

Stahlbeton I / II

Prof. Dr. W. Kaufmann
Herbstsemester 2024
Frühlingssemester 2025

Stahlbeton I / II

Ziele und Inhalte der Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung *Stahlbeton (Structural Concrete)* ist obligatorischer Bestandteil des Bachelor-Studiums Bauingenieurwissenschaften an der ETH Zürich. Sie umfasst die Vorlesungen und Übungen *Stahlbeton I* (5. Semester) und *Stahlbeton II* (6. Semester) und behandelt die Grundzüge von schlaff bewehrten und vorgespannten Stabtragwerken, Platten und Scheiben.

Der Inhalt baut auf den Unterlagen von Prof. Dr. Peter Marti auf, der die Vorlesungen Stahlbeton I und II von 1998 bis 2014 unterrichtete.

Die an die Studierenden abgegebenen Unterlagen bestehen aus den invertierten Folien, welche auch in der Vorlesung gezeigt werden, ergänzt mit erläuterndem Text.

Ziele der Lehrveranstaltung

Kenntnis der Baustoffe Beton und Betonstahl und
Verständnis ihres Zusammenwirkens

Erfassen des Tragverhaltens typischer Bauteile

Kenntnis elementarer Modellvorstellungen und
Fähigkeit zur Anwendung auf einfache Problemstellungen

**Sichere Bemessung und sinnvolle konstruktive
Durchbildung einfacher Tragwerke**

Mit dem Erreichen der angegebenen Lernziele wird sichergestellt, dass alle Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs Bauingenieurwissenschaften in der Lage sind, einfache Stahlbeton-Tragwerke sicher zu bemessen. Diese Kompetenz ist unabhängig von den später gewählten Vertiefungsrichtung für alle Bauingenieur:innen wichtig.

Grundlegende Bemerkungen

Wissenschaft ↔ Erfahrung

- Festlegung der Bauteilabmessungen aufgrund von Erfahrungswerten
- Plausibilität der Ergebnisse immer prüfen, insbesondere bei Computerberechnungen

Tragwerksanalyse ↔ Materialgerechtes Konstruieren

- Kraftfluss kann durch die Anordnung der Bewehrung und insbesondere eine Vorspannung gewählt / beeinflusst werden
- In der Regel sind viele «richtige» Lösungen für die Bewehrung möglich
- Richtige Detailausbildung ist für das Tragverhalten von zentraler Bedeutung

Gleichgewicht ↔ Verträglichkeit

- Bemessung in der Regel auf Basis des unteren Grenzwertsatzes der Plastizitätstheorie (Gleichgewichtslösungen), Verträglichkeit sekundär
- Anwendung von Bruchmechanismen (oberer Grenzwertsatz) zur Überprüfung

Die Tragwerksanalyse (Baustatik) ist die wichtigste Grundlage des Stahlbetonbaus. Die Modellierung des Tragwerks soll dabei stets so erfolgen, dass die relevanten Aspekte des Tragverhaltens erfasst werden. Statt aufwändiger Finite Elemente-Analysen sind insbesondere bei der Vordimensionierung einfache Methoden vorzuziehen, welche das konsequente Verfolgen des Kraftflusses ermöglichen.

Mindestens ebenso wichtig wie die Tragwerksanalyse ist im Stahlbetonbau das richtige, materialgerechte Konstruieren. Erfahrung erspart dabei viele Iterationen, insbesondere bei der Festlegung der Abmessungen. Gute, erfahrene Ingenieur:innen («Konstrukteure») kennen das Resultat, mindestens dessen Grössenordnung, vor der Berechnung.

Stahlbeton verhält sich hochgradig nichtlinear und innerlich statisch unbestimmt (Rissbildung, zeitabhängige Effekte, ...). Auch können die Eigenspannungen aus der Herstellung nicht exakt bestimmt werden. Die Steifigkeit kann daher nur näherungsweise ermittelt werden, was die Formulierung von Verträglichkeitsbedingungen resp. die Aussagekraft der mit FE-Programmen ermittelten Beanspruchungen relativiert.

Die Gleichgewichtsbedingungen müssen jedoch immer eingehalten werden. Bei duktiler Bemessung und sauberer konstruktiver Durchbildung kann damit, trotz der Unsicherheiten bezüglich der Steifigkeiten, eine sichere Bemessung gewährleistet werden: Das Gleichgewicht ist nicht verhandelbar!

Weiterführende Unterlagen

- [1] Marti, P., *Stahlbeton I/II*, Autographie, ETH Zürich, 2009/10
(Grundlage der Vorlesung) → online verfügbar
- [2] Marti, P., *Baustatik*, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2011 → online verfügbar
- [3] Marti, P., Monsch, O., Schilling, B., *Ingenieur-Betonbau*, vdf, ETH Zürich, 2005
(Grundlagen, historische Entwicklung etc.)
→ im ETH Store und in der Baubibliothek verfügbar
- [4] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Normen:
 - SIA 262 *Betonbau*, Zürich, 2003 (Teilrev. 2013)
 - SIA 260 *Grundlagen der Projektierung von Tragwerken*, 2003 (Teilrev. 2013)
 - SIA 261 *Einwirkungen auf Tragwerke*, 2003 (Teilrev. 2020)
- [5] Marti, P., Alvarez, M., Kaufmann, W., Sigrist, V., *Tragverhalten von Stahlbeton*, IBK, ETH Zürich, 1999
→ online verfügbar

→ Fachausdrücke und Bezeichnungen werden nach SIA 262 (Ziffer 1) verwendet

Der Inhalt der Vorlesung ist weitgehend normunabhängig. Die Ausdrücke und Bezeichnungen werden gemäss den Swisscodes (Tragwerksnormen des SIA) verwendet; sie sind weitgehend kompatibel mit den Eurocodes.

Die Übungen und Prüfungsaufgaben basieren auf den Swisscodes. Diese werden daher in Teil 2 (Baustoffe) und Teil 3 (Bemessungskonzepte) eingeführt, was auch als Vorbereitung für die spätere Arbeit in der Praxis gedacht ist.

Inhalt Vorlesung Stahlbeton I / II

1. Einführung

- Teil 1: Bestandteile & Herstellung / Tragverhalten / Bedeutung & Vorzüge / Dauerhaftigkeit / Ressourcenverbrauch & Treibhausgasemissionen
- Teil 2: Entwicklung des Betonbaus / Bemessungskonzepte

2. Materialverhalten

- Beton
- Betonstahl
- Verbund

3. Stabtragwerke

- Normalkraft
- Biegung
- Biegung und Normalkraft / Druckglieder
- Querkraft (inkl. Spannungsfelder und Bruchmechanismen)
- Torsion

4. Scheibenelemente

5. Vorspannung

6. Platten

7. Nachhaltige Betonbauten

Stahlbeton I

Stahlbeton II

Organisation Vorlesung Stahlbeton I

Vorlesung

- Dienstag, 09:45-11:30 und Mittwoch, 09:45-11:30 Uhr
- Keine Aufzeichnung der Vorlesung
- Detailliertes Semesterprogramm und Vorlesungsunterlagen online verfügbar unter <https://concrete.ethz.ch/sbe-i/>
- Assistenz: Yannick Kummer, HIL E 41.3

Exkursion

- Mittwoch, 23.10.2024, Areal Kesslerplatz, Schlieren

Klausur während Semester

- Findet nicht mehr statt

Organisation Übungsbetrieb Stahlbeton I

Kolloquium

- 6 Kolloquien, jeweils Mittwoch, 09:45-11:30, in Gruppen (statt Vorlesung)
- Gruppeneinteilung online verfügbar nach Ablauf der Einschreibefrist am Ende der zweiten Semesterwoche, Infoblatt «Organisation des Übungsbetriebs»
- Kolloquien dienen der Vertiefung des Vorlesungsstoffes durch praktische Anwendung an Übungsbeispielen

Hausübungen

- 5 Hausübungen, jeweils während der Kolloquien ausgegeben und eingeführt
- Abgabe der Hausübungen ist freiwillig, aber sehr empfohlen. Abgegebene Übungen (an Hilfsassistenten, jeweils beim nächsten Kolloquium) werden korrigiert zurückgegeben.

Sprechstunden

- Zeit und Ort: gemäss Infoblatt «Organisation des Übungsbetriebs»
- Für Fragen zu Vorlesungen, Kolloquien und Hausübungen