundlagen vermittelt. Die praxisorientierten Übungen dienen der Vertiefung des vermittelten Wissens. Darüber hinaus erfolgt ein Selbststudium mittels Skript und empfohlener Literatur. In der Klausur wird Wissen aus allen drei Elementen abgefragt.

Praxisbezug

Die gewonnenen Erkenntnisse sind essentielle Grundlagen für Ingenieur*innen in der konstruktiven Tragwerksplanung. So sind räumliche Tragwerke in der Lage, große Spannweiten Effizienz zu überspannen wie beispielsweise für Stadien oder Messehallen. Insbesondere aufgrund der digitalen Möglichkeiten, doppelt gekrümmte Flächen und Freiformflächen einfach geometrisch zu erzeugen werden sie von Architekt*innen vermehrt in ihren Entwürfen verwendet. Ingenieur*innen müssen in der Lage sein, auf diese Formen eine tragwerksplanerische Antwort zu geben.

Ergebnisse

Die Studierenden erhalten ein allgemeines, werkstoffübergreifendes Verständnis der behandelten Tragwerkstypen. Einfache Fälle können mit analytischen Methoden direkt mittels Ersatzsystem oder anschaulichen Methoden nachgewiesen werden. Damit wird die Grundlage geschaffen, um komplizierte Berechnungen später mittels FEM nachvollziehen und diese qualitativ bewerten zu können.

Forschung

Räumliche Tragwerke sind zunächst einmal Grundlagenwissen des Ingenieurwesens, aufgrund technologischer Entwicklungen aber immer noch Gegenstand der Forschung. So helfen die im Rahmen der Vorlesung gewonnen Erkenntnisse solche Konstruktionen zu verstehen und bereiten die notwendigen Grundlagen vor, um diese Tragwerkstypen in einer späteren wissenschaftlichen Auseinandersetzung bearbeiten zu können.



↑ 029

Entwurfsprojekt I

Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel



↑ 030

Ziele

- **Fähigkeit zur strukturierten Bearbeitung eines Tragwerksentwurfs im Team**
- **Diskussion von Planungsinhalten innerhalb eines Teams und Präsentation von Planungsergebnissen vor Publikum**
- **Vorbereitung auf interdisziplinäre Projektarbeit**

Strukturierung eines Planungsprozesses für ein reales komplexes Projekt des Tragwerksentwurfs über verschiedene Bearbeitungsphasen (Grundlagenermittlung, Variantenuntersuchung, Entwurf, Bemessung und Konstruktion) und selbstständige Durchführung in disziplinären Planungsteams.

Inhalt

Die Studierenden bearbeiten in vierer-Gruppen selbstständig den Entwurf für eine komplexe Bauaufgabe. Die Aufgabenstellung ist für alle Gruppen gleich, aber jährlich wechselnd. In der Vergangenheit wurden beispielsweise folgende Entwürfe bearbeitet:

- Tragbare Rucksackbrücke
- Schiffsanleger für das HCU-Gebäude
- Tennisstadion mit beweglichem Dach
- Seilbahn über die Elbe mit Aussichtstürmen
- Olympia-Sportstädten für Hamburg
- Dachtragwerk für Fußballstadion in der HafenCity Hamburg

Methoden

In einer Einführungsveranstaltung wird die Aufgabenstellung erläutert und ein Terminplan für den strukturierten Ablauf des Entwurfsprojektes vorgestellt. Die Studierenden bilden Planungsteams aus jeweils vier Personen, die sämtliche Planungsphasen bearbeiten. Ein typischer Projektverlauf gliedert sich wie folgt:

- Einführungsveranstaltung, Aufgabenstellung
- Impulsvorträge zu Referenzprojekten
- Entwurfsideen, Variantenuntersuchung
- Präsentation Vorentwurf
- Entwurfsstatik Bauteile
- Entwurfsstatik Leitdetails
- Planlayout
- Endpräsentation
- Abgabe Dokumentation

Die Betreuung der Studierenden erfolgt durch den Lehrenden 14-täglich in Beratungseinheiten, die als offene Korrekturen angelegt sind. Es werden zu diesen Terminen jeweils die Arbeitsergebnisse aller Gruppen diskutiert, wodurch alle Teilnehmer*innen mit der Vielfalt sämtlicher Entwürfe konfrontiert werden. Die offenen Korrekturen dienen der Leistungsüberprüfung und der Strukturierung des Entwurfsprojektes, indem Meilensteine für Zwischenergebnisse des Planungsprozesses gesetzt werden. Im Mittelpunkt steht das fachliche Feedback zu den Ideen der Studierenden, die in Form von Zeichnungen die Grundlage der Beratungseinheiten bilden.

Ergebnisse

Als Leistungsnachweis für das Modul dient eine benotete Dokumentation der Projektarbeit, die von den Studierenden in vierer-Gruppen bearbeitet wird. Die Entwürfe sind zeichnerisch darzustellen und durch eine statische Berechnung mit Erläuterungsbericht zu ergänzen. Es sind auch zeichnerische und rechnerische Angaben zur Ausbildung von Leitdetails und zum gewählten Bauverfahren (Montagezustände) zu machen. Die Entwürfe sind von den verschiedenen Teams zusätzlich im Rahmen einer Endpräsentation anhand der erstellten Zeichnungen zu erläutern.

Praxisbezug

Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Tragwerken sind typische Aufgabenstellungen aus der Baupraxis. Die Aufgabenstellungen für das Entwurfsprojekt haben reale Randbedingungen und dienen der Simulation von Planungsabläufen, wie sie in Ingenieurbüros für Tragwerksplanung täglich praktiziert werden.

Forschung

In Anlehnung an die durchgeführten Entwurfsprojekte wurden unter anderen folgende Themen im Rahmen einer Masterthesis bearbeitet:

- *Rucksackbrücke — Entwurf, konstruktive Umsetzung und Bau eines Prototypen*
- *Entwurf und statische Berechnung einer Kletterhalle*
- *Entwurf und vergleichende Bemessung eines Brettsperrholz-Gebäudes nach US- und EC-Normen*
- *Soul Kitchen 2.0 — Analyse, Entwurf und Konstruktion in Kooperation von Architektur und Ingenieurbau*
- *Erstellung einer detaillierten Entwurfsplanung für eine mehrfeldrige Eisenbahnbrücke in Spannbetonbauweise*
- *Statische Berechnung und Bemessung des Stadionsdaches für ein Olympiastadion in Hamburg in Stahlbauweise*

↓ 031



Entwurfsprojekt II

Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle

1 032

Ziele

- Komplexe, interdisziplinäre Entwurfsprojekte aus der Sicht der Tragwerksplanung durchführen zu können
- Die Besonderheiten im interdisziplinären Entwurf und der Zusammenarbeit mit den Architekten kennen, verstehen und berücksichtigen zu können
- Einen Entwurfs- und Planungsprozess über verschiedene Bearbeitungsphasen (Grundlagenermittlung, Variantenuntersuchung, Entwurf, Bemessung und Konstruktion) hinweg zu strukturieren und selbstständig zu bearbeiten

Die Studierenden erlangen die Kompetenz, fachübergreifend und selbstständig an einem Planungsprozess für ein reales komplexes Projekt des Tragwerksentwurfes arbeiten zu können. In interdisziplinären Gruppen wird das eigene Wissen durch Diskussionen erweitert und gefestigt. Die abschließende Darstellung der Planungsergebnisse ist ebenso ein wichtiger Bestandteil des Entwurfsprojektes.

Inhalt

Das studienprogrammübergreifende Entwurfsprojekt stellt einen der Schwerpunkte im 3. Fachsemester dar. Bauingenieur- und Architekturstudierende bearbeiten gemeinsam eine bauliche Aufgabe mit dem Fokus auf dem integralen Tragwerksentwurf. Die Aufgabe entstammt in jedem Semester aus einem anderen Themengebiete. Gelegentlich werden Studierendenwettbewerbe, wie beispielsweise der VDI-Wettbewerb *Integrale Planung* mit dem Semesterthema verknüpft.

Ziel des Seminars ist ein architektonisch und konstruktiv durchgearbeiteter Entwurf, der nicht nur die funktionalen und wirtschaftlichen Anforderungen erfüllt, sondern auch die gestalterischen und strukturellen Fragen zufriedenstellend beantwortet.

Die Studierenden arbeiten dabei in gemischten, selbst gewählten Gruppen und erfahren somit die Dynamik der Zusammenarbeit zwischen Architekt*innen und Ingenieur*innen.

Die Lehrenden übernehmen eine beratende und betreuende Rolle, die die Entwicklung des Projektes unterstützt und stehen mit Fachwissen zur Verfügung.

Methoden

Die zu Anfang des Semesters durchgeführten Inputworkshops zu den spezifischen Entwurfsaufgaben dienen der Teamfindung sowie der Heranführung an die Aufgabenstellung. Dabei werden projektrelevante Themen wie z.B. Tragwerk, Funktionalität, Umsetzung einer Idee und Detaillierung vertieft. Darüber hinaus wird auch die Darstellung der Entwurfsideen in Plänen und Modellen behandelt.

Über das Semester verteilt finden freiwillige und verpflichtende Korrekturtermine mit Studierenden und Lehrenden statt. Dabei wird auf den individuellen Bearbeitungsstand eingegangen, auftretende Fragen werden erörtert, Problemstellungen werden identifiziert und Lösungsansätze werden formuliert.

In regelmäßigen Abständen werden zudem Präsentationen gehalten, bei denen das Konzept und der Entwurf diskutiert werden. Die verpflichtenden Präsentationstermine dienen der Darstellung des eigenen Projektes vor Publikum und bieten eine Möglichkeit für die Lehrenden, die einzelnen Projekte zu besprechen. Auch eine *Stille Präsentation* mit externen Gastkritikern hilft den Studierenden bei der Vorbereitung auf die Abschlusspräsentation, indem sie als Generalprobe dient und die Verständlichkeit der Planleistungen in den Vordergrund rückt.

Praxisbezug

Dem interdisziplinären Entwurfsprojekt ist ein besonderer Praxisbezug inhärent. Dieser entsteht durch die praxisorientierte Aufgabenstellung sowie durch den Input durch externe Gäste.

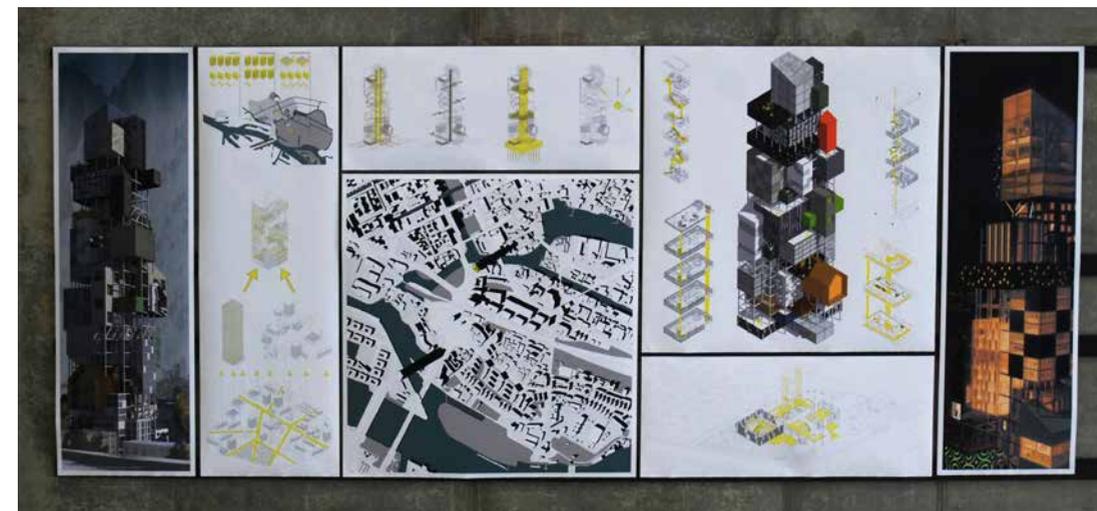
Ergebnisse

Die Seminarleistungen bestehen in einer Darstellung des Gesamtentwurfes in Grundrissen, Ansichten und Schnitten sowie in der Darstellung des städtebaulichen Konzeptes. Perspektiven und fotorealistische Darstellungen sowie die Darstellung wichtiger Funktionskonzepte gehören ebenfalls zu den Ergebnissen des Projektes. Darüber hinaus wird eine konzeptionelle Darstellung des statischen Systems gefordert. Ein städtebauliches Modell sowie ein Ausschnitts- oder Detailmodell des Entwurfes dienen der Veranschaulichung des Entwurfsgedankens und runden die Präsentation ab.

Forschung

Einzelne Themen können Anlass für gestalterische Forschung sein, und umgekehrt können die Methoden der gestalterischen Forschung in den Entwurf einbezogen werden.

↓ 033



Energetische Gebäudetechnik

Prof. Dr.-Ing. Frank Wellershoff

↑ 034

Ziele

- Erkennen der Zusammenhänge zwischen Gebäude, Nutzung, Gebäudetechnik und Energieeffizienz in frühen Planungsphasen
- Bilanzierung des Gebäude-Primärenergiebedarfs in Abhängigkeit der Anlagentechnik
- Detaillierte Anlagenplanung für raumluftechnische Anlagen, Fußbodenheizung und Photovoltaikanlagen

Kompetenz in der Wahl geeigneter Systeme und Komponenten der energetischen Gebäudetechnik für verschiedene Gebäudenutzungen und Standortrandbedingungen. Vordimensionierung der Systemkomponenten und Quantifizierung des Primär- und Endenergiebedarfs.

Inhalt

Grundlagen der Photovoltaik, Solarthermie, Heizungstechnik, Wärmepumpentechnik, Kunstlichtplanung und Raumluftechnik. Interaktion zwischen Gebäudenutzung und energetischer Gebäudekonzeptionierung. Planungsmethoden der energetischen Gebäudetechnik.

Methoden

Die theoretischen Grundlagen werden in Vorlesungen vermittelt und unmittelbar anschließend in Übungen und der Bearbeitung der Semesterarbeit angewandt. Diese besteht aus Teilaufgaben, die bereits mit den zuvor vermittelten Grundlagen lösbar sind. Vorlesungsbegleitend finden Workshops in den Seminarräumen statt in denen die erste Teilaufgabe der Semesterarbeit bearbeitet wird. Die Semesterarbeit wird in einer Gruppe erstellt. Genutzt wird für die numerische Analyse von energetischen Entwurfsvarianten ein schnell anwendbares Bilanzierungstool (EnerCalc), das auf den Nachweismethoden der Energieeinsparverordnung (EnEV, DIN V 18599) basiert. Darüber hinaus werden anlagenspezifische Normen für die Planung von raumluftechnischen Anlagen sowie Fußbodenheizungen angewandt. Das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG) wird in Verbindung mit der Planung von Photovoltaikanlagen vertieft

Praxisbezug

Eine hohe energetische Effizienz eines Gebäudes kann mit verschiedenen Systemkomponenten erzielt werden, jedoch ist die beste Wahl der Komponenten vom Gebäudestandort, der Gebäudenutzung, der Gebäudekubatur und vielen weiteren Parametern abhängig. Die Branche der energetischen Gebäudeplanung ist aufgrund der verschärften Energieeinsparverordnungen und der hohen Technik- und Energiekosten stark wachsend.

Ergebnisse

Für ein vorgegebenes Gebäude wird ein energetisches Gesamtkonzept entwickelt und der Primärenergiebedarf bestimmt. Es erfolgt eine Bewertung der Energieeffizienz sowie eine Bestimmung des Effizienzstandards (Nullenergiegebäude, Passivhaus, etc.)

Forschung

Dargestellt werden die aktuellen Entwicklungen wie Eisspeichertechnik oder Phase-Change-Materialien.



↑ 035

Stabilität und Dynamik der Baukonstruktionen

Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel

↑ 036

Ziele

- Vertiefte Kenntnisse zu baupraktischen Stabilitätsnachweisen (Biegedrillknicken federelastisch ausgesteifter Bauteile)
- Grundkenntnisse in der Baudynamik

Aufbauend auf den Grundkenntnissen in der Baustatik und im Stahlbau aus dem Bachelorstudium werden vertiefte Kenntnisse zu baupraktischen Stabilitätsnachweisen unter Nutzung moderner Ingenieursoftware (Theorie II. Ordnung und Wölbkrafttorsion) vermittelt. Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in der Baudynamik und können einfache Schwingungsuntersuchungen für dynamisch beanspruchte Baukonstruktionen durchführen.

Inhalt

Die Lehrveranstaltung behandelt baupraktische Beispiele zum Thema Stabilität. Im Mittelpunkt stehen die baupraktisch besonders relevanten Nachweise gegen Biegedrillknicken von schlanken, federelastisch ausgesteiften Bauteilen im Stahlbau.

Die Einführung in die Baudynamik umfasst folgende Themen:

- Probleme und Aufgaben der Baudynamik
- Bewegungsdifferentialgleichungen
- Modalanalyse
- direkte Integration
- Einfreiheitsgradmodelle
- Mehrfreiheitsgradmodelle
- Baupraktische Anwendungen (Maschinenfundamente, Fußgängerbrücken, Erdbebenbemessung, Anprall)

Methoden

Der Lehrstoff wird in Form von Vorlesungen und Übungen vermittelt und von den Studierenden im Rahmen freiwilliger Hausarbeiten angewendet und geübt. Die Vorlesungen befassen sich mit den theoretischen Grundlagen der Stabilitätstheorie und der Baudynamik inklusive mechanischer und mathematischer Herleitungen und der baupraktischen Aufbereitung z.B. für die Bemessung von Gebäuden bei Erdbeben oder Fahrzeuganprall. Die Übungen behandeln konkrete Berechnungsbeispiele für Stabilitätsnachweise und für dynamische Aufgabenstellungen. Sie zeigen die Anwendung der in den Vorlesungen hergeleiteten dynamischen Berechnungsverfahren.

Ergebnisse

Als Leistungsnachweis für das Modul dient eine dreistündige Klausur.

Forschung

Zu den Themen Stabilität und Dynamik der Baukonstruktionen wurden unter anderem bereits folgende Themen im Rahmen einer Masterthesis bearbeitet:

- *Untersuchung der Nutzerbehaglichkeit infolge windinduzierter Beschleunigungen für ein Hochhaus in der HafenCity Hamburg*
- *Biegedrillknicknachweise federelastisch ausgesteifter Rahmenriegel im Stahlhallenbau*
- *Holz-Beton-Verbunddecken: Parameterstudie zum Tragverhalten und Entwicklung eines Bemessungswerkzeugs*

Praxisbezug

Die Analyse des Stabilitätsverhaltens schlanker federelastisch ausgesteifter Bauteile im Stahl- und Holzbau (Biegedrillknicken) sowie die Analyse des Schwingungsverhaltens dynamisch beanspruchter Baukonstruktionen (z.B. Maschinenfundamente, Fußgängerbrücken, Erdbebenbemessung, Anprall) sind typische Aufgabenstellungen aus der Baupraxis. Der Lehrende ist Prüfenieur für Baustatik und lässt Erkenntnisse aus aktuell betreuten Bauvorhaben und dabei auftretenden Fragestellungen hinsichtlich Stabilität und Dynamik der Baukonstruktionen in die Lehrveranstaltungen einfließen.

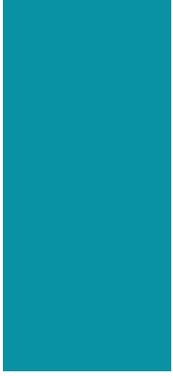


↑ 037

Infrastructural Engineering



038 →



↓ 039



040 →



043 →



↓ 045



← 044



↑ 046



← 047



↑ 042

↓ 041



Bauverfahren für Transformation und Sanierung Technischer Infrastruktur

Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich

↑ 048

Ziele

- **Kenntnis über Instandsetzungsmaßnahmen technischer Infrastrukturen zur Ver- und Entsorgung**
- **Kenntnis über Infrastrukturelemente und deren spezifische Belastung aus der Umwelt**
- **Techniken des Asset Management für Infrastruktur verstehen und anwenden**

Die Studierenden erlangen weitergehende Kompetenzen zu Planung und Bau von Transformations- und Sanierungsmaßnahmen für Technische Infrastruktur. Im Mittelpunkt stehen zudem Versorgungssicherheit, Instandhaltungsstrategien und Rehabilitationsplanung nach z.B. EN752, DIN31051, DIN19086 und ATV A 147.

Inhalt

Transformation, Inspektionsplanung und Durchführung für Ver- und Entsorgungsleitungen sind Inhalt dieses Moduls. Instandhaltungsstrategien, Alterungstheorien, Lebenszyklusmanagement und Reparaturverfahren sowie Renovierungsverfahren bilden die theoretische Grundlage.

Die Studierenden arbeiten mit Regelwerken und werden aktiv in die Vorlesung eingebunden und werden angeregt eigene Überlegungen einfließen zu lassen. Welche Instandsetzungsmöglichkeiten gibt es und wo liegen die Grenzen dieser? Inwiefern können bestehende Leitungen für zukünftige Anforderungen transformiert werden? Der Nutzen wird im Verhältnis zu den Kosten abgewägt und weiterführend werden innovative Verfahren vorgestellt.

Methoden

Die Veranstaltungen sind in Vorträge durch die lehrende Person und Gruppenarbeiten unterteilt. Freiwillig ist die Gestaltung einer gesamten Vorlesung durch einzelne Studierende zu einem Thema möglich. Hierfür werden ausreichend Materialien und vorbereitete Folien durch den Lehrenden zur Verfügung gestellt.

Alle Kernthemen werden einmal wiederholt. Dies geschieht durch die Studierenden, die in einer Präsentation, die als Prüfungsleistung zählt, das Erlernete zu einem Thema wiederholen. Dadurch wird ein doppelter Lerneffekt erreicht. Erstens soll sich das Wissen durch die Wiederholung besser im Langzeitgedächtnis verfestigen und zweitens vertieft sich die Person durch das selbständige Erarbeiten eines individuellen Themas in dem Gebiet.

Ergebnisse

In wissenschaftlichen Arbeiten bereiten die Studierenden das Erlernete zu individuellen Themen auf und vertiefen so ihr Fachwissen. Die Ausarbeitung erfolgt in Einzelleistung und beinhaltet einen Vortrag vor der Semestergruppe. Eine schriftliche Ausarbeitung in Form einer Hausarbeit ist das Ergebnis des Moduls.



↑ 049

Praxisbezug

Der Transformationsbedarf steht im direkten Zusammenhang mit aktuellen Fragen der Abwasserentsorgung, der Energiewende und stadtplanerischen Aspekten zum Beispiel beim Umbau von Quartieren. Das Thema Sanierung ist eng mit *Instandhaltungsstrategien* und *Assetmanagement* verknüpft.

Durch die Einbeziehung von externen Fachleuten, die zu ausgewählten Präsentationen anwesend sind, ergibt sich die Möglichkeit zum fachlichen Dialog. Die Studierenden lernen Berufsfelder und Anwendungsfelder in der Berufspraxis kennen und können ihr Wissen erweitern. Eine Exkursion rundet die Veranstaltung ab und gibt den Studierenden die Gelegenheit das theoretische Wissen in der Praxis wieder zu finden. Zuletzt wurde ein Rohrhersteller (Logstor) und eine Baustelle für einen Rohrvortrieb (Hamburg Wasser) besucht.

Forschung

Die Forschung in diesem Bereich fächert sich weit und bietet ein breites Spektrum an Forschungsmöglichkeiten. Aktuelle Themen sind zum Beispiel allgemeine Beurteilungen von Netzwerkinfrastrukturen und deren Lebenszyklus sowie detaillierte Forschungsfragen wie die Entwicklung analytischer Berechnungsansätze für bestimmte Leitungssysteme oder die Ermittlung von Wärmerückgewinnungspotentialen aus Abwassersystemen. Auch werden wirtschaftliche Analysen erstellt, die der praktischen Umsetzung zukünftiger Infrastrukturprojekte zuarbeitet. Mit Bezug zu den Transformationsfragen des Hochspannungsübertragungsnetzes in Deutschland wurde das Projekt *Vorstudie: Neuartige Erdkabelverlegung* für die Irene und Friedrich Vorwerk Stiftung durchgeführt.

Im Bereich innovativer Bauverfahren für Umbau und Sanierung wird das Forschungsprojekt *Nachhaltige Sektordurchdringung von ZFSV als Bettungsmaterial im Fernwärmeleitungsbau* für die AGFW GmbH durchgeführt.

Immissions- und Lärmschutz

Prof. Dr.-Ing. Martin Jäschke



1050

Ziele

- **Details des Immissions- und Lärmschutzes kennen, verstehen, anwenden und bewerten können**
- **Verschiedene wissenschaftliche Methoden und Lösungsstrategien kennen und verstehen**
- **Einen neuen Themenbereich selbständig erschließen, diskutieren und vorstellen können**

Die Studierenden lernen die verschiedenen Immissionen kennen und können diese anhand von Grenzwerten einordnen. Die Gesundheit des Menschen als wertvolles Gut zu betrachten, Immissionsschutzgesetze kennen, anwenden und Lösungsstrategien für bestehende Situation zu entwickeln, sind die Lernziele der Studierenden.

Inhalt

Im Vordergrund stehen sowohl grundsätzliche als auch aktuelle Themen. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich Lärm und hier insbesondere auf der in vielerlei Hinsicht als beispielhaft zu betrachtenden EG-Umgebungslärm-Richtlinie. Andere Immissionen wie Licht, Luftschadstoffe, aber auch Gerüche oder weitere werden ebenfalls berücksichtigt und diskutiert. Wie wirken die Emissionen auf den Mensch als Empfänger und wie sind die Folgen dieser Belastung? Mit welchen Methoden und Mitteln lassen sich diese vermeiden oder mindern?

Die Studierenden lernen die Methoden zur Ermittlung und Bewertung von Immissionen theoretisch und praktisch kennen. Damit sind sie in der Lage, eine Hausarbeit zu einer selbstgewählten Problematik im Immissionsbereich zu verfassen.

Methoden

Theoretische Grundlagen werden durch den Lehrenden vermittelt.

Die Integration von aktuellen Themen zu Immissionen findet zu Beginn jeder Vorlesung statt. Tagesaktuelle Beiträge zur Thematik werden durch die Studierenden und den Lehrenden vorgestellt. Damit werden die Zusammenhänge des theoretischen Wissens zum Alltag deutlich und die Studierenden für die Thematik sensibilisiert.

In Kleingruppen, Teamarbeit oder Einzelleistung wird ein frei wählbares Thema bearbeitet. Das gewählte Thema wird in Präsentationen vorgestellt und Anregungen durch die Studierenden gegeben, die bei der weiteren Bearbeitung helfen sollen.

Praktische Tätigkeiten wie Interviews, Umfragen, Messungen oder Protokolle sind für die Ausarbeitung vorgesehen. Beispiele wie ein Soundwalk, Messung von CO₂-Belastungen werden in der Vorlesung praktisch durchgeführt.

Ergebnisse

Ergebnis des Moduls ist eine schriftliche Hausarbeit, die neben der theoretischen Diskussion einen praktischen Teil enthält, aus dem die Studierenden Erkenntnisse ableiten und Ergebnisse auswerten. Lärmprotokolle, Experteninterviews, Geruchsdokumentationen oder Schallpegelmessungen sind Möglichkeiten für die praktische Bearbeitung.

In einer Endpräsentation stellen die Studierenden ihre Hausarbeit mit den Ergebnissen der praktischen Tätigkeiten vor.

Praxisbezug

Ingenieur*innen gestalten und verändern die Umwelt und beeinflussen dadurch auch die Gesundheit des Menschen — positiv wie negativ. Gleichzeitig entwickeln sie Techniken und Maßnahmen, um Immissionen zu vermeiden oder zu vermindern. Im Beruf haben sie eine Vielzahl gesetzlicher Regelungen zu beachten, um ihre Projekte rechtsicher und fristgerecht abschließen zu können und nicht selber für Umweltschäden verantwortlich gemacht zu werden.

Forschung

Im Fachbereich Immissionsreduzierung in Urbanen Räumen werden derzeit verschiedene Forschungsprojekte vorbereitet.

Seit 2016 erforscht Mehrdad Nourbakhsh in seiner Doktorarbeit, was städtische Ruhige Gebiete sind, wie man sie finden und schützen kann. Dazu wendet er einen Methoden-Mix an, der Befragungen, Ortsbegehungen, Messungen, vorhandene Daten und GIS-Analysen kombiniert. Die Arbeit ist in laufende Forschungsaktivitäten zum Immissionsschutz im weitesten Sinne integriert. Dort geht es u.a. um den Aufbau von 3-D-Stadtmodellen, um die Belastung der Bevölkerung durch Lärm und Luftschadstoffen zu simulieren und Verbesserungmaßnahmen zu entwickeln. Aber auch ganz andere Themen werden bearbeitet: Eine Abschlussarbeit untersucht ausgewählte Aspekte der zunehmend diskutierten Elektromobilität, nämlich wie nachhaltig die Rohstoffgewinnung für die Batterien wirklich ist. Eine andere Thesis führt eine Lebenszyklusbetrachtung für ein innovatives Heizsystem durch und vergleicht dieses mit marktüblichen Heizsystemen.

Paradigmenwechsel in der gebauten Umwelt

Prof. Dr.-Ing. Martin Jäschke



1051

Ziele

- Prozesse und Inhalte eines Paradigmenwechsels im Bereich Technischer Infrastruktur erkennen können
- Paradigmenwechsel bewerten und einordnen können sowie Chancen erkennen, die zur Mitwirkung eines Paradigmenwechsels beitragen können

Das Modul stärkt das Bewusstsein der Studierenden für Paradigmenwechsel in ihrem praktischen Berufsfeld und befähigt sie, die folgenden zentralen Fragen beantworten zu können: (1) Welche Paradigmen sind einem umfassenderen Wandel unterzogen? (2) Wer trägt die Verantwortung während des Paradigmenwechsels? (3) Reichen kleine Anpassungen der Prozesse und Inhalte der Infrastrukturentwicklung für eine nachhaltige Entwicklung oder braucht es den großen Umbruch? (4) Welche Instrumente können dabei eingesetzt werden und mit welchen Barrieren ist zu rechnen? (5) Übergeordnete Ziele: Zukunftsorientiertes Denken, Selbstreflektion und Analyse von Wandlungsprozessen.

Inhalt

Zuallererst gilt es die Frage zu klären, was ein Paradigmenwechsel ist. Theoretische Analyse bringt das nötige Verständnis und stärkt das Bewusstsein für den oft unbemerkten Prozess einer Wandlung. Wann fängt ein Paradigmenwechsel an, wie findet er statt und wann ist er abgeschlossen?

Zahlreiche Entwicklungen und Prozesse der technischen Infrastruktur zeugen von einem Paradigmenwechsel: beispielsweise Elektromobilität, Sharingkonzepte in der Mobilität, Stoffstromtrennung in der Abwasserwirtschaft, dezentrale Regenwasserbewirtschaftung, ruhige Gebiete statt Lärmschutz, Fernwärme statt Einzelversorgung, etc. An diesen Beispielen, Versuchen und Entwicklungen wird das theoretische Wissen vermittelt und die Studierenden für die entsprechenden technischen Prozesse sensibilisiert.

Damit verfügen die Studierenden über Grundlagen zur Erarbeitung eigener Themen wie zum Beispiel *Power2Heat* oder die Analyse der politisch angestrebten Entwicklung Hamburgs zur Fahrradstadt.

Methoden

Inputs: Praktische Beispiele und aktuelle Forschungen von Wandlungsprozessen im infrastrukturellen Ingenieurbereich werden von verschiedenen Lehrenden vorgestellt.

Fundstücke: Selbständig identifizieren die Studierenden einen Paradigmenwechsel. Dafür bedienen sie sich den aktuellen Medien, der wissenschaftlichen Literatur oder ihrer individuellen Beobachtung. In einer Präsentation

- immer zu Anfang einer Vorlesungseinheit
- präsentieren sie Form und Art des gewählten Paradigmenwechsel und stellen ihre Erkenntnisse der Diskussion.

Gruppenexperimente: gemeinschaftliches Erfahren eines Paradigmenwechsels und anschließende Auswertung. Daraus resultieren Kenntnisse über gesellschaftliche Verhaltensweisen und Gruppendynamiken, welche die wissenschaftliche Analyse und Einordnung eines Paradigmenwechsels ermöglichen.

Ergebnisse

In selbstgewählten Gruppen von ein bis drei Personen kann entweder ein frei wählbares oder vorgegebenes Thema bearbeitet werden. Themenbereiche aus vergangenen Semestern waren zum Beispiel Einflussfaktoren auf die Energiewende oder die Beleuchtung von sozialen Strukturen, die einen Paradigmenwechsel fördern bzw. schwächen.

In einer Endpräsentation zeigen die Studierenden die erarbeiteten Inhalte und angewandten Methoden anhand des selbstgewählten Themas auf. In einer abschließenden Diskussion mit den Lehrenden und den Studierenden wird ein Feedback gegeben. Die Erarbeitung einer Hausarbeit zu dem präsentierten Thema ist Teil der Prüfungsleistung und festigt das erarbeitete Wissen bezüglich des Erkennens und Bewertens eines Paradigmenwechsels.

Praxisbezug

In der Praxis finden sich zu jeder Gelegenheit Paradigmenwechsel, da sie sich im kleinen Kontext genauso abspielen können, wie in einem großen, gesellschaftlich umfassenden Wandel. Das zeigt der wöchentliche Austausch über die Fundstücke der Studierenden aus der Praxis auf.

Praktische Beispiele und aktuelle Forschungen von Wandlungsprozessen im infrastrukturellen Ingenieurbereich werden von verschiedenen Lehrenden vorgestellt. Die Studierenden haben die Möglichkeit diese Forschungen mit ihrer Hausarbeit praktisch zu unterstützen.

Forschung

Im Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastruktur wird Forschung im Bereich von aktuellen Fragestellungen durchgeführt, die Paradigmenwechsel in der Technischen Infrastruktur Planung adressieren. Folgende Projekte zeichnen dies beispielhaft: (1) *E_Quartier Hamburg* (Förderung BMVI), in dem Quartiersentwicklung in Hamburg beispielhaft mit der Entwicklung, Umsetzung und Evaluierung von carsharinggetragenen Elektromobilitätskonzepten zusammengebracht wird. (2) *SINGER* (Förderung BMVI) untersucht die Entwicklung der Elektromobilität am Beispiel der chinesischen Metropole Shenzhen. Dr. Johannes Lauer hat in diesem Kontext in 2017 seine Promotion mit dem Titel *Elektromobilität als Baustein nachhaltiger Stadtentwicklung in chinesischen Megastädten Strukturen, Prozesse und Instrumente zur Förderung von Elektromobilität in der Modellregion Shenzhen* abgeschlossen. (3) *RISA*. Nach Abschluss des Projektes *RISA* (siehe Modul wassersensible Stadtentwicklung) in Hamburg wurde in 2016 durch eine Evaluation versucht zu verstehen, ob und inwieweit die während des Projektes entwickelten Methoden und Prozesse in der Praxis zur Umsetzung kommen und wo Hemmnisse hierbei liegen. (4) Das vom BMBF im Rahmen des Schwerpunktes *Nachhaltiges Landmanagement* geförderte und in 2015 abgeschlossene Projekt *EUDYSE* untersuchte die Möglichkeiten und Wirkungen der Einführung einer auf Stoffstromtrennung basierenden neuen Wasserwirtschaft am Beispiel zweier Landkreise.

Urbane Gewässer

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut



1 052

Ziele

- Urbane Gewässer ökologisch bewerten sowie urbane Belange wie Erlebbarkeit einschätzen können
- Kompetenzen zur Umgestaltung und ökologischen Weiterentwicklung von urbanen Gewässern
- Fähigkeit der Erarbeitung einer Planung zur urbanen Gewässerentwicklung

Urbane Gewässer im städtischen Raum als natürlichen Lebensraum zu erkennen und zu bewerten ist Inhalt des Moduls. Die Kenntnis der Zielsetzungen und der möglichen Methoden zur Verbesserung von urbanen Gewässern im Kontext des urbanen Umfelds ist das Ergebnis der Vorlesungsinhalte. In Eigenarbeit wird dieses Wissen praktisch umgesetzt und eine Machbarkeitsstudie mit Renaturierungsmaßnahmen für einen Gewässerabschnitt entwickelt.

Inhalt

Für urbane Gewässer gelten besondere Herausforderungen und Randbedingungen. Sie sind einerseits natürlicher Lebensraum für Tiere und Pflanzen, natürliche Barriere und andererseits Aufenthalts- sowie Erholungsraum für den Menschen. Stadtplanerische sowie ökologische Anforderungen müssen zielführend in der baulichen Gestaltung vereint werden.

Historische Betrachtungen der Gewässerentwicklung zeigen auf, dass sich der Fokus zurück zu einem möglichst naturnahen Gewässerzustand entwickelt. Die Zielsetzungen zur Gewässerentwicklung urbaner Gewässer nach Richtlinien und Gesetzen sind die theoretische Grundlage der Vorlesung. Zusammenhänge von Gewässerverlauf, Gewässertiefenvariation, Breitenvariation oder Strömungsdiversität mit der natürlichen Vielfalt und dem damit einhergehenden angestrebten ökologischen Zustand werden aufgezeigt. Mit den theoretischen Wissensgrundlagen wird von den Studierenden in kleinen Gruppen ein Gewässerlauf untersucht, bewertet und eine Machbarkeitsstudie erstellt.

Methoden

Die Studierenden wirken aktiv an der Vorlesung mit in Form von kleinen Präsentationen, die die theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten zu Renaturierungsmaßnahmen aufzeigen.

In kleinen Arbeitsgruppen wird von den Studierenden je ein Gewässerabschnitt eines urbanen Gewässers bearbeitet. Die Dokumentation und Auswertung des derzeitigen Zustands anhand von geregelten Bewertungsmethoden ist Teil der Begehung. Ausgehend von dieser selbsterstellten Grundlage entwickeln die Studierenden in einer Machbarkeitsstudie einen Entwurf zur Verbesserung des ökologischen Zustands mit Berücksichtigung der urbanen Anforderung an das Gewässer.

In einer Präsentation vermitteln die Studierenden den anderen Arbeitsgruppen ihre Ergebnisse und die daraus entwickelten Maßnahmenpläne.

Eine zusätzliche Exkursion entlang eines urbanen Gewässers in Hamburg verdeutlicht den Studierenden die Anwendung der theoretischen Ansätze in die Praxis.

Ergebnisse

Eine Dokumentation der Machbarkeitsstudie mit einem Maßnahmenplan ist das Ergebnis der Semesterarbeit, die die Studierenden in Gruppenarbeit leisten. Sie lernen die theoretischen Grundlagen zur Gestaltung und Verbesserung von urbanen Gewässern praktisch umzusetzen und Bewertungsmethoden anzuwenden. Die Dokumentation beinhaltet verschiedene Aspekte wie Strukturgütereinschätzung, Zielsetzungen der Entwicklung auf Basis der Gewässerleitbilder, begründete Maßnahmenauswahl, Einschätzung auf hydraulische Veränderungen sowie eine Kostenschätzung.

Praxisbezug

Der Praxisbezug ist durchgängig gegeben, da die Studierenden die Aufgabe direkt an einem Gewässer in Hamburg umsetzen. Das reale Projekt in der Metropolregion Hamburgs bietet die Möglichkeit das erlernte Wissen anzuwenden und zu festigen. Selbstständig führen die Studierenden in Gruppenarbeit eine Erhebung des Ist-Zustands durch und vergleichen ihre Ergebnisse mit offiziellen Daten, die vor einigen Jahren von einem Ingenieurbüro erhoben wurden. So lernen die Studierenden auf dem Niveau der realen Arbeitswelt zu arbeiten und belastbare Ergebnisse zu liefern.

Forschung

Im Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastruktur wird seit 2006 zum Thema der Gewässerentwicklung geforscht. Ausgangspunkt war das vom BMBF geförderte Projekt *Fließgewässerrenaturierung heute*, indem eine Evaluierung von bis dahin durchgeführten Maßnahmen hinsichtlich ihrer ökologischen Wirkungen bei ca. 20 Gewässern geleistet wurde. In 2017 wurde die kooperative Dissertation von Stefan Greuner-Pönicke und Henning Giese mit dem *Leitfaden — Werkzeuge zur Fließgewässerplanung* abgeschlossen. Im Kern geht es hier um die Zusammenhänge der Geometrie, Struktur, Strömung, Stoffakkumulation und Fauna in einem umgestalteten Fließgewässer als Grundlage für eine verbesserte Berücksichtigung in der Planung. Derzeit laufen die Promotionen von Sabine Mattern zum Thema *Revitalisierung für Flussaltwässer* sowie Maya Donelson zum Thema *Partizipation in der Fließgewässerplanung*.

Planungsverfahren Umbau / Sanierung Technischer Infrastruktur

Prof. Dr.-Ing. Martin Jäschke



1 053

Ziele

- **Planungs- und Genehmigungsverfahren zum Umbau und Sanierung von Technischen Infrastrukturen im urbanen Kontext (z.B. Kosten, Zeit, Akzeptanz, Umweltverträglichkeit) planen und durchführen können**
- **Relevante Akteure auswählen und einbeziehen können, kooperative Planungsverfahren gestalten können**

Die Studierenden lernen die theoretischen Abläufe eines Planungs- und Genehmigungsverfahrens kennen. Die Kenntnis über die verschiedenen Faktoren, die eine Planung beeinflussen und welche Akteure und Betroffene einbezogen werden, ist das Qualifikationsziel des Moduls.

Inhalt

Das Modul teilt sich in den formalen und informalen Teil des Planungsverfahrens. Grundlagenkenntnisse bezüglich der formalen gesetzlichen Regelungen der Planungs- und Genehmigungsverfahren aus dem Bachelor werden wiederholt und vertieft. Strukturen der Behörden und Abläufe werden erläutert. Welchen Weg muss ein Antrag gehen, wer ist beteiligt und wie sind die Abstimmungsprozesse eines Genehmigungsverfahrens?

Der informale Teil umfasst die Öffentlichkeitsarbeit. Wie können Betroffene in die Planung eingebunden werden und wie organisiert man diese Beteiligung? Verschiedene Partizipationsverfahren werden anhand von realen Beispielen erläutert und geben so einen Einblick in die informale Seite einer Planung, welche vor allem bei Infrastrukturprojekten sehr wichtig ist, da diese meist die gesamte Öffentlichkeit direkt betreffen. Ziel der Partizipation ist mehr Akzeptanz der Infrastrukturprojekte.

Methoden

Die Studierenden arbeiten aktiv an der Vorlesung mit und erarbeiten beispielsweise kurze Beiträge zu Gesetzen und Regelungen, die das Planungsverfahren betreffen. So entwickeln die Studierenden ein individuelles Fachwissen, mit welchem sie in Diskussionen einsteigen können. Die gemeinschaftliche Betrachtung von Plänen ist dabei die Grundlage für die fachliche Diskussion.

In Workshops werden Partizipationsverfahren geplant und ausprobiert. So erlernen die Studierenden Methoden kennen, die in der Praxis umgesetzt werden können. Der informale Teil wird von Externen aus der Praxis unterstützt, die mit ihrem Fachwissen und Beispielen aus dem Arbeitsalltag die Vorlesung gestalten.

Ergebnisse

Die Studierenden erlernen ein Bauprojekt in seinem Umfang abzuschätzen und die hintergründig ablaufenden Planungsprozesse einzuschätzen.

Das theoretische Wissen wird in Form einer Semesterarbeit in Gruppen- oder Einzelleistung verfestigt und angewendet. Dabei kann der Schwerpunkt, ob das Thema informal oder formal sein soll, frei gewählt werden.

Die Ergebnisse der Semesterarbeit werden in einer Endpräsentation vorgestellt und diskutiert. Eine schriftliche Hausarbeit wird von den Studierenden zu den jeweiligen Themen erarbeitet.

Praxisbezug

Jede technische Infrastruktur hat zahlreiche rechtliche Vorgaben zu erfüllen und durchläuft ein formelles Planungsverfahren. Wer sich damit auskennt und zudem weiß, wie Behörden *ticken*, kann seine (Bau)Projekte besser und sicherer managen.

Aber erst die informellen Planungsverfahren gewährleisten, dass die Öffentlichkeit wirklich demokratisch und kreativ mitwirken kann. Oft werden die geplanten Projekte dadurch optimiert und häufig stoßen sie auf mehr Verständnis bei den Betroffenen.

Forschung

Eine Abschlussarbeit erhebt anhand von Experteninterviews die unterschiedlichen Positionen zum Hamburger Flughafen, sowohl zur derzeitigen Situation als auch zu künftigen Planungen, vom Ausbau bis zur Auslagerung ins Umland. Andere Arbeiten beschäftigen und beschäftigen sich einerseits mit speziellen Fachplanungen, z.B. der Lärmaktionsplanung, Luftreinhalteplanung und Landschaftsplanung, andererseits mit städtischen, regionalen und landesweiten Gesamtplanungen. Hier geht es u.a. darum, wie Planungsbehörden möglichst effizient Daten gewinnen, analysieren und kombinieren können. Dabei spielen beispielsweise auch aktuelle Trends wie Open Data, Citizen Science und Daten von low-cost-Sensoren oder Smartphones eine Rolle. Und die Frage, wie Planungsbehörden möglichst sinnvoll damit umgehen sollten.

Energie-Infrastruktur

Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich



1 054

Ziele

- **Kenntnis über Strukturen der Energieversorgung**
- **Bemessungsverfahren und Bautechniken von Energienetzen kennen und anwenden**
- **Erlernen von fachspezifischen Softwareprogrammen**

Die Studierenden sind in der Lage Energienetze in ihrer Dimension und Funktion einschätzen zu können. Theoretische Kenntnisse über Bautechniken sowie praktische Berechnung von Wärmeverlusten oder Rohrstatik von Wärmenetzen mithilfe von Computerprogrammen sind erlernte Fachkompetenzen.

Inhalt

Es wird im Wesentlichen die für den Europäischen Raum bedeutende Energie-Infrastruktur für die Versorgung mit Strom, Wärme und Gas behandelt. Dabei wird die Kette Erzeugungsanlage – Netz – Kundenanlage betrachtet. Neben einem Blick auf energiepolitische Fragen und Energiestatistiken wird die Berechnung von Wärmenetzen (inkl. Berechnung von Wärmeverlusten) für unterschiedliche bautechnische Lösungen gelehrt. Ein Schwerpunkt bildet die Rohrstatik für Wärmenetze. Darüber hinaus werden Gasnetze, Primärenergiefaktoren, Speicher, Wechselwirkungen Boden-Rohrleitung, und GIS-Anwendungen behandelt.

Methoden

Die Veranstaltungen sind in Impulsvorträge durch die lehrende Person (ca. 90min) und Gruppenarbeiten (ca. 90 min) unterteilt. In den Impulsvorträgen werden die theoretischen Grundlagen zu den Bemessungsverfahren und Bautechniken von Energienetzen behandelt. In den Gruppenarbeiten werden anhand von einfachen Beispielen die Berechnungsschritte zahlenmäßig von den Studierenden nachvollzogen, wodurch ein Verständnis um die kalkulatorischen Zusammenhänge entsteht.

In zwei Lehrveranstaltungen gegen Ende des Semesters wird das Erlernte mit marktüblichen Softwareprogrammen angewendet. Diese Programme werden nur an der HCU in der Lehre eingesetzt und stellen ein Alleinstellungsmerkmal dar.

Der Unterricht erfolgt bilingual auf Deutsch und Englisch. Die Folien sind zweisprachig aufgebaut. Somit erhalten deutschsprachig und englischsprachig Studierende die Möglichkeit Fachvokabular in der jeweils anderen Sprache aufzubauen.

Ergebnisse

Als Leistungskontrolle sind semesterbegleitend zwei Hausarbeiten anzufertigen, in denen die erlernten Berechnungsmethoden angewendet werden. Die Hausarbeiten sind mit aktuellen Fragen der Normung oder Forschungsvorhaben verknüpft. Zuletzt wurde ein Rohrbogen aus einer derzeit durch den Fernwärmeverband AGFW betriebenen Forschungsmessstrecke als rohrstatische Aufgabenstellung für eine Hausarbeit verwendet.

Auch die Verwendung der vorgestellten Computerprogramme ist dabei vorgesehen. Zum Abschluss des Semesters ist von allen Studierenden ein Impulsvortrag zu einem gewählten Thema aus dem Bereich Energienetze abzuleisten.

Praxisbezug

Die beruflichen Möglichkeiten wachsen für Ingenieur*innen, welche die grundlegenden physikalisch-technischen Prinzipien für den Bau, Erhalt und Betrieb von Energienetzen verstehen.

Die Erstellung von Machbarkeitsstudien für den Auf- und Umbau von Energienetzen ist eine zunehmende Anforderungen an Ingenieurbüros. Die Studierenden erhalten in diesem Kurs die erforderlichen Grundlagenkenntnisse für die Durchführung solcher Machbarkeitsstudien.

Durch die Einbindung von Berechnungssoftware lernen die Studierenden praxisnahe Berechnungsmethoden kennen und produzieren realistische Ergebnisse. Die Arbeit an einem realen Projekt für das die Studierenden beispielsweise rohrstatische Nachweise führen, ermöglicht einen Einblick an die Anforderungen und Herangehensweisen in der Praxis.

Forschung

Aktuelle Themen in der Forschung an der HCU sind umfassende Analysen und Simulationen für die Wärmenetze der kommenden 4. Generation (Niedertemperaturnetze), Entwicklung von analytischen Berechnungsmethoden für Wärmeverluste bestimmter Rohrleitungssysteme, Ermittlung und Dimensionierung von Energiespeichern im Wärmenetz und die wirtschaftliche und quantifizierte Betrachtung unterirdischer Hochspannungskabel. Das Forschungsfeld ist in seiner Vielfalt an die dynamischen, technologischen Entwicklungen gekoppelt und bietet so ein breites, zukunftsorientiertes Spektrum. Insbesondere wird in diesem Themenbereich das von der International Energy Agency-District Heating and Cooling geförderte Projekt *Effects of Loads on Asset Management of the 4th Generation District Heating Networks*, Reference Number: XII-01 und das vom BMWi geförderte Forschungsvorhaben *Entwicklung von neuen und verbesserten Instandhaltungsstrategien für kleine und große Wärmenetze durch Kombination statistischer Alterungsmodelle mit materialbasierten Nutzungsdauermodellen* in Teilen auch an Schnittstellen in der Lehre einfließen soll.

Entwurf Technischer Infrastruktur

Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich

↑ 055

Ziele

- Komplexe Entwurfsprojekte aus dem Bereich der Planung von Technischer Infrastruktur durchführen können
- Die Besonderheiten interdisziplinärer Projektarbeit kennen, verstehen und berücksichtigen können
- Erfahrungen in der Strukturierung von Planungsprozessen vorweisen können, indem verschiedene Bearbeitungsphasen (Grundlagenermittlung, Variantenuntersuchung, Entwurf, Bemessung und Konstruktion) eines realen und komplexen Projektes selbstständig in disziplinären Planungsteams bearbeitet wurden

Die Studierenden erlernen in einem selbstständig geführten Entwurfsprojekt die komplexen Prozesse der Planung kennen. Dafür arbeiten Sie in fachübergreifenden Gruppen zusammen und erweitern und festigen so ihren fachlichen Hintergrund. Sie lernen Planungsinhalte und Planungsergebnisse diskutieren und präsentieren zu können.

Inhalt

Der Entwurf technischer Infrastruktur bildet den Schwerpunkt im 3. Semester. Als interdisziplinäres Projekt sind Studierende des Bauingenieurwesens sowie (derzeit) Studierende der Stadtplanung für dieses Modul zugelassen. Aufgabe ist es, zu einem vorgegebenen Thema einen Entwurf für technische Infrastruktur zu erarbeiten.

Die Studierenden arbeiten in Gruppen zusammen, die nach individuellem Interesse zustande kommen und erfahren so die Dynamik eines arbeitenden Ingenieurbüros. Die Lehrenden übernehmen eine beratende und betreuende Rolle, die die Entwicklung des Projekts unterstützt und stehen mit Fachwissen oder hilfreichen Kontakten stets zur Verfügung.

Methoden

In anfänglich gemeinschaftlichen Terminen aller Kursteilnehmer*innen werden die verschiedenen Projekte vorgestellt und die Projektgebiete in einer Exkursion besucht. Im Anschluss bilden sich die Arbeitsgruppen der Studierenden selbstständig.

Die Lehrenden übernehmen die Funktion der Betreuer und überlassen den Studierenden die aktive Gestaltung des Fachs. Wöchentliche Workshops, die im Zeitfenster eines ganzen Tages vorgesehen sind, sind dabei die Grundlage. Protokolle der Sitzungen und die Vorstellung der Ergebnisse in Zwischen- und Endpräsentationen sind vorgesehen.

Den Kernpunkt bildet ein Projektbericht des Entwurfs, in dem die Studierenden ihre Ergebnisse und Empfehlungen festhalten. Das interdisziplinäre Arbeiten in Gruppen birgt ebenfalls einen erheblichen Lerneffekt für die Studierenden.

Ergebnisse

Das Endprodukt des Entwurfsprojekts ist die Dokumentation mit Plänen. Wissenschaftliches Arbeiten und korrekte Ergebnisse stehen dabei im Fokus. Neben dem theoretischen Bericht ist eine Endpräsentation vorgesehen, die den Studierenden die Möglichkeit gibt, ihre Ergebnisse zu präsentieren und das erlernte Wissen aufzubereiten und weiterzugeben. Die Studierenden lernen interdisziplinär zu arbeiten und ihre jeweiligen Stärken und Fachwissen in die Gruppenarbeit einfließen zu lassen.

Praxisbezug

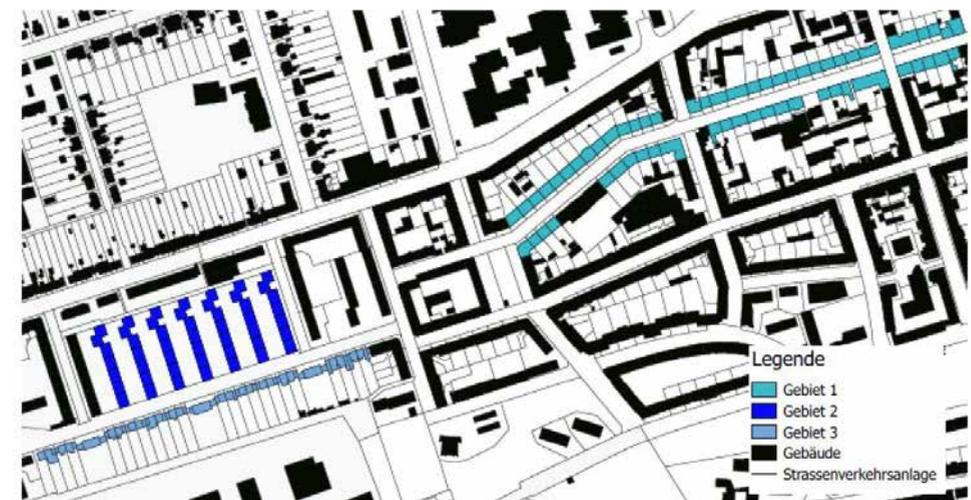
Den Studierenden wird durch die Lehrenden die Möglichkeit geboten, in Kontakt mit Menschen aus der Praxis zu treten, die mit ihrer Expertise weiterhelfen können. Interviews, Diskussionsrunden oder Präsentationstermine sind hilfreiche Mittel für den Austausch und fördern den Entwurf einer realitätstreuen technischen Infrastruktur.

Forschung

Indem die Studierenden innerhalb ihres Projektes Schwerpunkte setzen und unterschiedliche wissenschaftliche Methoden einsetzen, lernen sie anhand eines praktischen Beispiels, wie angewandte Forschung funktioniert.

Damit ist das Modul auch eine forschende Generalprobe für die Master-Thesis. Die vertieften Forschungsgebiete hängen von den jeweiligen Aufgabenstellungen ab und wechseln damit von Semester zu Semester.

↓ 056



Wassersensible Stadtentwicklung

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut



↑ 057

Ziele

- Weitergehende Kenntnisse zu Grundlagen einer wassersensiblen Stadtentwicklung, insbesondere der integrierenden Planung (Wasser, Landschaft, Stadt/Gebäude) auf unterschiedlichen Maßstabsebenen
- Fähigkeit zur Erarbeitung eines Projektes der wassersensiblen Stadtentwicklung

Die dezentrale Stadtentwässerung ist ein Konzept, welches zukunftsorientiert ist und sich seit mehreren Jahren in der Praxis durchsetzt. Die verschiedenen Möglichkeiten und Vorteile der dezentralen Stadtentwässerung kennen zu lernen und diese für ein praktisches Beispiel auszuwählen und zu bemessen ist das Ziel des Moduls.

Inhalt

Die Grundlagen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung werden im theoretischen Teil des Moduls gelehrt. Die Darlegung der historischen Stadtentwicklung im Hinblick auf die Wasserwirtschaft ist der Einstieg in das Modul. Weiterführend wird den Studierenden einen umfassenden Überblick über die Möglichkeiten der Stadtentwässerung gegeben, indem nationale Entwässerungskonzepte mit internationalen verglichen werden.

Theoretische wasserwirtschaftlichen Grundlagen aus dem Bachelor Bauingenieurwesen werden nach Bedarf wiederholt und vertieft. Mit dem erlernten Wissen bearbeiten die Studierenden verschiedene Teilaufgaben und entwerfen ein Konzept zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung für ein reales Beispiel. Dieses wird der Semestergruppe in einer Präsentation vorgestellt und ist anschließend in einer Dokumentation auszuarbeiten.

Methoden

Die Studierenden erarbeiten Vorlesungsbeiträge zu Möglichkeiten der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung.

Dafür werden in Kleingruppen bestehende Konzepte in Hamburg untersucht und analysiert. Die Ergebnisse werden in der Vorlesung diskutiert. Zusätzliche gemeinsame Begehungen von ausgewählten Beispielen runden die Analyse der bestehenden Konzepte ab und mithilfe des theoretischen Wissens erarbeiten die Studierenden ein Konzept für ein reales Gebiet. Grundlagenanalyse des Projektgebiets und die Simulation der Entwässerung mithilfe eines Computerprogramms sind dabei Instrumente der Entwurfsfindung.

Ergebnisse

Die Studierenden sind sensibilisiert ihre Umwelt aus wasserwirtschaftlicher Sicht erkennen und bewerten zu können. Vorteile und Grenzen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung sowie Abhängigkeiten sind Erkenntnisse, die aus der Vorlesung mitgenommen werden.

Als Endprodukt steht ein Entwurfskonzept einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, für das die Studierenden das theoretisch und praktisch erlernte Wissen anwenden können. Für die Simulation der wasserwirtschaftlichen Lösung, die darlegt, ob die geplanten Maßnahmen ausreichend sind, wird ein Computerprogramm erlernt. So liegt ein Berechnungsergebnis vor, auf das sich die Studierenden in ihrem Entwurfskonzept beziehen können.

Praxisbezug

Der praktische Teil des Moduls zeigt die Verwendbarkeit des erlernten Wissens auf. Die Studierenden entwerfen ein dezentrales Entwässerungskonzept für ein reales Gebiet. Durch das wissenschaftliche Arbeiten und die Ergebnisse von Simulationen, produzieren die Studierenden belastbare, praxisnahe Ergebnisse. Die Lehre des Simulationsprogramms wird extern von einem Mitglied der Firma, die das Programm entwickelt hat, durchgeführt. So besteht die Möglichkeit zu einem fachspezifischen Austausch und die Studierenden profitieren von den Erfahrungen der Fachleute.

Der Praxisbezug findet sich auch in den Exkursionen wieder, die verdeutlichen, wie Entwässerungskonzepte umgesetzt werden.

Forschung

Im Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastruktur werden seit 2006 zahlreiche drittmittelgeförderte Projekte im Kontext der wassersensiblen Stadtentwicklung durchgeführt. Im Zentrum der Aktivitäten stehen aktuell Themen zur Anpassung der Wasserwirtschaft an zukünftige Veränderungen. Wasserwirtschaftlichen Maßnahmen werden hier mit stadt- und landschaftsplanerischen Instrumenten verzahnt und nachhaltig angepasst. In diesem Themenbereich sind u.a. die laufenden oder gerade abgeschlossenen Forschungsprojekte *Stadtbäume im Klimawandel (SIK)* gefördert vom BMUB, die *Hamburger Gründachstrategie* gefördert vom BMUB, das Projekt *KLIMZUG-NORD* gefördert vom BMBF, das Projekt RegenInfrastrukturAnpassung (RISA) oder die *Klimaanpassung innerstädtisch verdichteter Quartiere (KLIQ)* beides gefördert durch die Behörde für Umwelt und Energie in Hamburg angesiedelt. Die Dissertation von Dr. Elke Kruse mit dem Thema *Integriertes Regenwassermanagement für den wassersensiblen Umbau von Städten* wurde 2015 abgeschlossen.

Straßenraumgestaltung

Prof. Dr.-Ing. Martin Jäschke



1058

Ziele

- Einen aktuellen Überblick über den Stand der Diskussion zum Thema Stadtverkehr erhalten
- Die wichtigen Themenfelder des Straßenraumwurfes und der Straßenraumgestaltung kennenlernen
- Anhand von Beispielen einzelne Entwurfsaspekte vertiefen

Straßen und urbaner Raum als Einheit zu verstehen und gestalterisch die reine Verbindungsfunktion von Straßen zu durchbrechen und als Begegnungsraum nutzbar machen, dieses Verständnis sind Ziele, die vermittelt werden. Dabei werden die praktische Funktion und technische Abläufe ebenso betrachtet wie gesellschaftlichen Anforderungen.

Inhalt

Die Mobilität in Städten, heute und in ihrer historischen Entwicklung, ist Inhalt des Moduls. Die damit einhergehenden Aufgaben der Straßenraumplanung und -gestaltung werden diskutiert und eingeordnet. Den städtischen Straßenraum als komplexen Begegnungs- und Funktionsraum zu verstehen und zu analysieren ist Thema des Moduls. Städtische Straßen als Verbindung oder Aufenthaltsraum werden durch die verschiedenen Nutzer*innen und Ansprüche strapaziert. Fußverkehr, ruhender Verkehr, Radverkehr, motorisierter Individualverkehr, öffentlicher Nahverkehr, Lieferverkehr stehen sich in ihren unterschiedlichen Belangen nicht selten im Konflikt gegenüber. Wie lässt sich durch überlegte Planung ein möglichst großes Spektrum an Zufriedenheit der verschiedenen Nutzer*innen erreichen und wie wird sich der Straßenraum in Zukunft, beispielsweise durch autonomes Fahren, entwickeln? Neben diesen planerischen Herausforderungen werden die Grundlagen von Regelwerken und Berechnungsverfahren vorgestellt.

Methoden

Die Vorlesungen sind klar gegliedert in Themenblöcke, so dass ein guter Überblick gegeben ist. Die Studierenden erarbeiten separat zu einem Thema eine Präsentation, die anschließend mit dem Kurs diskutiert wird.

Neben dieser individuellen Leistung werden die Vorlesungsinhalte in Gruppenarbeit während des Seminars vertieft. Die Berechnung eines Verkehrsknotens, der Entwurf einer Erschließung eines Wohngebiets mit ÖPNV, Rad oder MIV sowie die Gestaltung und Zeichnung eines Straßenquerschnitts nach Regelwerken sind zum Beispiel Teil der praktischen Arbeit während der Vorlesung. Dadurch werden die theoretisch gelehnten Ansätze direkt vertieft und die anschließende Diskussion der Arbeitsergebnisse trägt zum weiteren Verständnis des Lehrstoffs bei.

Ergebnisse

Während der Vorlesungszeit werden aufgrund der praktischen Umsetzung des Lehrstoffes laufend Ergebnisse produziert. Karten, die die Erschließung von Wohngebieten aufzeigen, Knotenpunkte mit berechneten Verkehrsströmen oder Modelle eines Straßenraums entstehen in Gruppenarbeit. Anhand dieser praktischen Arbeiten ist eine umfassende Diskussion möglich.

Durch die verschiedenen vorgegebenen zu bearbeitenden Themen entwickelt sich ein persönliches Fachwissen, welches in Form einer Präsentation weitergegeben werden kann.

Als individuelle Leistung wird neben der Präsentation eine schriftliche oder eventuell auch praktische Hausarbeit zu diesem Thema erarbeitet.

Praxisbezug

Der Praxisbezug wird durch die extern geleitete Lehre von Expert*innen dieses Fachbereichs gegeben. Mit anschaulichen Beispielen, fachbezogenen und fachkundigen Exkursionen wird die Vorlesung begleitet und das Wissen der Studierenden angereichert. Durch die Expertise der Lehrenden ergibt sich zu dem die Möglichkeit, tagesaktuelle Themen fachbezogen und praxisnah zu diskutieren.

Forschung

In einer Masterarbeit ging es um die akustischen Wirkungen von Fassaden- und Dachbegrünungen auf den Straßenraum. Dazu wurden Computersimulationen für einen bestimmten Straßenabschnitt durchgeführt, um abzuschätzen, mit welchen Effekten zu rechnen ist und wie viele Einwohner entlastet werden könnten. Eine andere Thesis thematisierte den nächtlichen Straßenraum und setzte sich u.a. mit Straßen- und Gebäudebeleuchtung, Lichtkonzepten, Lichtmanagement und Lichtverschmutzung auseinander. Dazu wurden neben umfangreichen Literatursicherungen zusätzlich Experteninterviews mit relevanten Akteur*innen durchgeführt.

In 2018 beginnt voraussichtlich das BMBF.-geförderte Projekt *Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere - BlueGreenStreets*.

Fachübergreifende Studienangebote und Wahlpflichtfächer

Wahlpflichtfächer

Der Wahlpflichtbereich dient der Stärkung der Kompetenzen des Studienprogramms. Dafür steht ein Katalog mit Wahlpflichtfächern, der stetig von der Studienprogrammkommission aktualisiert wird. Es können auch Module aus dem Pflichtbereich des jeweils anderen Kompetenzfeldes gewählt werden, ebenso wie aus anderen Studienprogrammen.

Der aktuelle Katalog der Wahlpflichtmodule wird von der Studienprogrammkommission festgelegt.

Fachübergreifende Studienangebote

Wie im Bachelorstudium dienen auch im Masterstudium die **Q-Studies** zur Erweiterung der inter- und transdisziplinären Kompetenzen. Die **Basics** beinhalten die Vermittlung der Kompetenz des **Projektmanagements**, unerlässlich für alle Masterstudienprogramme der HCU. Das Modul umfasst eine Grundlagen setzende Veranstaltung für alle Studierende und wird ergänzt durch eine Veranstaltung mit disziplinären Fragestellungen und Übungen.

Fachübergreifende Studienangebote

Projekt Management

Prof. Dr.-Ing. Thomas Krüger

Ziele

→ **Projekte** sind die vorherrschende Organisationsform, in denen die Aufgaben der verschiedenen Studienprogramme bzw. Disziplinen der HCU in der Praxis bearbeitet werden. Dabei stellen sich neben den verschiedenen fachlichen Aufgaben vor allem Fragen im Hinblick auf eine produktive Zusammenarbeit der Beteiligten und wie diese am besten organisiert werden kann. Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über die Aufgaben und Methoden des Managements von Projekten. Damit soll unabhängig vom jeweiligen fachlichen Kontext eine Grundlage gelegt werden, die Aufgaben der Projektleitung zu verstehen und zu erfüllen.

Inhalt

Die Vorlesung gliedert sich in drei thematische Blöcke, die jeweils mit einem Test abgeschlossen werden: 1. *Werkzeugkasten* — Ansätze und Instrumente für die Strukturierung und das Management von Projekten; 2. Akteure und Zusammenarbeit in Projekten; 3. Projekte im Kontext von Organisationen.

Praxisbezug

In der Lehrveranstaltung berichten Praktiker*innen aus dem Bauingenieurwesen und anderen Disziplinen der HCU über ihre Tätigkeit und Erfahrungen. Prof. Krüger war selbst in der Projektentwicklung und dem Projektmanagement größerer städtebaulicher Projekte tätig.

Forschung

Die Lehre wird befruchtet von der laufenden Forschung des Fachgebietes Projektentwicklung und Projektmanagement im Fachbereich Stadtplanung der HCU. Der Schwerpunkt liegt dabei bei der Zusammenarbeit verschiedener privater und öffentlicher Akteure, d.h. dem *interorganisationalen Projektmanagement* oder *Netzwerk-Management* (s.a. www.hcu-hamburg.de/pe)

[Q] Studies

Diverse Lehrende



1059

Ziele

- Förderung der Offenheit gegenüber anderen Denk- und Sichtweisen, der Hinterfragung traditioneller Denkmuster und der Fähigkeit zur Entwicklung innovativer Problemlösungsansätze
- Anregung zur eigenständigen Reflexion des gewählten Studienfachs und seiner Grundlagen

Inhalt

Durch die fächerübergreifende Struktur der [Q] STUDIES treten die Lerninhalte aus den üblichen disziplinären Bestimmungen heraus, so dass flexibel auf aktuelle gesellschaftliche Strömungen eingegangen werden kann. Die Zusammenstellung der Veranstaltungen innerhalb der Themenfelder regt an, über mehrere Fächer hinweg in einem ganzheitlichen Denken Zusammenhänge zu erkennen. An den Veranstaltungen nehmen Studierende aller Studienprogramme der HCU teil, so dass ein interdisziplinärer Austausch untereinander garantiert ist. Bis zu 30 Veranstaltungen werden pro Semester angeboten, die eine vielfältige Bandbreite und für jeden Studierenden das passende Angebot versprechen.

Methoden

Technische, wissenschaftliche und künstlerische Forschungsmethoden und Darstellungsformen werden miteinander konfrontiert und systematisch verglichen. Dabei wird davon ausgegangen, dass unterschiedliche Perspektiven auch unterschiedliche Erkenntnisse ermöglichen, die sich wechselseitig inspirieren und unkonventionelle Denk- und Herangehensweisen hervorbringen

Ergebnisse

Die Studierenden lernen durch die interdisziplinären Lehrformate andere Sichtweisen und Ansätze kennen und können somit ihre eigene wissenschaftliche Arbeits- und Denkweise erweitern. Dieses Heraustreten aus der eigenen Disziplin sowie der Transfer der Wissenschaft in die Gesellschaft fördern die Auseinandersetzung mit abweichenden Themenstellungen und damit das wissenschaftliche Urteilsvermögen.

Praxisbezug

Allen Lehrveranstaltungen ist inhärent, dass sie den Bezug zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft herstellen und somit die Wissenschaft Einzug in das alltägliche Leben und die Praxis erhält. Regelmäßig findet z.B. die Lehrveranstaltung Technik und Gesellschaft statt, in der es um Beispiele technischer Dinge und Systeme geht, deren Entwicklung und Verwendung durch bestimmte kulturelle Vorstellungen und gesellschaftliche Institutionen geprägt sind. Gleichzeitig wirkt Technik auf unseren Alltag zurück und beeinflusst die Art und Weise, wie wir uns wahrnehmen, miteinander kommunizieren und unser Zusammenleben in bestimmter Art und Weise organisieren.

Forschung

Die diversen Forschungsthemen und ansätze der unterschiedlichen Studienprogramme finden sich in den Lehrveranstaltungen wieder und regen damit die Reflexion des eigenen disziplinären Forschungsansatzes an.

Beispielhaft wäre hier die Veranstaltungsreihe artLAB zu nennen, in der die Beziehung zwischen Wissenschaft und Kunst erforscht und der Einsatz künstlerischer Strategien in Forschungsprozessen erprobt wird.

1060





↑ 061

Ziele

- Die besonderen Randbedingungen bei Planung und Herstellung geotechnischer Bauwerke am und im offenen Wasser kennen und einschätzen können
- Wichtige Grundlagen der Planung und Bemessung von ausgewählten Bauwerken der Marinen Geotechnik beherrschen und anwenden können

Das Bauen am und im Wasser ist eine große Herausforderung für Bauingenieur*innen. Dies zieht sich durch den gesamten Planungsprozess, von den Baugrunderkundungen im freien Wasser über die Bauwerksbemessung für Einwirkungen aus Wind, variierenden Wasserständen und Seegang bis hin zu Transport und Installation unter dem Einfluss der Witterungsbedingungen. Die Studierenden werden mit verschiedenen Aspekten der einzelnen Projektphasen eines solchen Bauwerks vertraut gemacht und lernen, die besonderen Schwierigkeiten zu verstehen und einzuordnen

Inhalt

Das Modul beschäftigt sich mit aktuellen Fragestellungen der Marinen Geotechnik wie sie beim Bau von Bauwerken am oder im Wasser auftreten. Dazu zählen Häfen und ihre Infrastrukturanlagen, Bauwerke des Küstenschutzes einschließlich hochwasserangepasstes Bauen oder Offshore-Bauwerke wie Wind- oder Meeresenergieanlagen. Aus diesem Themenkreis wird jährlich ein thematischer Schwerpunkt gewählt, der hinsichtlich verschiedener Fragestellungen aufgearbeitet wird, wie z.B. Lasteinwirkungen und Grundlagen der Belastungsermittlung, Baugrundverhältnisse und Baugrunderkundung, Konstruktion, Tragverhalten und geotechnische Bauwerksbemessung sowie Herstell- und Installationsverfahren.

Methoden

Die Lehrinhalte zu den verschiedenen Fragestellungen werden im ersten Teil der Veranstaltung im Rahmen von Vorlesungen vermittelt und gemeinsam diskutiert. Expert*innen aus der Baupraxis bringen dabei in Gastvorträgen ihre Erfahrungen zu verschiedenen Themen ein. Im zweiten Teil der Veranstaltung bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen selbstständig unter Anleitung eine Projektaufgabe und können so ihr erworbenes Fachwissen unmittelbar anwenden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Projektarbeit werden am Ende der Lehrveranstaltung in einer Präsentation vorgestellt und mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert. Die Gruppen erstellen sodann einen Projektbericht, der als Prüfungsleistung zu diesem Modul eingereicht wird.

Praxisbezug

Als wesentliches Element stellt die Projektarbeit den typischen Ablauf einer ingenieurmäßigen Bearbeitung eines solchen Projekts dar, angefangen von der Auswertung vorhandener Standortinformationen über die eigentliche Berechnung und Bemessung bis hin zur Abfassung eines strukturierten Projektberichts und dessen Präsentation. Ergänzend dazu berichten Experten aus der Baupraxis zu aktuellen Themen und Projekten.

Forschung

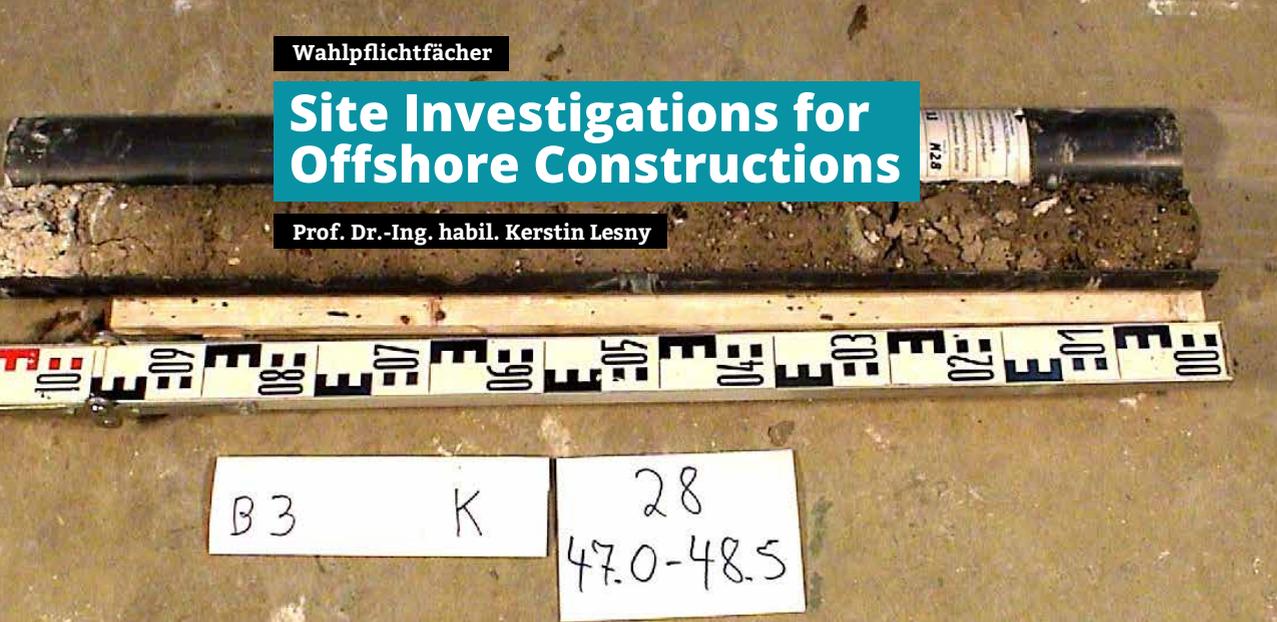
Die Marine Geotechnik ist seit vielen Jahren ein Forschungsschwerpunkt am Fachgebiet Geotechnik. Im Fokus steht dabei das Tragverhalten verschiedener Gründungsvarianten wie Monopiles, Schwergewichtsrundungen oder Anker unter der ständig wiederkehrenden Belastung aus Wind, Wellen und Strömung. Aktuell wird in einem Promotionsvorhaben das Tragverhalten von Pfählen unter kombinierter Vertikal-, Horizontallast und Momentenbelastung untersucht, wie sie typischerweise für Pfähle so genannter Jackets auftritt. In einem anderen Forschungsprojekt wird die Eignung von Schraubankern zur Verankerung schwimmender Offshore-Strukturen wie z.B. Wellenenergieanlagen analysiert.

↓ 062



Site Investigations for Offshore Constructions

Prof. Dr.-Ing. habil. Kerstin Lesny



1063

Ziele

- Verfahren der geophysikalischen und geotechnischen Baugrunderkundung kennen, verstehen und die unterschiedlichen Ergebnisse für ein Projekt verknüpfen
- Die methodische Herangehensweise und Fachsprache unterschiedlicher Disziplinen ausloten und im gemeinschaftlichen Diskurs problemorientierte Lösungen finden

Die Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Fachdisziplinen ist bei nahezu allen Bauvorhaben erforderlich; ihr Erfolg trägt entscheidend zum Erfolg des gesamten Vorhabens bei. Als ein Beispiel interdisziplinärer Zusammenarbeit werden in diesem Modul anhand der Planungsaufgabe Baugrunderkundung für Offshore-Strukturen unterschiedliche Verfahren und methodische Herangehensweisen aus der Hydrographie und der Geotechnik im Rahmen einer Projektarbeit vermittelt.

Inhalt

Das interdisziplinäre, englischsprachige Projektmodul an der Schnittstell der Geotechnik zur Hydrographie als Disziplin der Geodäsie und Geoinformatik behandelt eine wichtige Phase des Planungsprozesses für Offshore-Bauwerke, nämlich die Durchführung von Baugrunderkundungen auf hoher See. Aufgrund der besonderen Randbedingungen im Offshore-Bereich werden in der Regel hydrographische, geophysikalische und geotechnische Erkundungsverfahren kombiniert, um insbesondere große Baufelder, wie z.B. die Areale von Offshore-Windparks möglichst flächendeckend und lückenlos zu erkunden. Das Modul bietet eine projektbasierte Einführung in die Planung solcher Erkundungen sowie in die Auswertung und Analyse der gewonnenen Daten und Informationen

Methoden

Das Projekt besteht aus verschiedenen Teilaufgaben, die von den Studierenden in Kleingruppen im Laufe der Vorlesungszeit bearbeitet werden. Diese Teilaufgaben behandeln u.a. die Wahl eines geeigneten Standortes für ein fiktives Offshore-Bauvorhaben, die Planung des hydrographisch-geophysikalischen sowie des geotechnischen Erkundungsprogramms sowie die Analyse verfügbarer Projektdaten eines realen Offshore-Projekts. Die Projektarbeit ist eingebettet in vorlesungs-basierte Einführungen der Lehrenden zu verschiedenen Themen der Offshore-Baugrunderkundung und wird durch Exkursionen, Laborpraktika sowie durch Gastvorträge ergänzt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Teilaufgaben werden zu festen Terminen im Laufe der Vorlesungszeit in einer Präsentation vorgestellt und mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert. Mit dem dabei gewonnenen Feedback erstellen die Gruppen abschließend einen Projektbericht, der als Prüfungsleistung zu diesem Modul eingereicht wird. Der Projektbericht darf auch auf Deutsch abgefasst werden.

Praxisbezug

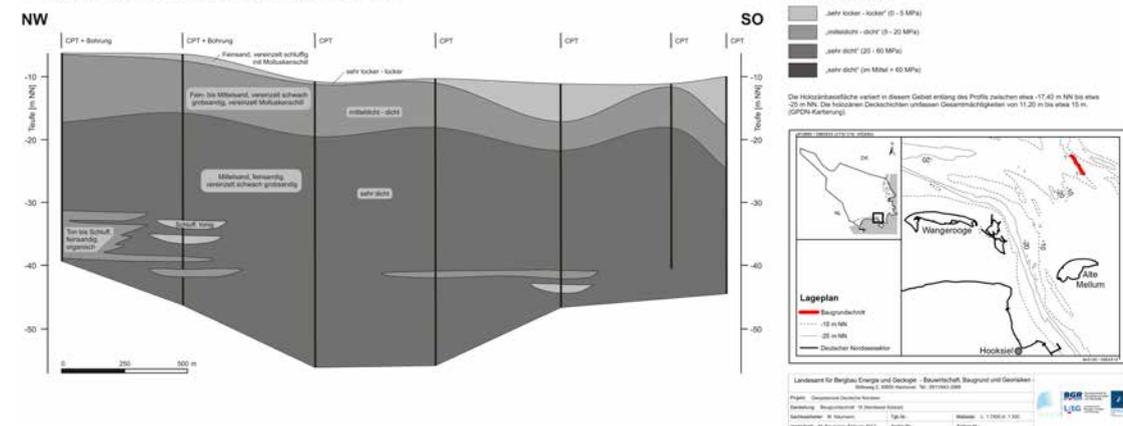
Durch Simulation eines fiktiven Bauvorhabens, durch Verwendung von Daten eines realen Projekts sowie durch Orientierung der Projektarbeit an den üblichen Phasen einer Offshore-Baugrunderkundung wird unmittelbar ein baupraktischer Bezug hergestellt.

Forschung

Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts Marine Geotechnik beschäftigt sich das Arbeitsgebiet Geotechnik u.a. mit dem mechanischen Verhalten von Böden unter dem Einfluss wiederkehrender Belastung aus Wind, Wellen und Strömung. Darüber hinaus ist das Arbeitsgebiet Geotechnik seit langem federführend an der Entwicklung einschlägiger Normen und Standards zur Durchführung von Offshore-Baugrunderkundungen beteiligt.

1064

Sedimentologische & ingenieurgeologische Daten



Sonderbauweisen — Spannbeton

Prof. Dr.-Ing. Klaus Liebrecht



↑ 065

Ziele

- Vermittlung von Kenntnissen über die Tragwirkung von Spannbetonbauteilen
- Erlangen von Kenntnissen über die Berechnungsverfahren und Berechnungsvorschriften des Spannbetonbaus
- Entwurf von Spannbeton-Hochbaukonstruktionen

Inhalt

Es werden grundlegende Kenntnisse über die Tragwirkung, den Entwurf und die Bemessung von einachsigen und zweiachsigen gespannten Spannbeton-Hochbautragwerken vermittelt.

Die Teilnahme an der Lehrveranstaltung versetzt die Studierenden in die Lage, weit gespannte Spannbetonträger und vorgespannte Flachdecken sicher und den Regeln der Technik entsprechend zu entwerfen und zu bemessen.

Die Studierenden erhalten im Rahmen der Vorlesungen einen generellen Überblick über die Arten der Vorspannung, die technisch sinnvolle Festlegung von Spanngliedverläufen, die Ermittlung von Schnittgrößen infolge Vorspannung, die wesentlichen Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit sowie über die konstruktive Gestaltung von Spannbetonbauteilen.

Im Fokus des Moduls steht dabei der Entwurf und die Bemessung von weitgespannten Spannbetonbindern und von vorgespannten Flachdecken. Mit Hilfe beider Konstruktionsvarianten gelingt es, stützenfreie Hallentragwerke bzw. stützenfreie Gebäudeträgerwerke zu entwerfen.

Die Teilnahme am Modul setzt die bereits im Bachelor- und Masterstudiengang erworbenen grundlegenden Kenntnisse über Stahlbetonkonstruktionen voraus.

Methoden

Die einzelnen Vorlesungen sind klar umrissenen Themengebieten zugeordnet. Im ersten Vorlesungsblock werden zunächst die Grundprinzipien des Spannbetonbaus und die theoretischen Grundlagen hinsichtlich des Entwurfs und der Bemessung von Spannbetontragwerken dargestellt und ausführlich erläutert. Anschließend wird das erworbene Wissen durch die Bearbeitung von Berechnungsbeispielen verfestigt. Die sich im Rahmen der Bearbeitung ergebenden Fragestellungen werden formuliert und Lösungsansätze werden vorgestellt.

Praxisbezug

Der Praxisbezug wird durch den Lehrenden im Rahmen der Vorlesung hergestellt. So werden immer wieder aktuelle Projekte auch aus dem unmittelbaren Umfeld der HafenCity mit Ihren spezifischen Fragestellungen vorgestellt und diskutiert. Zudem werden die theoretischen Zusammenhänge an anschaulichen Fallbeispielen verdeutlicht.

Eine Exkursion zum Fertigteil-Spannbetonwerk DW-Systembau (Spannbeton-Hohlkörperdecken) ist Bestandteil des Moduls.

Ergebnisse

Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse über die Berechnungsvorschriften und Berechnungsverfahren des Spannbetonbaus, die sie befähigen, einachsigen und zweiachsigen gespannten Spannbetonkonstruktionen selbstständig zu bearbeiten.

Nach Abschluss des Moduls sollten die Studierenden die Fähigkeit besitzen, mit den erworbenen Kenntnissen Fragestellungen aus dem Bereich der Baupraxis zielführend zu bearbeiten. Die Studierenden sollten die Spannbetonbauweise als wesentliches Element erkannt haben, mit dem sonst im Stahlbetonbau nicht ausführbare Spannweiten realisiert werden können. Damit stellt das Wissen über Spannbetonkonstruktionen eine Erweiterung des planerischen Potentials für jeden Tragwerksplaner dar.

↓ 066



Umweltbewertung und Umweltverträglichkeitsprüfung

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut

↑ 067

Ziele

- Kenntnisse über die Grundlagen der Umweltbewertung von technischen Infrastrukturplanungen und -projekten
- Eine Umweltverträglichkeitsprüfung lesen und verstehen können: Analyse von Auswirkungen, Risikobeurteilungen Ausgleichsmaßnahmen
- Fähigkeit der Erarbeitung einer Umweltverträglichkeitsprüfung

Die wissenschaftliche Erarbeitung und Abschätzung der Auswirkungen auf die Umwelt durch bauliche Anlagen der Infrastruktur werden in diesem Modul erlernt. Die Studierenden werden mit dem nötigen theoretischen Wissen versorgt, um selbstständig eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchführen zu können. Ziel ist es die komplexen Auswirkungen zu analysieren und bewerten zu können.

Inhalt

Wie funktioniert eine Umweltbewertung? Welche Orientierungswerte oder Grenzwerte werden angesetzt? Wie sind Wechselwirkungen zu berücksichtigen? Diese grundlegenden Fragen werden in diesem Modul neben gesetzlichen Grundlagen zur Planung von Technischer Infrastruktur theoretisch diskutiert.

Die Umweltbewertung umfasst zehn verschiedene Schutzgüter, wie beispielsweise Boden, Luft oder Menschen, die jeweils in zweier-Teams bearbeitet werden. Nach Erarbeitung der theoretischen Grundlagen werden die Kenntnisse auf ein praktisches Fallbeispiel mit dem Fokus auf das jeweilige Schutzgut angewendet und eine Umweltverträglichkeitsbewertung durchgeführt. Ein ständiger, begleitender Austausch unter den Studierenden ist Bestandteil des Arbeitsprozesses, da die separat bearbeiteten Schutzgüter in Wechselwirkungen zueinander stehen und diese im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung abgewägt werden.

Methoden

Die Studierenden arbeiten in Teams von zwei Personen zusammen. Das ermöglicht eine konzentrierte Arbeit mit dem betreffenden Schutzgut und es bildet sich ein spezifisches Fachwissen je Arbeitsteam

Angeleitete Diskussionen in größeren Gruppen mit Vertreter*innen verschiedener Schutzgüter ermöglichen eine dynamische Zusammenarbeit und wahren die Komplexität einer Umweltverträglichkeitsprüfung. Diese wird für ein reales Beispielprojekt durchgeführt, welches von den Studierenden selbstständig untersucht wird.

In Endpräsentationen werden die Ergebnisse der zweier-Teams vorgestellt und anschließend diskutiert. Die Erarbeitung von eigenen Bewertungsschlüsseln zur Umweltverträglichkeitsprüfung ist Aufgabe und bietet viele Möglichkeiten zum Dialog.

Ergebnisse

Das Modul bietet die theoretische Grundlage zur praktischen Erarbeitung einer Umweltverträglichkeitsprüfung an einem realen Beispiel.

Als Ergebnis wird für die jeweilig zugeteilten Schutzgüter eine umfassende Prüfung durchgeführt und dokumentiert.

In Endpräsentationen stellen die Studierenden ihre Ergebnisse dar. Abschließend werden die separat erarbeiteten Ergebnisse in nach Schutzgütern gemischten Gruppen diskutiert und in einer Risikokarte zusammengefasst.

Forschung

Derzeit werden zwei Dissertationen im Fachgebiet Umweltgerechte Stadt- und Infrastruktur zum Thema UVP durchgeführt. Annegret Repp promoviert zum Thema *Neues Schutzgut Fläche in der Umweltprüfung*, Sonja Schlipf zum Thema *Klimaanpassung als Bestandteil der Umweltprüfung*. Beide werden in 2019 zum Abschluss kommen.

Praxisbezug

Die praktische Umsetzung der Umweltverträglichkeitsprüfung wird für ein real geplantes Infrastrukturprojekt in der Metropolregion Hamburg durchgeführt. Dabei ist die räumliche Nähe von großem Vorteil, da so mit Begehungen und Erhebungen vor Ort eine umfassende praktische Tätigkeit durch die Studierenden stattfinden kann. Hinweise zu öffentlichen Veranstaltungen, die das Projektbeispiel betreffen, begleiten die Vorlesung.

Zu ausgewählten Vorlesungseinheiten werden Externe von der Behörde für Umwelt und Energie oder vom Naturschutzbund (NABU) eingeladen, die mit Fachwissen aus der Praxis die Thematik an die Studierenden vermitteln. Die Anwesenheit von Fachleuten, zum Beispiel vom NABU, während der Endpräsentationen bietet die Grundlage für einen ausführlichen Dialog.



↑ 068

Bildnachweis

000 © Bögle, Annette / Coverbild

- ↑ 001 © Schramm, Thomas / s. 010 / Ingenieurmathematik
- ← 002 © Schramm, Thomas / s. 011 / Ingenieurmathematik
- ↑ 003 © Buonaventura Badia, Andrea / s. 012 /
Computermethoden im konstruktiven Ingenieurbau
- ↑ 004 © Krahwinkel, Manuel / s. 014 / Konstruktion des Stahlbaus
- 005 © Kindenann, Rolf / s. 014 / Konstruktion des Stahlbaus
- ↑ 006 © Bögle, Annette / s. 016 / Konstruktionen des Massivbaus
- ↑ 007 © Lesny, Kerstin / s. 018 / Konstruktionen des Spezialtiefbaus
- ↑ 008 © Stengel, Thorsten / s. 020 / Bauen im Bestand
- ↑ 009 © Kapteina, Gesa / s. 021 / Bauen im Bestand
- ↓ 010 © Wellershoff, Frank / s. 022 / Energetische Gebäudetechnik
- ← 011 © Wellershoff, Frank / s. 022 / Fassadensysteme II
- 012 © Wellershoff, Frank / s. 022 / Fassadensysteme I
- ↑ 013 © Baudisch, Roman / s. 022 / Fassadensysteme I
- ↑ 014 © Baudisch, Roman / s. 023 / Fassadensysteme I
- ↑ 015 © Baudisch, Roman / s. 023 / Fassadensysteme I
- 016 © Masubuchi, Motoi / s. 023 / Räumliche Tragwerke
- ↓ 017 © Friedrich, Mattias / s. 023 / Fassadensysteme I
- 018 © Krahwinkel, Manuel / s. 023 / Stabilität und Dynamic
- ↑ 019 © Baudisch, Roman / s. 024 / Fassadensysteme I
- ↑ 020 © Baudisch, Roman / s. 025 / Fassadensysteme I
- ↑ 021 © Wellershoff, Frank / s. 026 / Fassadensysteme II
- ↑ 022 © Wellershoff, Frank / s. 027 / Fassadensysteme II
- ← 023 © Wellershoff, Frank / s. 027 / Fassadensysteme II
- ↑ 024 © Bögle, Annette / s. 028 / CAE im konstruktiven Ingenieurbau
- ↑ 025 © Bögle, Annette / s. 029 / CAE im konstruktiven Ingenieurbau
- ↑ 026 © Backhaus, Jost / s. 030 / Bauphysik
- 027 © Wellershoff, Frank / s. 031 / Bauphysik
- ↑ 028 © Bögle, Annette / s. 032 / Räumliche Tragwerke
- ↑ 029 © Bögle, Annette / s. 033 / Räumliche Tragwerke
- ↑ 030 © Krahwinkel, Manuel / s. 034 / Entwurfsprojekt I
- ↓ 031 © Krahwinkel, Manuel / s. 035 / Entwurfsprojekt I
- ↑ 032 © Bögle, Annette / s. 036 / Entwurfsprojekt II
- ↓ 033 © Bögle, Annette / s. 037 / Entwurfsprojekt II
- ↑ 034 © Wellershoff, Frank / s. 038 / Energetische Gebäudetechnik
- ↑ 035 © Wellershoff, Frank / s. 039 / Energetische Gebäudetechnik
- ↑ 036 © Krahwinkel, Manuel / s. 040 / Stabilität und Dynamic
- ↑ 037 © Krahwinkel, Manuel / s. 041 / Stabilität und Dynamic
- 038 © Ernst, Tobias / s. 042 / Wassersensible Stadtentwicklung
- ↓ 039 © Dickhaut, Wolfgang / s. 042 / Immissions- und Lärmschutz
- 040 © Dickhaut, Wolfgang / s. 042 / Paradigmenwechsel in der gebauten Umwelt
- ↓ 041 © Weidlich, Ingo / s. 042 / Bauverfahren für
Transformation und Sanierung Technischer Infrastruktur
- ↑ 042 © Dickhaut, Wolfgang / s. 042 / Wassersensible Stadtentwicklung
- 043 © Weidlich, Ingo / s. 043 / Energie-Infrastruktur
- ← 044 © Joos, Carolin / s. 042 / Straßenraumgestaltung
- ↓ 045 © Dickhaut, Wolfgang / s. 043 / Urbane Gewässer
- ↑ 046 © Weidlich, Ingo / s. 043 / Energie-Infrastruktur
- ← 047 © Huynh Ngoc, Sarah / s. 043 / Bauverfahren für
Transformation und Sanierung Technischer Infrastruktur
- ↑ 048 © Weidlich, Ingo / s. 044 / Bauverfahren für
Transformation und Sanierung Technischer Infrastruktur
- ↑ 049 © Weidlich, Ingo / s. 045 / Bauverfahren für
Transformation und Sanierung Technischer Infrastruktur
- ↑ 050 © Dickhaut, Wolfgang / s. 046 / Immissions- und Lärmschutz
- ↑ 051 © Dickhaut, Wolfgang / s. 048 / Paradigmenwechsel in der gebauten Umwelt
- ↑ 052 © Joos, Carolin + Widmaier, Janna / s. 052 / Urbane Gewässer
- ↑ 053 © Joos, Carolin + Widmaier, Janna / s. 052 / Planungsverfahren
Umbau / Sanierung Technischer Infrastruktur
- ↑ 054 © Weidlich, Ingo / s. 054 / Energie-Infrastruktur
- ↑ 055 © Dickhaut, Wolfgang / s. 056 / Entwurf Technischer Infrastruktur
- ↓ 056 © Joos, Carolin + Rump, Daniel + Schuppe, Frederike + Sternberg, Florentine +
Huynh Ngoc, Sarah + Widmaier, Janna / s. 057 / Entwurf Technischer Infrastruktur
- ↑ 057 © Dickhaut, Wolfgang / s. 058 / Wassersensible Stadtentwicklung
- ↑ 058 © Dickhaut, Wolfgang / s. 060 / Straßenraumgestaltung
- ↑ 059 © Buonaventura Badia, Andrea / s. 064 / [Q] Studies
- ↓ 060 © Buonaventura Badia, Andrea / s. 065 / [Q] Studies
- ↑ 061 © Stein, Thomas / s. 066 / Marine Geotechnik
- ↓ 062 © Uchtmann, Matthias / s. 067 / Marine Geotechnik
- ↑ 063 © Sibiak, Andreas / s. 068 / Site Investigations for Offshore Constructions
- ↓ 064 © Geopotenzial Deutsche Nordsee – Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe,
niedersächsisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Bundesamt für
Seeschifffahrt und Hydrographie; Baugrund – Geotechnik, Baugrundschnitte: Schnitt 24;
<http://www.gpdn.de/media/763> (letzter Zugriff 28.01.2019)
/ s. 069 / Site Investigations for Offshore Constructions
- ↑ 065 © Bögle, Annette / s. 070 / Sonderbauweisen — Spannbeton
- ↓ 066 © Bögle, Annette / s. 071 / Sonderbauweisen — Spannbeton
- ↑ 067 © Dickhaut, Wolfgang / s. 072 / Umweltbewertung und Umweltverträglichkeitsprüfung
- ↑ 068 © Dickhaut, Wolfgang / s. 073 / Umweltbewertung und Umweltverträglichkeitsprüfung

Impressum

© HafenCity Universität Hamburg, 2019

Texte veröffentlicht mit freundlicher Genehmigung der Autor*innen. Bilder, falls nicht anders gekennzeichnet, mit freundlicher Genehmigung der HCU.

Herausgeber*innen: Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, Prof. Dr.-Ing. Martin Jäschke, Prof. Dr.-Ing. Gesa Kapteina, Prof. Dr.-Ing. Peter-Matthias Klotz, Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel, Prof. Dr.-Ing. habil Kerstin Lesny, Prof. Dr.-Ing. Klaus Liebrecht, Prof. Dr.-Ing. Ingo Weidlich, Prof. Dr.-Ing. Frank Wellershoff

Design und Layout: Andrea Buonaventura Badia

Druck: WirMachenDruck.de

Vertrieb: HafenCity Universität Hamburg, Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle

Kontakt: Prof. Dr.-Ing. Annette Bögle
+49 (0)40 428 27-5691
annette.boegle@hcu-hamburg.de
www.hcu-hamburg.de

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Sie darf ohne vorherige Genehmigung der Autor*innen / Herausgeber*innen nicht vervielfältigt werden.

ISBN: 978-3-941722-89-7

ISBN: 978-3-941722-89-7

HCU HafenCity Universität
Hamburg