



(Übergizmo, 2018)

Recyclingbeton-Seminar im Architektur- und Bauingenieurwissenschaftsstudium an der ETH Zürich

1. Juni 2018

Dokumentation Gruppe 18

Lena Beber
Nicolas Becciolini
Eva Föller
Chantal Hischier
Lena Meyer
Elia Wunderlin

Zusammenfassung

Die vorliegende Massnahme hat zum Ziel, Architekten und Bauingenieure für das Thema Recyclingbaustoffe bzw. spezifisch für Recyclingbeton zu sensibilisieren. Dies soll durch die Einführung von drei Seminartagen mit dem Thema "Recyclingbeton in Theorie und Praxis" im 3. Semester des Architektur- und Bauingenieurbachelorstudiums an der ETH Zürich erreicht werden. Die Seminartage beinhalten sowohl Vorträge und einen Baustoffmarkt, als auch einen Exkursionstag und einen Bauprojekt-Wettbewerb. Die Vermittlung von Wissen über Recyclingbeton und dessen Einsatzmöglichkeiten soll Vorurteile gegenüber der Qualität des Materials abbauen und den zukünftigen Architekten und Ingenieuren das nötige Vertrauen geben, damit sie den Baustoff später in ihren Projekten einsetzen. Das Bauen mit Recyclingbeton (als Beispiel für einen Recyclingbaustoff) soll dank der neuen Lehrveranstaltung zur Selbstverständlichkeit seitens der Architekten und Bauingenieure werden.

Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
arv	Verband Baustoffrecycling Schweiz
BFS	Bundesamt für Statistik
BSc Arch	Bachelorstudiengang Architektur
BSc Bau-Ing.	Bachelorstudiengang Bauingenieurwissenschaften
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
ETH Zürich	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
HoS	House of Switzerland
LV	Lehrveranstaltung
MSc Arch	Masterstudiengang Architektur
MSc Bau-Ing.	Masterstudiengang Bauingenieurwissenschaften
NHB	Nachhaltigkeitsbeurteilung
RC-Beton	Recyclingbeton
RC-Baustoffe	Recyclingbaustoffe
RUB	Ruhr-Universität Bochum
tbc	to be confirmed
TUM	Technische Universität München

Ausgangslage und Ziel

Einsicht

Ein Grund, weshalb Recyclingbaustoffe (RC-Baustoffe) heute noch eher selten im Bau zum Einsatz kommt ist die Tatsache, dass das Thema Baustoffrecycling in der Ausbildung von angehenden Architekten und Bauingenieuren nur wenig oder gar nicht angesprochen wird - je nachdem welche Vorlesungen die Studenten belegen (vgl. Habert, 2018a; Van der Haegen, 2018a). Durch zu wenig Wissen und fehlende Erfahrung im Umgang mit RC-Baustoffen ist das Vertrauen in letztere meist nicht vorhanden, die Qualität wird in Frage gestellt und Primärbaustoffe den RC-Baustoffen vorgezogen (Van der Haegen, 2018a). Als Berater, Planer und Umsetzer von Bauprojekten setzen Architekten und Bauingenieure daher meist auf die altbewährten Primärbaustoffe und beeinflussen auch die Meinung von öffentlichen und privaten Bauherren (Noger, 2018).

Problemstellungen

Die Unternehmen in der Baustoffrecyclingbranche benötigen das Vertrauen von Architekten und Bauingenieuren in RC-Baustoffe, da ansonsten weiterhin vorwiegend Primärbaustoffe (anstatt Sekundärbaustoffe) bei Bauprojekten zum Einsatz kommen.

Viele Architekten und Bauingenieure setzen bei ihren Bauprojekten noch vorwiegend auf Primärbaustoffe und ziehen RC-Baustoffe häufig nicht in Betracht, weil das Vertrauen in RC-Baustoffe und das Wissen über letztere fehlt und lieber auf altbewährte Materialien gesetzt wird.

Die Universitäten und Hochschulen können aufgrund der Sparpolitik des Bundes auch in der Sparte Bildung nicht beliebig neue Lehrveranstaltungen ins Leben rufen, weil sie die damit verbundenen Kosten rechtfertigen müssen.

Die Universitäten und Hochschulen möchten im Rahmen von Lehrveranstaltungen mit Partnern aus der Praxis zusammenarbeiten und wollen dabei jedoch unabhängig und selbstbestimmt in ihrer Lehre bleiben, weil die Kooperation mit Praxispartnern wichtig ist, die Unabhängigkeit der Lehrinhalte aber gewahrt bleiben sollte.

Ziel der Massnahme

Die vorliegende Massnahme sieht die Konzipierung von drei Seminartagen mit dem Thema Recyclingbeton (als Beispiel für einen RC-Baustoff) im Bachelorstudium für Architektur- und Bauingenieurstudenten (BSc Arch bzw. BSc Bau-Ing.) an der ETH Zürich vor. Durch die Seminartage soll den BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten sowohl theoretisch als auch praktisch das Thema Recyclingbeton (RC-Beton) als Beispiel für einen RC-Baustoff nähergebracht werden und die Studenten sollen dadurch die Integration von Sekundärbaustoffen in Bauprojekte als selbstverständlich auffassen. Dies soll dazu führen, dass die Studenten RC-Beton später im Berufsleben in ihren Projekten einsetzen.

Bei der Konzipierung der Seminartage soll eine Kooperation zwischen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH Zürich) und Partnern aus der Baustoffrecyclingbranche wie z.B. dem Verband Baustoffrecycling Schweiz (arv) stattfinden. Beide Parteien sollen sich an der Lehrveranstaltung (LV) inhaltlich als auch finanziell beteiligen. Die finanzielle Beteiligung beider Akteure an der LV ist insofern gerechtfertigt, als dass sich der Bund im Rahmen seines „Berichts zur Grünen Wirtschaft“ ausdrücklich das Ziel gesetzt hat, den Anteil stofflich wiederverwertbarer Bauteile und Rohstoffe im Bauwesen mit geeigneten Massnahmen und Anreizen zu erhöhen - wobei die neue LV eine entsprechende Massnahme darstellen würde (UVEK und BAFU, 2016). Und auch die Baustoffrecyclingbranche zieht einen Nutzen aus der LV und könnte sich dadurch an letzterer beteiligen. Dadurch könnten die Kosten der LV in einem überschaubaren Rahmen für alle Beteiligten gehalten werden. Jedoch soll die ETH Zürich den Inhalt und die Aufgabenbereiche der Branchenpartner klar definieren, so dass die Lehre unabhängig und neutral ist.

Stand der Entwicklung

Im Zuge der Recherche sind wir auf einige bereits bestehende LV gestossen, welche z.T. in eine ähnliche Richtung zielen wie die hier beschriebene Massnahme (ausführlicher Beschrieb siehe Anhang):

Am Lehrstuhl für Verkehrswegebau der Ruhr-Universität Bochum (RUB) in Deutschland wird die LV „Recycling im Bauwesen“ angeboten (vgl. Bochum, 2016).

Der Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde der Fakultät für Architektur an der Technische Universität München (TUM) in Deutschland organisiert eine jährlich stattfindende LV „Neue Werkstoffe“ (vgl. Musso, 2014).

An der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) ist das Thema „Nachhaltiges Bauen“ Teil des BSc Arch, wobei v.a. die Energienutzung im Zentrum steht (FHNW, 2018, S. 31).

Im BSc Arch und BSc Bau-Ing. an der ETH Zürich setzt sich keine obligatorische LV mit dem Thema RC-Baustoffe vertieft auseinander (vgl. Anhang; Zürich, 2018). Es besteht jedoch u.a. die Möglichkeit, an der fakultativen, zweiwöchigen „ETH Zürich Summer School Grounded Materials“ teilzunehmen. Der Workshop geht auf unterschiedliche Baustoffe ein (vgl. ETH Zürich, 2015).

Darstellung der Massnahme

Inhalt

Diese Massnahme beinhaltet die Konzipierung eines obligatorischen, dreitägigen Seminars für BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten im 3. Semester an der ETH Zürich. Die LV ist in theoretische (zwei Vorlesungen) sowie praktische Elementen (Baustoffmarkt, Exkursion, Bauprojekt-Wettbewerb) gegliedert. Ausgehend von 203 BSc Arch- (Stand Frühjahrssemester 2017) und 130 BSc Bau-Ing.-Studenten (Stand Herbstsemester 2017) im 3. Semester wird das Seminar in der ersten Woche der vorlesungsfreien Zeit nach dem 3. Semester für die BSc Arch- und in der zweiten Woche für die BSc Bau-Ing.-Studenten separat angeboten (vgl. Agius, 2018; Manna, 2018a). Der Zeitpunkt des Seminars nach dem 3. Semester wurde gewählt, da die Studenten zu diesem Zeitpunkt bereits über einiges Grundlagenwissen verfügen, sich jedoch noch nicht so stark in einem Bereich spezialisiert haben.

Ziel der LV ist es, den Studenten einen Einblick ins Thema RC-Beton zu geben und dazu beizutragen, dass sich mehr Studenten mit nachhaltigem Bauen beschäftigen und evtl. weiterführende Lehrveranstaltungen (z.B. die LV „Building Materials and Sustainability“ oder die „ETH Zürich Summer School Grounded Materials“) zum Thema besuchen (vgl. Habert, 2018a).

Planung der LV

Bei der Konzipierung der LV sind wir basierend auf dem Leitfaden für Kurse in Informationskompetenz folgendermassen vorgegangen (vgl. Stalder P. et al., 2011):

1. Analyse von Voraussetzungen, Erwartungen und Bedürfnissen seitens des Zielpublikums:

Das Zielpublikum der geplanten LV sind die BSc Arch- sowie die BSc Bau-Ing.-Studenten im 3. Semester an der ETH Zürich. Um herauszufinden, wie stark sie sich mit dem Thema RC-Baustoffe in ihrem Studium bereits auseinandergesetzt haben, führten wir eine Umfrage mit dem Umfragetool „Findmind“ durch. Wir liessen die Umfrage via Studiensekretariat denjenigen BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten zukommen, welche das 3. Semester gerade absolviert haben (also nun im 4. Semester sind). Das Resultat der Umfrage fiel folgendermassen aus:

65% der BSc Arch-Studenten gaben an, in einer Vorlesung das Thema RC-Baustoffe behandelt zu haben. 79,3% fänden es sinnvoll, wenn eine LV zum Thema RC-Baustoffe eingeführt werden würde.

Bei den BSc Bau-Ing.-Studenten waren 22,7% mit dem Thema RC-Baustoffe im Studium konfrontiert worden und 75% der Studenten würden die Einführung einer neuen LV zum Thema befürworten (ausführliche Umfrageresultate siehe Anhang).

2. Definition von Lerninhalten und Lernzielen der LV anhand dem Zielebenenmodell (ZEM) (vgl. Eigenmann J.; Strittmatter A., 1972):

- **Leitideen** (Eingrenzung des Themen- und Zielbereichs der LV):
Die LV soll die BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten für RC-Beton sensibilisieren, dessen vielseitige Einsatzmöglichkeiten aufzeigen und die Studenten dazu anregen, sich weiter mit Sekundärbaustoffen auseinanderzusetzen.
- **Dispositionsziele** (Festlegung der allgemeinen Fähigkeiten und Haltungen, die die LV bei den Studierenden bewirken soll):
Die Bsc Arch- und Bau-Ing.-Studenten sollen RC-Beton als qualitativ gleichwertig zu Primärbeton wahrnehmen und die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten kennen. Die Studenten sollen den Einsatz von RC-Beton als Selbstverständlichkeit bzw. punkto Nachhaltigkeit als Notwendigkeit auffassen und ihn im späteren Berufsleben in ihren Bauprojekten einsetzen.
- **Operationalisierte Lernziele** (Beschreibung der Fähigkeiten und des Wissens, welches die Studenten nach der LV haben sollen):
Die Studenten können...
 - die Eigenschaften von Primär- und RC-Beton erklären.
 - die Einsatzmöglichkeiten von Primär- und RC-Beton erkennen und erläutern.
 - Bauprojekte hinsichtlich des Einsatzes von Primär- und RC-Beton punkto Nachhaltigkeit und ökonomischen Aspekten vergleichen und bewerten.
 - die wichtigsten rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Primär- und RC-Beton nennen.

3. Strukturierung des Unterrichts und Bestimmung geeigneter Methoden

Die Strukturierung und die Wahl geeigneter Methoden für die LV orientieren sich am RITA-Modell, welches die Kompetenzentwicklung im Rahmen organisierter und institutioneller Bildung als Lernprozess in vier Schritte einteilt (vgl. Schubiger, 2016, S. 35).

Für jeden der vier Kompetenzentwicklungsschritte wählen wir eine Lehrform aus, um die gesetzten operationalisierten Lernziele zu erreichen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Strukturierung der LV und geeignete Methoden (eigene Tabelle und Abbildungen ausser Abbildung oben rechts (IG Bauplan, 2018).

Kompetenzentwicklungsschritt gemäss RITA-Modell (Schubiger, 2016)	Element der LV	Operationalisierte Lernziele, die durch das LV-Element erfüllt werden sollen	
<p>1. Ressourcen aktivieren: Vorwissen, Interesse, Vorerfahrung und aktuelle Problemstellungen werden aktiviert.</p>	<p>zwei Vorträge zu den folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Recyclingbaustoffe - Häuser aus Häusern bauen“ • „Recyclingbaustoffe - rechtliche Aspekte“ 	<p>Die Studenten können die Eigenschaften von Primär- und RC-Beton erklären.</p> <p>Die Studenten können die Einsatzmöglichkeiten von Primär- und RC-Beton erkennen und erläutern.</p> <p>Die Studenten können die wichtigsten rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Primär- und RC-Beton nennen.</p>	
<p>2. Informationen verarbeiten: Neues Wissen wird an vorhandenes angeknüpft, d.h. „verstanden“ und in Übungen und auf aktuelle Problemstellungen appliziert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baustoffmarkt • Podiumsdiskussion zum Thema „Einsatz von Recyclingbaustoffen in der Praxis“ 	<p>Die Studenten können die Eigenschaften von Primär- und RC-Beton erklären.</p> <p>Die Studenten können die Einsatzmöglichkeiten von Primär- und RC-Beton erkennen und erläutern.</p>	
<p>3. Transfer anbahnen: Wissen wird mit Transferaufgaben und Praxisumsetzung aufgebaut.</p>	<p>Exkursion</p>	<p>Die Studenten können die Einsatzmöglichkeiten von Primär- und RC-Beton erkennen und erläutern.</p>	
<p>4. Auswertung: Es wird eine Kompetenzbilanz erstellt, zur Reflexion angeregt, die Performanz (Erfolg in der Praxis) beurteilt.</p>	<p>Bewertung der Projekte im Rahmen des Bauprojekt-Wettbewerbs</p>	<p>Die Studenten können Bauprojekte hinsichtlich des Einsatzes von Primär- und RC-Beton punkto Nachhaltigkeit und ökonomischen Aspekten vergleichen und bewerten.</p>	

4. Analyse von organisatorischen Rahmenbedingungen

Für die LV müssen folgender personeller Aufwand und entsprechende Räumlichkeiten an der ETH Zürich in Anbetracht von 203 BSc Arch- (Stand Frühjahrssemester 2017) und 130 BSc Bau-Ing.-Studenten (Stand Herbstsemester 2017) pro Kurs einkalkuliert werden (vgl. Agius, 2018; Manna, 2018a):

Tabelle 2: Organisatorische Rahmenbedingungen.

Element der LV	personeller Aufwand	Räumlichkeiten	Aufteilung Studenten
Vorträge	1 Dozent für die Einführung 2 Gastdozenten: Partic Van der Haegen, Eberhard Andreas Gössnitzer, BAFU (tbc)	CHN C 14	im Plenum
Baustoffmarkt	10 Stände mit verschiedenen Baustoffen mit insgesamt 6 Assistenten, 4 Dozenten	Grüner Boden CHN	in 10 Gruppen
Podiumsdiskussion	Laurent Audergon, arv Philipp Noger, Stadt Zürich (tbc) Sabine Ziegler, BaurichterIn (tbc) Stefan Cadosch, Präsident SIA (tbc) 1 Dozent (Moderation)	CHN C 14	im Plenum
Besichtigung NEST-Haus	4 Assistenten, 2 Dozenten, Severin Lenel (zuständig für Weiterentwicklung und Zertifizierung Minergie ECO), Dr. Peter Richner (stellvertretender Direktor der EMPA und Verantwortlicher für das NEST), Reto Largo (Geschäftsführer NEST), 5 Involvierte des NEST	NEST-Haus in Dübendorf	in 7 Gruppen
Besichtigung Aufbereitungsanlage KIBAG	4 Assistenten, 2 Dozenten, Kurt Morgan (Geschäftsführer KIBAG) (tbc), 6 Angestellte der KIBAG, Laurent Audergon (Geschäftsführer arv)	Aufbereitungsanlage KIBAG in Regensdorf	in 6 Gruppen
Bauprojekt- Wettbewerb	2 Dozenten Laurent Audergon, arv Philipp Noger, Stadt Zürich (tbc) Sabine Ziegler, BaurichterIn (tbc) Stefan Cadosch, Präsident SIA (tbc)	CHN C 14 Grüner Boden CHN	in ca. 25 Gruppen
Bekanntgabe der Wettbewerbsgewinner	2 Dozenten Laurent Audergon, arv Philipp Noger, Stadt Zürich (tbc) Sabine Ziegler, BaurichterIn (tbc) Stefan Cadosch, Präsident SIA (tbc)	Grüner Boden CHN	im Plenum

Umsetzung

Die LV beinhaltet 28 Lektionen und den Studenten soll für das Besuchen der LV ein Kreditpunkt angerechnet werden. Der Ablauf der dreitägigen LV soll wie folgt aussehen:

Tabelle 3: Gliederung der LV in drei Seminartage.

	1. Teil: Input, Baustoffmarkt, Exkursion		2. Teil: Projektarbeit Wettbewerb
Zeit	Montag	Dienstag	Mittwoch
08:00 08:45 08:55 09:40	Einführungsvorlesung & Vortrag „Recyclingbaustoffe - Häuser aus Häusern bauen“ (Patric Van der Haegen, Eberhard)	Besichtigung NEST-Haus in Dübendorf	Erarbeitung eines Konzeptes für das Bauprojekt unter Einbezug von Recyclingbeton
09:50 10:35 10:45 11:30	Baustoffmarkt Primärbeton & Recyclingbeton		
12:30 13:15	Vortrag „Recyclingbaustoffe - rechtliche Aspekte“ (Andreas Gössnitzer, BAFU tbc)	Besichtigung Aufbereitungsanlage KIBAG in Regensdorf mit Postenlauf	Modellbau des konzipierten Bauprojektes
13:25 14:10 14:20 14:55	Vorstellung des Bauprojekt-Wettbewerbs, Gruppenbildung & Brainstorming für Bauprojekt in Gruppen		
15:05 15:50 16:00 16:45	Podiumsdiskussion „Einsatz von Recyclingbaustoffen in der Praxis“ (Laurent Audergon, arv Philipp Noger, Stadt Zürich tbc Sabine Ziegler, BaurichterIn tbc Stefan Cadosch, Präsident SIA tbc)		
16:55 17:40			Aufstellen der Modelle auf dem „Bauprojektemarkt“ & Begutachtung der Jury (Juroren: Laurent Audergon, arv Philipp Noger, Stadt Zürich tbc Sabine Ziegler, BaurichterIn tbc Stefan Cadosch, Präsident SIA tbc)
			Bekanntgabe der Wettbewerbsgewinner (durch Laurent Audergon, arv) & Abschluss

Der Baustoffmarkt beinhaltet zehn Stände. An jedem dieser Stände werden einer Gruppe von Studenten die Materialien Primärbeton, RC-C-Beton (bestehend aus Betongranulat) und RC-M-Beton (bestehend aus Mischgranulat) vorgestellt (vgl. Baustoffzentrum, 2015). Die Studenten sollen die Möglichkeit haben, den Beton anzumischen und Unterschiede z.B. in der Konsistenz festzustellen.

Den Exkursionstag planen wir so, dass die Studenten die Einsatzmöglichkeiten von RC-Beton am Forschungsprojekt NEST der EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) aufgezeigt erhalten und anschliessend einen Eindruck vom Aufbereitungsprozess von Abbruchmaterial hin zu RC-Beton bekommen (vgl. Tabelle 5). Das NEST ist ein Projekt der EMPA, welches die Möglichkeit bietet, neue Bautechniken unter realen Bedingungen zu testen. Dabei kommen auch RC-Baustoffe zum Zug (vgl. EMPA, 2018). Bei der NEST-Besichtigung soll der Fokus für die BSc Arch-Studenten mehr auf der Ästhetik und für die Bau-Ing.-Studenten auf technischen Aspekten von RC-Beton liegen.

Tabelle 4: Exkursionsorganisation.

Zeit	Inhalt
8:30	Besammlung beim Nest- Haus der EMPA in Dübendorf & Begrüssung durch einen Dozenten
8:45-9:30	Vorstellung von Minergie ECO durch Severin Lenel (tbc)
9:30-10:00	Vorstellung der EMPA durch Dr. Peter Richner (tbc)
10:15-11:00	Besichtigung des NEST-Hauses gruppenweise mit Dr. Peter Richner (tbc), Reto Largo (tbc) und 5 Involvierten des NEST
11:00-12:00	Vorstellung des arv durch Laurent Audergon (Geschäftsführer arv)
12:00-13:00	Mittagspause
13:00-13:30	Transfer per Car zur Wiederaufbereitungsanlage der KIBAG in Regensdorf
13:45-15:45	Postenlauf (mit 6 Mitarbeitenden der KIBAG): 1 Allgemeine Informationen zur Aufbereitungsanlage 2 Erfassung des Materials 3 Qualitätskontrolle 4 Brech- und Siebanlage 5 Lagerung des Materials & Qualität 6 Zentrale Kontrollstelle
15:45-16:15	Besammlung & Beantwortung von Fragen zur Wiederaufbereitungsanlage durch Kurt Morgan (Geschäftsführer KIBAG) (tbc)
16:15-16:30	Fragerunde & Verabschiedung durch einen Dozenten

Der Baustoff-Wettbewerb zum Schluss der LV gibt den Studenten die Möglichkeit, ihr angeeignetes Wissen in einem Projekt anzuwenden. Konkret ist die Aufgabe, das House of Switzerland (HoS) für die Olympischen Spiele 2026 in Sion mit RC-Baustoffen (u.a. RC-Beton) zu planen. Die Studenten müssen sich an einige Vorgaben (Anzahl und Nutzung der Räume etc.) halten, sind ansonsten jedoch frei in der Gestaltung (siehe Wettbewerbsausschreibung im Anhang). Die Projekte werden anhand der folgenden Kriterien bewertet:

- Erfüllt das Gebäude die Anforderungen an ein HoS (Anzahl Räumlichkeiten, Nutzung etc.)?
- Werden RC-Baustoffe (u.a. Recyclingbeton) eingesetzt und die Wahl gut begründet?
- Können die Studenten erklären, inwiefern das Projekt nachhaltig ist und wie auf die RC-Baustoffe im Gebäude aufmerksam gemacht werden kann?

Kosten und Gewinne

Für die geplante LV werden die folgenden Kosten basierend auf den Kostenangaben der LV Umweltproblemlösen eingerechnet (vgl. ETH Zürich, 2018d; Schriber, 2018; Senn, 2018):

Tabelle 5: Kosten der LV.

Programm	Kostenpunkte	Kosten
Vorträge	1 Dozent (1 Lektion à 45 min) 1 Gastdozent (1 Lektion) (Laurent Audergon stellt sich kostenlos zur Verfügung)	1 x 50 CHF 1 x 100 CHF
Baustoffmarkt	6 Assistenten (2 Lektionen) 4 Dozenten (2 Lektionen)	6 x 2 x 28 CHF 4 x 2 x 50 CHF
Podiumsdiskussion	2 Fachpersonen (2 Lektionen) (Laurent Audergon stellt sich kostenlos zur Verfügung, Philipp Noger ist ein Vertreter der Verwaltung und muss daher nicht entlohnt werden)	2 x 100 CHF
Besichtigung NEST-Haus	4 Assistenten (4 Lektionen) 2 Dozenten (4 Lektionen) 8 Fachpersonen (4 Lektionen)	4 x 4 x 28 CHF 2 x 4 x 50 CHF 8 x 100 CHF
Besichtigung Aufbereitungsanlage KIBAG	4 Assistenten (5 Lektionen) 2 Dozenten (5 Lektionen) 7 Fachpersonen (5 Lektionen) (Laurent Audergon stellt sich kostenlos zur Verfügung)	4 x 5 x 28 CHF 2 x 5 x 50 CHF 7 x 100 CHF
Bauprojekt-Wettbewerb	2 Dozenten (9 Lektionen) 2 Fachpersonen (1 Lektion) (Laurent Audergon stellt sich kostenlos zur Verfügung, Philipp Noger ist ein Vertreter der Verwaltung und muss daher nicht entlohnt werden)	2 x 9 x 50 CHF 2 x 50 CHF
Bekanntgabe der Wettbewerbsgewinner	2 Dozenten (1 Lektion) 2 Fachpersonen (1 Lektion) (Laurent Audergon stellt sich kostenlos zur Verfügung, Philipp Noger ist ein Vertreter der Verwaltung und muss daher nicht entlohnt werden)	2 x 1 x 50 CHF 2 x 50 CHF
Transfer vom NEST zur KIBAG	Kosten für den Car	2000 CHF
Da nur Räume der ETH genutzt werden, fallen keine Raumkosten an.		0 CHF
Kosten Total		7694 CHF

Bei den Dozenten sind wir von einer Anstellung als Wissenschaftliche Assistenz II und damit von einem Jahreslohnansatz von 95600 CHF für ein 100%-Pensum ausgegangen (ETH Zürich, 2018d; Senn, 2018). Dies würde bei fünf Arbeitstagen pro Woche, vier Wochen Ferien und einem 8 Stunden-Tag einem Stundenlohn von knapp 50 CHF entsprechen. Uns ist bewusst, dass dieser Ansatz evtl. nicht ganz der Realität entspricht. Jedoch sind wir bei unserer Recherche auf keine anderen plausibleren Daten gestossen. Im Seminar ist keine Verpflegung der Studenten inbegriffen.

Die Kosten würden von der ETH als Teil ihres Lehrauftrags und schlussendlich u.a. durch die Steuerzahler getragen werden. Denkbar wäre es, dass sich Fallpartner wie z.B. der arv finanziell beteiligen könnten indem sich z.B. Herr Audergon kostenlos für einen Vortrag engagieren liesse (was er uns im Massnahmen-Test zugesichert hat).

Bricht man die Kosten z.B. auf die erwarteten 203 BSc Arch-Studenten herunter, kommt man für die drei Seminartage auf knapp 40 CHF pro Student - was ein relativ niedriger Preis ist (Agius, 2018).

Die finanziellen Gewinne der LV sind schwierig abzuschätzen. Da die Studenten durch unsere LV für RC-Baustoffe sensibilisiert werden, sich evtl. weiter mit dem Thema beschäftigen und RC-Materialien später im Berufsleben einsetzen, leistet unsere LV einen Beitrag zur Förderung von RC-Baustoffen. Dies ist positiv für die Schonung der Ressourcen, schafft evtl. neue Arbeitsplätze in der RC-Baustoffbranche und kann so auch positiv für alle drei Ebenen der Nachhaltigkeit sein. Auf diese Einschätzungen wird in der Nachhaltigkeitsbeurteilung dieser Massnahme noch vertieft eingegangen.

Test der Massnahme

Wir testeten unsere Massnahme mit den Stakeholdern Urs Brändle (Lehrspezialist am Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich), Guillaume Habert (Professor am Departement Bau, Umwelt und Geomatik der ETH Zürich), Laurent Audergon (Geschäftsführer arv) und Patric Van der Haegen (Bereichsleiter Entwicklung Eberhard).

Alle Stakeholder begrüßten unsere Massnahme, da sie einen wichtigen Beitrag zur Förderung von RC-Baustoffen leisten kann. V.a. die klare Formulierung der Lernziele und die praktischen Elemente der LV wurden sehr positiv aufgenommen. Einige Stakeholder würden die LV in einem weiteren Schritt noch etwas gezielter auf die zwei Studiengänge Architektur und Bauingenieurwissenschaften ausrichten, so dass sich die BSc Arch-Studenten mehr auf die Ästhetik und die BSc Bau-Ing.-Studenten auf funktionelle Aspekte von RC-Baustoffen fokussieren können. Mit dem Aufbau der LV waren alle Stakeholder einverstanden und würden sich an unserer Massnahme z.T. als Dozent beteiligen (vgl. Audergon, 2018; Brändle, 2018; Habert, 2018b; Van der Haegen, 2018b).

Nachhaltigkeit der Massnahme

Die folgende Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) basiert auf dem Rahmenkonzept des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) (vgl. ARE, 2004, S. 19- 31). Die ausführliche NHB ist im Anhang aufgeführt.

Unsere Massnahme kann als nachhaltig in ihrer Wirkung der Förderung von RC-Baustoffen eingestuft werden. Dies, weil die Massnahme einen positiven Einfluss auf die drei Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft hat und keine Zielkonflikte entstehen (siehe untenstehende Tabelle). So werden die Umweltindikatoren „Material-Fussabdruck“ und „Materialintensität“ gesenkt und die durch z.B. weniger Deponien freigewordene Siedlungsfläche könnte als Naherholungsgebiet o.Ä. genutzt werden. Der Wirtschafts- und Forschungsstandort Schweiz wird durch die steigende Anzahl Forscherinnen und Forscher, grössere Aufwendung für Forschung und Entwicklung und wachsende Anzahl an Beschäftigten in innovativen Branchen gestärkt. Davon profitiert auch die Gesellschaft z.B. in Form von mehr Arbeitsplätzen.

Tabelle 6: Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbeurteilung.

Dimension	Indikator	Beurteilung	Total
Umwelt	Material-Fussabdruck	++	+5
	Materialintensität	++	
	Siedlungsfläche	+	
Wirtschaft	Anteil Investitionen am Bruttoinlandprodukt	++	+6
	Aufwendung für Forschung und Entwicklung	++	
	Beschäftigte in innovativen Branchen	++	
Gesellschaft	Anzahl Forscherinnen und Forscher	++	+5
	Wahrnehmung der Wohnumgebung	+	
	Teilnahme an Weiterbildungsaktivitäten	++	
Totale Indikator-Beurteilung			+16

Massnahme in System

Wir begannen die Entwicklung unserer Massnahmen mit dem Erstellen eines Systems in SystemQ um herauszufinden, wo im System des Bauwesens wir am effektivsten zur Förderung von RC-Baustoffen beitragen können. Schlussendlich setzten wir unsere zwei Massnahmen an der sehr aktiven Variable „Ausbildung Architekten und Ingenieure“ und der in die stärksten Rückkopplung involvierten Variable „Bekanntheitsgrad und Popularität von RC-Baustoffen“ an. Bei der Wirksamkeitsanalyse zeigte sich das grosse Potential unserer zwei Massnahmen im insgesamt 14 Variablen umfassenden System. Denn den Einsatz von RC-Baustoffen (unsere Zielvariable) kann man laut unserem System am besten dadurch steigern, indem die Variablen „Vertrauen Architekten und Ingenieure“ und „Bekanntheitsgrad und Popularität von RC-Baustoffen“ verstärkt werden. Da die Lehrveranstaltung via die Variable „Ausbildung Architekten und Ingenieure“ grossen Einfluss auf die Variable „Vertrauen Architekten und Ingenieure“ hat, setzt sie an einem Punkt im System an, welcher eine sehr hohe Zielwirksamkeit auf die Erhöhung des Einsatzes von RC-Baustoffen hat. Der Erfolg der Massnahme hängt im System davon ab, wie stark sie ihre Ansatzvariable „Ausbildung Architekten und Ingenieure“ positiv beeinflussen kann.

Weiteres Vorgehen

Für die weitere Umsetzung der Massnahme müsste ein Dozent einen Antrag um Aufnahme unserer LV in den Stundenplan der ETH Zürich an die Unterrichtskommission stellen. Letztere würde darüber beraten und den Antrag an die Departementskonferenz weiterleiten, welche definitiv über die Aufnahme der LV in den Stundenplan entscheidet. Falls die LV genehmigt würde, müssten die Studienkoordinatoren der entsprechenden Studiengänge dafür sorgen, dass die LV im Vorlesungsverzeichnis integriert und schlussendlich von der Raum- und Stundenplanung des Rektorats koordiniert wird (vgl. ETH Zürich, 2018a; Manna, 2018b).

Fazit

Diese Massnahme setzt mit der Sensibilisierung der BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten an einem der Hauptgründe für den heute noch geringen Einsatz von RC-Baustoffen an (Van der Haegen, 2018a). Die LV hat das Ziel, dass sich die Studenten mehr mit dem Thema RC-Baustoffe befassen und letztere später im Beruf einsetzen. Durch die fundierte Planung basierend auf einem Leitfaden für Kurse in Informationskompetenz konnten wir die LV sinnvoll und abwechslungsreich strukturieren (vgl. Stalder P. et al., 2011).

Vergleich unserer Massnahmen

Unsere Massnahmen zielen auf die Sensibilisierung für RC-Baustoffe ab, verfolgen dieses Ziel jedoch mit zwei verschiedenen Anspruchsgruppen (Architekten/Ingenieure bzw. Bevölkerung/Öffentlichkeit). Auch sind die Massnahmen via Bauwettbewerb miteinander verbunden. Durch den Ansatz der Massnahmen an einflussreichen Stellen im System können sie den Einsatz von RC-Baustoffen stark beeinflussen.

Bei der NHB schnitten beide Massnahmen gut ab, denn beide wirkten sich insgesamt positiv auf alle drei Ebenen der Nachhaltigkeit aus. Beim Vergleich der Massnahmen anhand fünf gleicher Indikatoren fällt jedoch auf, dass die Lehrveranstaltungs-Massnahme in der NHB etwas positiver abschneidet (siehe Abbildung 1).

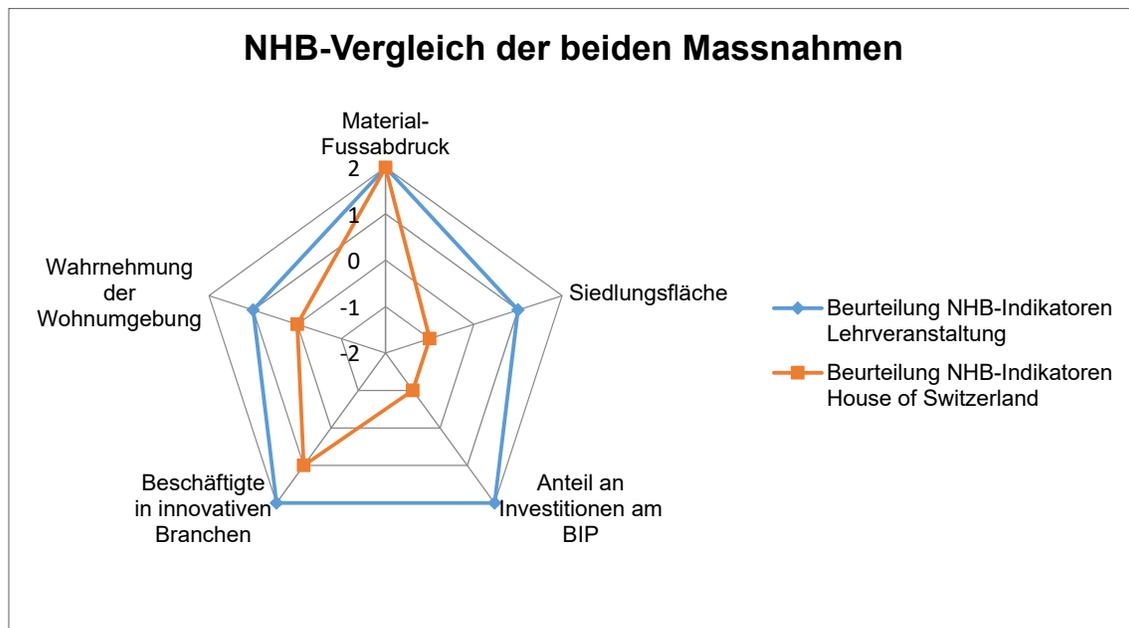


Abbildung 1: NHB-Vergleich der beiden Massnahmen.

Referenzen

- Agius, A. (2018, 21.03.). Email [persönliche Mitteilung].
- ARE. (2004). *Nachhaltigkeitsbeurteilung: Rahmenkonzept und methodische Grundlagen*. Abgerufen von: <https://www.aren.admin.ch/aren/de/home/nachhaltige-entwicklung/evaluation-und-daten/nachhaltigkeitsbeurteilung/nachhaltigkeitsbeurteilung-beim-bund.html>
- Audergon, L. (2018, 9.05.). Massnahmen-Testen an der ETH Zürich [persönliche Mitteilung].
- AWEL. (2018). Rückbaustoffe. Zugriff am 21.05. Abgerufen von https://awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/abfall_rohstoffe_altlasten/rohstoffe/rueckbaustoffe.html.
- Baustoffzentrum. (2015). *Einsatzmöglichkeiten RC-Beton*. Abgerufen von: <http://www.baustoffzentrum.ch/upload/cms/user/FlyerEinsatzmoeglichkeitenRC-Beton2.pdf>
- BFS. (2018). Alle Indikatoren nach Themen. Zugriff am 15.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen.html>.
- Bochum, R.-U. (2016, 13.09.2016). Recycling im Bauwesen. Zugriff am 5.04. Abgerufen von <http://www.lvw.ruhr-uni-bochum.de/lehre/veranstaltungen/Recycling.html>.
- Brändle, U. (2018, 2.05.). Massnahmen-Testen an der ETH Zürich [persönliche Mitteilung].
- Eigenmann J.; Strittmatter A. (1972). *Ein Zielebenenmodell zur Curriculumkonstruktion (ZEM)*. Freiburg: In K.Aregger & U. Isenegger (Hrsg.), Curriculumprozess: Beiträge zur Curriculumkonstruktion und -implementation.
- EMPA. (2018). Das ist NEST. Zugriff am 28.04. Abgerufen von <https://www.empa.ch/de/web/nest/aboutnest>.
- ETH Zürich. (2015). *Grounded Materials. Workshop 2015. Activity Report*. Abgerufen von: <http://www.amaco.org/spiral-files/download?mode=inline&data=1946>.
- ETH Zürich. (2018a). Lerneinheiten und Leistungskontrollen planen. Zugriff am 20.04. Abgerufen von <https://www.ethz.ch/services/de/lehre/leitfaden-dozierende/lerneinheiten-leistungskontrollen-planen.html>.
- ETH Zürich. (2018b). Studien- und Stundenplan. Zugriff am 17.04. Abgerufen von <https://www.arch.ethz.ch/studium/studienangebot/bachelor-architektur/bsc-studien-stundenplan.html>.
- ETH Zürich. (2018c). Studienplan. Zugriff am 17.04. Abgerufen von <https://www.baug.ethz.ch/studium/bauing/bachelor/studienplan.html>.
- ETH Zürich. (2018d). Wissenschaft - Fixlohn Ansätze 2018. Zugriff am 23.05. Abgerufen von https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/associates/services/Anstellung-Arbeiten/Downloads/files/infos/Wissenschaft-Fixlohn-Ansaetze_2018.pdf.
- FHNW. (2018). *Institut Architektur Semesterprogramm Frühjahr 2018*. Abgerufen von: <https://www.fhnw.ch/de/studium/architektur-bau-geomatik/bachelor-studiengang-architektur>.
- Habert, G. (2018a, 30.03.). Email [persönliche Mitteilung].
- Habert, G. (2018b, 20.04.). Massnahmen-Testen an der ETH Zürich [persönliche Mitteilung].
- IG Bauplan. (2018). Klinikum rechts der Isar, TU München, Tribünenkonstruktion Hörsaalbestuhlung. Zugriff am 13.04. Abgerufen von <http://www.ig-bauplan.de/projekt.php?pid=30>.
- Manna, E. (2018a, 6.04.). Email I [persönliche Mitteilung].
- Manna, E. (2018b, 3.05.). Email II [persönliche Mitteilung].
- Musso, F. (2014). *Neue Werkstoffe - Recyclingbaustoffe*. Abgerufen von: http://www.ebb.ar.tum.de/fileadmin/w00bii/www/Neue_Werkstoffe/Infopapier_Neue_Werkstoffe.pdf.
- Noger, P. (2018, 5.04.). Email [persönliche Mitteilung].
- Schriber, L. (2018, 23.05.). Email [persönliche Mitteilung].
- Schubiger, A. (2016). *Lehren und Lernen* (2. ed.). Bern: hep-Verlag.
- Senn, L. (2018, 22.05.). Email [persönliche Mitteilung].
- Stalder P. et al. (2011). *Leitfaden für Kurse in Informationskompetenz*. Abgerufen von: <http://www.informationskompetenz.ch/de/repository/search?view=item&pid=LOR:6475>
- Swiss Olympic Association. (2018). Zugriff am 17.04. Abgerufen von <http://www.swissolympicteam.ch/olympische-spiele/winterspiele/sochi-2014/mehr/house-of-switzerland.html>.
- Tietje O. et al. (2013). *SystemQ Systemanalyse. Qualitative Modellierung der Dynamik eines komplexen Systems*. Abgerufen von: <http://www.systaim.ch/>
- Übergizmo. (2018, 9.03.2014). Kranensee: Grösste Baustelle Europas wird zur Bühne für tanzende Kräne. Zugriff am 5.04. Abgerufen von <http://de.ubergizmo.com/2014/03/09/kranensee-groesste-baustelle-europas-wird-zur-buehne-fuer-tanzende-kraene-video.html>.
- UVEK und BAFU. (2016). *Bericht an den Bundesrat. Grüne Wirtschaft. Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz*. Abgerufen von: http://www.sustainablefinance.ch/upload/cms/user/20160420_Bericht_Bundesrat_2016-04-20_neu.pdf
- Van der Haegen, P. (2018a, 21.03.). Gespräch an der ETH Zürich [persönliche Mitteilung].

Van der Haegen, P. (2018b, 2.05.). Massnahmen-Testen an der ETH Zürich [persönliche Mitteilung].
Zürich, E. (2018). Vorlesungsverzeichnis. Zugriff am 17.04. Abgerufen von
<http://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/sucheLehrangebotPre.view?lang=de>.

Anhang

Stand der Entwicklung

Im Zuge der Recherche sind wir auf einige bereits bestehende LV gestossen, welche z.T. in eine ähnliche Richtung zielen wie die hier beschriebene Massnahme:

Am Lehrstuhl für Verkehrswegebau der Ruhr-Universität Bochum (RUB) wird die LV „Recycling im Bauwesen“ angeboten. Letztere beinhaltet eine wöchentlich stattfindende Vorlesung im Sommersemester und vermittelt Wissen zu den komplexen Vorgängen zur Beurteilung der Verwertbarkeit unterschiedlicher industrieller Nebenprodukte und RC-Baustoffe im Bauwesen. Die LV beschränkt sich v.a. auf den Einsatz der Sekundärmaterialien im Strassenbau, ist ein Wahlmodul, beinhaltet keinen praktischen Teil und ist nicht wie ein Seminar aufgebaut. (vgl. Bochum, 2016).

Ein bereits bestehendes Angebot, welches unserer Massnahme relativ nahe kommt (jedoch viel umfangreicher ist), stellt die jährlich stattfindende LV „Neue Werkstoffe“ inklusive Vortragsreihe und Workshop des Lehrstuhls für Baukonstruktion und Baustoffkunde der Fakultät für Architektur an der Technische Universität München (TUM) dar. Die LV im Jahr 2014/15 mit dem Thema „Recyclingbaustoffe“ umfasste neun Vorlesungen und vier Workshops, wofür die teilnehmenden Studenten 3 Kreditpunkte erhielten. Die Studenten gaben am Ende der LV einen Steckbrief zu einem RC-Baustoff und eine Visualisierung eines Bauprojekts mit RC-Baustoffen ab (vgl. Musso, 2014).

An der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) ist das Thema „Nachhaltiges Bauen“ Teil des BSc Arch, wobei nicht die Baustoffe, sondern die effektive und umweltverträgliche Energienutzung im Zentrum steht (FHNW, 2018, S. 31). Auch beim BSc Bau-Ing. werden RC-Baustoffe in den obligatorischen Fächern nicht explizit angesprochen (FHNW, 2018).

An der ETH Zürich besteht im MSc Bau-Ing. die LV „Building Materials and Sustainability“. In dieser LV sind Recyclingbeton und Minergie Eco ein Thema. Die Vorlesung ist jedoch nicht für alle MSc Bau-Ing.-Studenten obligatorisch und geht nicht tiefer auf Baustoffrecycling ein (Habert, 2018a). Im BSc Arch und BSc Bau-Ing. an der ETH Zürich setzt sich keine obligatorische LV mit dem Thema RC-Baustoffe vertieft auseinander (vgl. Anhang; Zürich, 2018).

Die zweiwöchige „ETH Zürich Summer School Grounded Materials“ für BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten an der ETH Zürich zielt auf die Entwicklung von Lösungen für den Einsatz von alternativen und nachhaltigen Baumaterialien für ein Bauprojekt für den Campus ETH Zürich Höggerberg ab. Auch diese LV ist jedoch wesentlich umfangreicher als die in diesem Bericht dokumentierte Massnahme. Der Workshop geht dabei auf theoretischer, praktischer und projektorientierter Ebene auf unterschiedliche Baustoffe ein und stellt v.a. auch den praktischen Umgang mit unterschiedlichen Baumaterialien in den Vordergrund. Diese LV ist nicht obligatorisch für Architektur- und Bauingenieurstudenten (vgl. ETH Zürich, 2015).

Bachelorstudiengang Architektur an der ETH Zürich

Bachelor-Studiengang Architektur				Studienreglement 2017							
Studienplan											
1. Semester		2. Semester		3. Semester		4. Semester		5. Semester		6. Semester	
Entwerfen und Konstruieren I	8 KP	Entwerfen und Konstruieren I	8 KP	Entwurf III	14 KP	Entwurf IV	14 KP	Entwurf V - IX	14 KP	Entwurf V - IX	14 KP
Architektur und Kunst I	8 KP	Architektur und Kunst II	8 KP								
Tragwerksentwurf I	2 KP	Tragwerksentwurf II	2 KP	Tragwerksentwurf III	2 KP	Tragwerksentwurf IV	2 KP	Konstruktion V	2 KP	Konstruktion VI	2 KP
Soziologie I	2 KP	Soziologie II	2 KP	Architekturgeschichte und -theorie III	2 KP	Architekturgeschichte und -theorie IV	2 KP	Architekturgeschichte und -theorie V	2 KP	Architekturgeschichte und -theorie VI	2 KP
Einführung Denkmalpflege I	2 KP	Einführung Denkmalpflege II	2 KP	Mathematisches Denken und Programmieren III	2 KP	Mathematisches Denken und Programmieren IV	2 KP	Bauprozess I	2 KP	Bauprozess II	2 KP
Architekturgeschichte und -theorie I	2 KP	Architekturgeschichte und -theorie II	2 KP	Bauphysik II	2 KP	Bauphysik III	2 KP	Landschaftsarchitektur I	2 KP	Landschaftsarchitektur II	2 KP
Baumaterialien I	2 KP	Bauphysik I	2 KP	Geschichte des Städtebaus I	2 KP	Geschichte des Städtebaus II	2 KP	Energie- und Klimasysteme I	2 KP	Energie- und Klimasysteme II	2 KP
Städtebau I	2 KP	Städtebau II	2 KP	Städtebau III	2 KP	Städtebau IV	2 KP				
Mathematisches Denken und Programmieren I	2 KP	Mathematisches Denken und Programmieren II	2 KP								
Wahlfächer und Vertiefungsarbeiten			12 KP								
Seminarwochen			4 KP								
Wissenschaft im Kontext (WiK) GESS			4 KP								
6 Monate Praktikum											
Grundlagenfächer des Basisjahres:				Grundlagenfächer des übrigen				Prüfungsfächer / Prüfungsblock 1			
Fächer mit Semesternote				Bachelorstudiums:				Prüfungsfächer / Prüfungsblock 2			
Prüfungsfächer / Prüfungsblöcke 1 und 2 der Basisprüfung								Prüfungsfächer / Prüfungsblock 3			

DARCH

Abbildung 2: Studienplan Bachelorstudium Architektur an der ETH Zürich (ETH Zürich, 2018b).

Tabelle 7: Lehrveranstaltung 052-0601-00L Baumaterialien I (Zürich, 2018).

Kurzbeschreibung	Baustoffe - Struktur, Eigenschaften, Verwendung mineralische, metallische und polymere Baustoffe Holz und Glas ökologische Zusammenhänge
Lernziel	Im Rahmen der Vorlesung werden die grundlegenden Eigenschaften der mineralischen, metallischen und polymeren Baustoffe sowie von Holz und Glas behandelt. Damit soll eine materielle Basis für die Konstruktion geliefert werden. Zum Stoff gehören auch die relevanten ökologischen Zusammenhänge wie Rohstoffverfügbarkeit, Produktionsaufwand, Schadstoffabgabe und Entsorgung respektive Wiederverwertung.
Inhalt	Im Rahmen der Vorlesung werden die grundlegenden Eigenschaften der mineralischen, metallischen und polymeren Baustoffe sowie von Holz und Glas behandelt. Damit soll eine materielle Basis für die Konstruktion geliefert werden. Zum Stoff gehören auch die relevanten ökologischen Zusammenhänge wie Rohstoffverfügbarkeit, Produktionsaufwand, Schadstoffabgabe und Entsorgung respektive Wiederverwertung.

	und -simulation; Grundlagen der Korrosion; Korrosion und Beständigkeit der Metalle.
--	---

Tabelle 9: Lehrveranstaltung 101-0135-01L Stahlbau II (Zürich, 2018).

Kurzbeschreibung	Theoretische Grundlagen und konstruktive Belange von Vollwand-, Fachwerk- und Verbundträgern. Krafteinleitungs-/Umlenkprobleme. Ingenieurmässige Grundzüge für Entwurf, Bemessung, Stabilisierung und konstruktive Durchbildung von Hallenbauten. Anstreben ganzheitl. Betrachtungsweise der Bauwerke, die den Anforderungen aus Architektur, Betrieb, Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit usw. Rechnung trägt.
Lernziel	Verständnis der theoretischen Grundlagen und konstruktiven Belange von Stahlbauelementen. Erkennen und Meistern von Krafteinleitungs- und Umlenkproblemen, als Grundlage für Hallenbauten. Vermittlung der Grundzüge für den ingenieurmässigen Entwurf, die Bemessung, Stabilisierung und die konstruktive Durchbildung von Hallenbauten in Stahlbauweise. Es wird eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Bauwerke angestrebt, welche den vielfältigen Anforderungen aus Architektur, Betrieb, Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit usw. Rechnung trägt.
Inhalt	Grundlagen für die Bemessung von Vollwand-, Fachwerk- und Verbundträgern und -stützen (statische Modellbildung, Besonderheiten der konstruktiven Durchbildung und der Materialwahl). Krafteinleitung und -umlenkung, insbesondere Probleme bei Rahmenecken, rippenloser Krafteinleitung und gekrümmten Trägern. (Modellbildung, Berechnungsmethoden, konstruktive Massnahmen). Entwurf, Konstruktion und Bemessung von Hallenbauten aus Stahl und Stahlverbund mit Hinweisen zum Raumabschluss. (Konzeption des Tragwerks, Zusammenwirken der einzelnen Elemente und Stabilisierung von Hallentragwerken).

Tabelle 10: Lehrveranstaltung 101-0125-00L Stahlbeton I (Zürich, 2018).

Kurzbeschreibung	Inhalt: Einführung, Entwicklung des Betonbaus, Baustoffe und Materialverhalten (Zement, Beton, Betonstahl, Spannstahl), Stabtragwerke (Normalkraft, Biegung mit Normalkraft, Druckglieder und Stützen, Querkraft, Biegung und Querkraft, Torsion und kombinierte Beanspruchung), Fachwerkmodelle und einfache Spannungsfelder, konstruktive Hinweise, Grundlagen Scheibenelemente.
Lernziel	Kenntnis der Baustoffe Beton und Betonstahl sowie Verständnis ihres Zusammenwirkens; Erfassung des Tragverhaltens typischer Bauteile; Kenntnis elementarer Modellvorstellungen und Fähigkeit zur Anwendung derselben auf praktische Problemstellungen; sichere Bemessung und sinnvolle konstruktive Durchbildung einfacher Tragwerke.
Inhalt	Einführung, Entwicklung des Betonbaus, Baustoffe und Materialverhalten (Zement, Beton, Betonstahl, Spannstahl), Stabtragwerke (Normalkraft, Biegung mit Normalkraft, Druckglieder und Stützen, Querkraft, Biegung und Querkraft, Torsion und kombinierte Beanspruchung), Fachwerkmodelle und einfache Spannungsfelder, konstruktive Hinweise.

Tabelle 11: Lehrveranstaltung 101-0126-01L Stahlbeton I (Zürich, 2018)I.

Kurzbeschreibung	Inhalt: Spannbeton (Einführung, Spannsysteme, Tragverhalten, Konstruktive Durchbildung, Träger, Decken), Platten (Einführung, Fliessbedingungen, Gleichgewichtslösungen, Fliessgelenklinienmethode, Querkräfte und Durchstanzen, Gebrauchstauglichkeit).
Lernziel	Erfassung der Tragwirkung von Platten; Kenntnis der Vorspanntechnik; Sichere Bemessung und konstruktive Durchbildung typischer Tragwerke des Hochbaus.
Inhalt	Spannbeton (Einführung, Spannsysteme, Tragverhalten, Konstruktive Durchbildung, Träger, Decken), Platten (Einführung, Fliessbedingungen, Gleichgewichtslösungen, Fliessgelenklinienmethode, Querkräfte und Durchstanzen, Gebrauchstauglichkeit).

Tabelle 12: Lehrveranstaltung 101-0556-01L Bauverfahren (Zürich, 2018).

Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> - Bauverfahren Tief- und Spezialtiefbau sowie des Tunnelbaus - Planung des Herstellungsprozesses eines Bauwerks, der Baustelleneinrichtung und -logistik - Grundlagen der Termin- und Kostenplanung und Einführung relevanter Normen und Richtlinien
Lernziel	<p>Studierende erwerben praxisnahe Kenntnisse bezüglich</p> <ul style="list-style-type: none"> - der allgemeinen Projektabwicklung. - der Terminplanung und Kalkulation. - der Bauverfahren des Tief-, Spezialtief- und Tunnelbaus. - der Leistungsermittlung im Erdbau und Konzeption der Baustellenlogistik.
Inhalt	<p>Allgemeine Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SIA 103, SIA 112, SIA 118 - Kostenkalkulation - Terminplanung - Submission (LV, BB, AQV) - Verfahren der Baugrunderkundung und -überwachung <p>Tief-/ Spezialtiefbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wasserhaltung - Pressvortrieb/ Microtunnelling - Pfähle / Baugrubenabschlüsse - Dichtwände - Anker - Baugrundverbesserungsverfahren - Deckelbauweise - Senkkästen - Bauhilfsmassnahmen: Injektionen/ Jetting <p>Tunnelbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vortriebsklassifizierung - konventioneller Vortrieb - maschineller Vortrieb - Entwässerung und Abdichtung - Verkleidung/ Innenausbau - Bauhilfsmassnahmen: Rohrschirm, Spiessschirm <p>Planung der Bauausführung und Logistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leistungsermittlung

	<ul style="list-style-type: none"> - Logistik/ Installationen - Transportlogistik
--	---

Resultate der Umfrage bei den BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten im 4. Semester an der ETH Zürich

Tabelle 13: Umfrageresultat.

Fragen	BSc Arch-Studenten (34 Umfrageteilnehmer, Umfrage vom 2.05.-16.05.2018)	BSc Bau-Ing.-Studenten (44 Umfrageteilnehmer, Umfrage vom 18.04.- 25.04.2018)
<p>Wurde in einer von dir besuchten LV das Thema „Recyclingbaustoffe“ behandelt?</p> <p>Falls ja, welche Themen wurden angesprochen?</p>	<p>65% Ja 35% Nein</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recyclingbeton • Eigenschaften von Recyclingbaustoffen und Eigenschaften bezüglich Tragfähigkeit • Recyclingbeton, Einfluss des Bauens mit verschiedenen Baumaterialien auf die CO₂-Bilanz, Ästhetik von Beton, diverse Holzwerkstoffe • Wiederverwertung von Baumaterialien und Herstellungsprozess von neuen Materialien, Möglichkeiten für die Anwendung von Recyclingbaustoffen 	<p>22,7% Ja 77,3% Nein</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metall- und Kunststoffrecycling, Neugewinnung/Produktion gegenüber Wiederverwendung • Recyclingbeton • alle nur sehr kurz: Stahl als wiederverwendbarer Stoff (neu aufschmelzen) in der LV Stahlbau, Kunststoffe recyceln (PET etc.) in der LV Chemie, Veränderung der Baustoffzusammensetzung über die Zeit in der LV Werkstoffe
<p>Fändest du es sinnvoll, wenn in eurem Studiengang eine obligatorische LV zum Thema „Recyclingbaustoffe“ eingeführt werden würde?</p>	<p>79,3% Ja 20,3% Nein</p>	<p>75% Ja 25% Nein</p>
<p>Weitere Bemerkungen von deiner Seite:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wir haben das Thema Recyclingbaustoffe nur sehr kurz in einer Vorlesung angesprochen aber wir haben es nicht ausführlich behandelt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Pflichtvorlesung zu RC-Baustoffen würde Sinn machen, jedoch erst im Masterstudium, da dann das notwendige Grundwissen zu Werkstoffen und Konstruktion vorhanden ist. • Habe das erste Mal von Umweltnaturwissenschaftlern von dieser Thematik erfahren.

Nachhaltigkeit der Massnahme

Die folgende Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) basiert auf dem Rahmenkonzept des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) und dient der Einschätzung der Nachhaltigkeit unserer Massnahme (vgl. ARE, 2004, S. 19- 31).

Relevanzanalyse

1. Schritt: Beschreibung des Gegenstands

Gegenstand dieser NHB ist die Massnahme „Recyclingbeton-Seminar im Architektur- und Bauingenieurwissenschaftsstudium an der ETH Zürich“. Das Ziel dieser Massnahme ist es, den BSc Arch bzw. BSc Bau-Ing.-Studenten sowohl theoretisch als auch praktisch das Thema “RC-Beton” als Beispiel für einen RC-Baustoff näherzubringen. Gerade durch die praktischen Elemente wie die Exkursion und den Wettbewerb sollen die Studenten mit den Sekundärbaustoffen in Kontakt kommen und deren Integration in Bauprojekte als selbstverständlich auffassen. Dies soll dazu führen, dass die Studenten RC-Beton später im Berufsleben in ihren Projekten einsetzen und schlussendlich mehr RC-Baustoffe in der Schweiz im Bau zum Einsatz kommen. Ziel dieser NHB ist es, die Effekte dieser Massnahme auf die Nachhaltigkeit in Bezug auf die Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt zu beschreiben und zu bewerten.

2. Schritt: Klärung der Nachhaltigkeitsrelevanz

Die Relevanz unserer Massnahme schätzten wir mittels des untenstehenden Kriterienrasters anhand der drei Nachhaltigkeitsebenen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft ab. Je nach Relevanz wird eine unterschiedliche Punkteanzahl vergeben (keine Relevanz: 0 Punkte, geringe Relevanz: 1 Punkt, mittlere Relevanz; 2 Punkte, hohe Relevanz: 3 Punkte, Relevanz nicht abschätzbar: ?).

Table 14: Kriterienraster zur Klärung der Nachhaltigkeitsrelevanz (ARE, 2004, S. 24).

Umwelt		Wirtschaft		Gesellschaft	
Naturräume und Artenvielfalt		Einkommen und Beschäftigung	••	Gesundheit und Sicherheit	••
Erneuerbare Ressourcen	•••	Erhaltung/Mehrung des Produktivkapitals	••	Bildung, Entfaltung, Identität des Einzelnen	•••
Nicht erneuerbare Ressourcen	•••	Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft	•••	Kultur, gesellschaftliche Werte	•
Wasser, Boden, Luft, Klima	••	Marktmechanismen, Kostenwahrheit	••	Rechtsgleichheit, Rechtssicherheit, Gleichberechtigung	••
Auswirkungen von Umweltkatastrophen, Minimierung Unfallrisiken		Wirtschaften der öffentlichen Hand	•	Solidarität	

Nach unserer Einschätzung entstehen durch unsere Massnahme keine Zielkonflikte. Die Kosten der LV müssen zwar von der Gesellschaft in Form von Steuerbeiträgen für die Bildung getragen werden, jedoch stellt eine dreitägige LV angesichts des gesamten Lehrbetriebes der Hochschulen in der Schweiz nur eine sehr kleine finanzielle Komponente dar. Zudem profitiert die Gesellschaft davon, wenn die Ausbildungsmöglichkeiten ausgebaut werden. Auch eine Lastenverschiebung zuungunsten künftiger Generationen ist nicht zu erwarten – im Gegenteil: Durch die neue LV können künftige Generationen von einem leicht erweiterten Bildungsspektrum an der ETH Zürich und von einem nachhaltigeren Bauwesen profitieren. Somit entstehen u.a. zwischen Gesellschaft und Wirtschaft aber auch in Bezug auf die Umwelt keine Zielkonflikte.

Wirkungsanalyse

3. Schritt: Definition des Verfahrens

Die NHB soll aufzeigen, ob unsere Massnahme einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung des Bauwesens, konkret zur Förderung von RC-Baustoffen, beitragen kann. Die NHB soll als Grobanalyse durchgeführt werden, um einen Eindruck von der Nachhaltigkeit unserer Massnahme zu erhalten. Die von uns durchgeführte NHB hat nicht den Anspruch, die Nachhaltigkeit der Massnahme bis ins letzte Detail zu beurteilen, da dafür auch eine entsprechende Datengrundlage zur genaueren Auswertung fehlt. Die vorliegende NHB orientiert sich am MONET-Indikatorsystem des Bundesamtes für Statistik (BFS) (vgl. BFS, 2018).

4. Schritt: Durchführung der Analyse

Definition der Systemgrenzen

Die NHB soll den zeitlichen Rahmen von 15 Jahren berücksichtigen. Dieser Zeitrahmen wurde gewählt, weil die LV nach dem 3. Semester für die BSc Arch- und BSc Bau-Ing.-Studenten stattfindet. Die Studenten studieren nach der LV noch weitere 3.5 Jahre, bevor sie in den Arbeitsmarkt eintreten können. Bei einem zeitlichen Rahmen von 15 Jahren hätte demnach die erste Generation von BSc Arch- und Bau-Ing.-Studenten, welche die LV besucht haben, 11.5 Jahre im Arbeitsmarkt gewirkt und der Effekt der tiefergreifenderen Ausbildung im RC-Baustoffbereich auf die Nachhaltigkeit könnte dann besser abgeschätzt werden. Die räumliche Systemgrenze ist die Schweiz.

Konkretisierung der Nachhaltigkeitsziele mittels MONET-Indikatoren

- **Umweltindikatoren**

- **Material-Fussabdruck:**

- Wenn mehr Architekten und Ingenieure durch ihr Studium für RC-Baustoffe wie z.B. RC-Beton sensibilisiert werden, setzen sie diese Materialien später im Beruf auch eher ein. Dadurch werden mehr Bauprojekte mit RC-Baustoffen realisiert und der Material-Fussabdruck (d.h. der Verbrauch von Ressourcen) der Schweizer Bevölkerung sinkt.

- Beurteilung: ++ (= +2)

- **Materialintensität:**

- Die Rohstoffmenge, die pro volkswirtschaftlich erwirtschafteten Franken verbraucht wird, kann mit der vorliegenden Massnahme gesenkt werden. Da die Architekten und Ingenieure bei der Materialwahl für Bauprojekte grossen Einfluss haben, können sie die Förderung von RC-Baustoffen stark vorantreiben in dem sie auf RC- anstatt auf Primärbaustoffe setzen (Noger, 2018). Dies werden die Vertreter beider Berufssparten eher tun, wenn sie sich in ihrer Ausbildung bereits mit dem Thema RC-Baustoffe auseinandergesetzt und Vertrauen in das Material haben.

- Beurteilung: ++ (= +2)

- **Siedlungsfläche:**

- Durch diese Massnahme werden die zukünftigen Architekten und Bauingenieure in das Thema RC-Baustoffe eingeführt und sollen dadurch den Einsatz von RC-Baustoffen als Selbstverständlichkeit auffassen. Dadurch werden mehr RC-Baustoffe eingesetzt und weniger Material in Deponien abgelagert. D.h. die Deponien werden nicht weiter vergrössert und das zur Verfügung stehende Land kann z.B. in ein Naturschutz- und Naherholungsgebiet umfunktioniert werden.

- Beurteilung: + (= +1)

- **Wirtschaftsindikatoren**

- **Anteil Investitionen am Bruttoinlandprodukt:**

- Falls Architekten und Ingenieure vermehrt auf RC-Baustoffe setzen, werden mehr RC-Baustoffe verbaut und der RC-Baustoffsektor wächst. Dies zieht auch höhere Investitionen und mehr Arbeitsplätze in diesem Bereich nach sich, was für die Wirtschaft positiv ist.

- Beurteilung: ++ (= +2)

Aufwendung für Forschung und Entwicklung:

Durch punkto RC-Baustoffe gut ausgebildete Architekten und Ingenieure können mehr Fachkräfte für die Forschung und Entwicklung in Sachen RC-Baustoffe gewonnen werden. Dies stärkt den Forschungsstandort Schweiz und die Wettbewerbsfähigkeit des Landes und rechtfertigt höhere Aufwendungen für Forschung und Entwicklung.

Beurteilung: ++ (= +2)

Beschäftigte in innovativen Branchen:

Die auch auf RC-Baustoffe geschulten Architekten und Ingenieure können ihr Knowhow in der Forschung anwenden und nach innovativen Lösungen für das Bauen mit RC-Baustoffen suchen. Die Anzahl der Beschäftigten in innovativen Branchen kann dadurch erhöht werden, was auch zur Steigerung der wirtschaftlichen Attraktivität der Schweiz beitragen kann.

Beurteilung: ++ (= +2)

- **Gesellschaftsindikatoren**

Anzahl Forscherinnen und Forscher:

Wenn Architekten und Ingenieure vermehrt auf RC-Baustoffe setzen, sind immer mehr Arbeitskräfte im RC-Bereich des Bauwesens tätig und das Knowhow in diesem Gebiet steigt. Dadurch kann mehr Forschung betrieben und somit der Forschungsstandort Schweiz gestärkt werden. Dies kann neue Arbeitsplätze schaffen und wäre dadurch positiv für die Gesellschaft.

Beurteilung: ++ (= +2)

Wahrnehmung der Wohnumgebung:

Wenn Architekten und Ingenieure vermehrt auf RC-Baumaterialien setzen und auch Bauherren dazu animieren, dann kann die Bevölkerung nachhaltig gebaute Gebäude als Bereicherung des Stadt- oder Dorfbildes wahrnehmen.

Beurteilung: + (= +1)

Teilnahme an Weiterbildungsaktivitäten :

Mehr Architekten und Ingenieure, die sich bereits in ihrer Ausbildung mit RC-Baustoffen beschäftigten, können auch Berufskollegen dazu ermuntern, sich mehr mit dem Thema RC-Baustoffe auseinanderzusetzen und z.B. Weiterbildungen zum Thema zu besuchen.

Beurteilung: ++ (= +2)

Beurteilung und Optimierung

5. Schritt: Beurteilung

Schweizweit werden nur knapp 20% der jährlich benötigten Baustoffe mit RC-Baustoffen abgedeckt (AWEL, 2018). Durch die Sensibilisierung der Architekten und Ingenieure für RC-Baustoffe könnte eine positive Trendentwicklung hin zur Förderung von RC-Baustoffen erreicht werden. Künftige Generationen können durch mehr Nachhaltigkeit im Bauwesen profitieren (z.B. durch Ressourcenschonung) und werden nicht benachteiligt. Nach unseren Einschätzungen entstehen durch unsere Massnahme keine Zielkonflikte zwischen den Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Massnahme bringt allen Bereichen einige Vorteile (wie durch die Indikatoren veranschaulicht).

6. Schritt: Optimierung

Die Massnahme könnte optimiert werden, indem man sie noch spezifischer für die beiden unterschiedlichen Studiengänge Architektur und Bauingenieurwissenschaften gestalten könnte. Dadurch hätte man die Möglichkeit, vertiefter auf die Bedürfnisse der beiden Berufsgruppen einzugehen und die Architekten und Ingenieure dadurch noch besser für RC-Baustoffe und evtl. auch für die Forschung in dieser Sparte zu gewinnen. Die positive Wirkung durch die Förderung von RC-Baustoffen könnte durch den weiteren Ausbau des Bildungsangebotes im Bereich RC-Baustoffe im Architektur- und Bauingenieurstudiengang verstärkt werden.

7. Schritt: Darlegen der Ergebnisse

Unsere Massnahme kann als nachhaltig in ihrer Wirkung der Förderung von RC-Baustoffen eingestuft werden. Dies, weil die Massnahme im Grossen und Ganzen nur positive Auswirkungen auf die drei Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft hat und keine Zielkonflikte entstehen (siehe Tabelle 15 und Abbildung 4). So werden die Umweltindikatoren „Material-Fussabdruck“ und „Materialintensität“ gesenkt und die durch z.B. weniger Deponien freigewordene Siedlungsfläche könnte als Naherholungsgebiet o.Ä. genutzt werden. Der Wirtschafts- und Forschungsstandort Schweiz wird durch die steigende Anzahl Forscherinnen und Forscher, grössere Aufwendung für Forschung und Entwicklung und wachsende Anzahl an Beschäftigten in innovativen Branchen gestärkt. Davon profitiert auch die Gesellschaft z.B. in Form von mehr zur Verfügung stehenden Arbeitsplätzen.

Tabelle 15: Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbeurteilung.

Dimension	Indikator	Beurteilung	Total
Umwelt	Material-Fussabdruck	++	+5
	Materialintensität	++	
	Siedlungsfläche	+	
Wirtschaft	Anteil Investitionen am Bruttoinlandprodukt	++	+6
	Aufwendung für Forschung und Entwicklung	++	
	Beschäftigte in innovativen Branchen	++	
Gesellschaft	Anzahl Forscherinnen und Forscher	++	+5
	Wahrnehmung der Wohnumgebung	+	
	Teilnahme an Weiterbildungsaktivitäten	++	
Totale Indikator-Beurteilung			+16

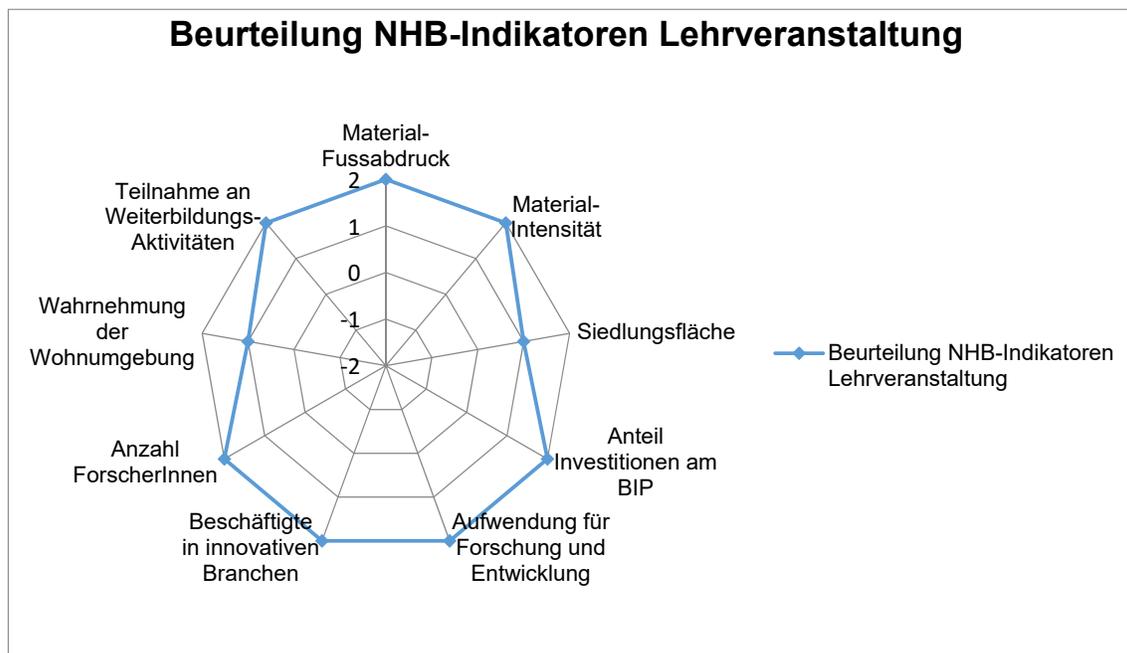


Abbildung 4: Beurteilung NHB-Indikatoren Lehrveranstaltung.

Massnahme in System

Wir begannen die Entwicklung unserer Massnahme mit dem Erstellen eines Systems in SystemQ um herauszufinden, wo im System des Bauwesens wir mit unseren Massnahmen am effektivsten etwas zur Förderung von RC-Baustoffen beitragen können. Da wir unsere Massnahmenentwicklung mit dem Erstellen eines Systems der Baubranche in Bezug auf RC-Baustoffe begannen, sind die Variablen eher allgemein gehalten. Um das Baubranche-System in Zusammenhang mit RC-Baustoffen zu beschreiben, verwendeten wir 14 Variablen. Hinzu kamen zwei Variablen für unsere zwei Massnahmen mit den folgenden Variablennamen im Programm SystemQ:

Tabelle 16: Massnahme in System.

Massnahme	Variablenname der Massnahme im SystemQ
„Recyclingbeton-Seminar im Architektur- und Bauingenieurwissenschaftsstudium an der ETH Zürich“	„Lehrveranstaltung“
„Planung des House of Switzerland mit Bestandteilen aus Recyclingbeton für die Olympischen Winterspiele in Sion 2026“	„House of Switzerland mit RC-Beton“

Aufgrund der Aktiv/Passiv-Analyse kamen wir zum Schluss, dass die Variable „Ausbildung Architekten und Ingenieure“ sehr aktiv (siehe Abbildung 5) und damit ein Schalthebel ist, mit welchem man das System stark beeinflussen kann (Tietje O. et al., 2013). Daher setzten wir mit der Massnahme „Lehrveranstaltung“ genau an dieser Stelle an. Wir entschieden uns an der Variable „Ausbildung Architekten und Ingenieure“ anzusetzen, obschon diese etwas weniger aktiv ist als die Variable „Gesetze und Normen“, da wir im Kontakt mit Stakeholdern wie z.B. Patric Van der Haegen bestätigt erhielten, dass die Ausbildung der Architekten und Bauingenieure noch grosses Ausbaupotential in Bezug auf die Sensibilisierung für RC-Baustoffe hat (Van der Haegen, 2018a).

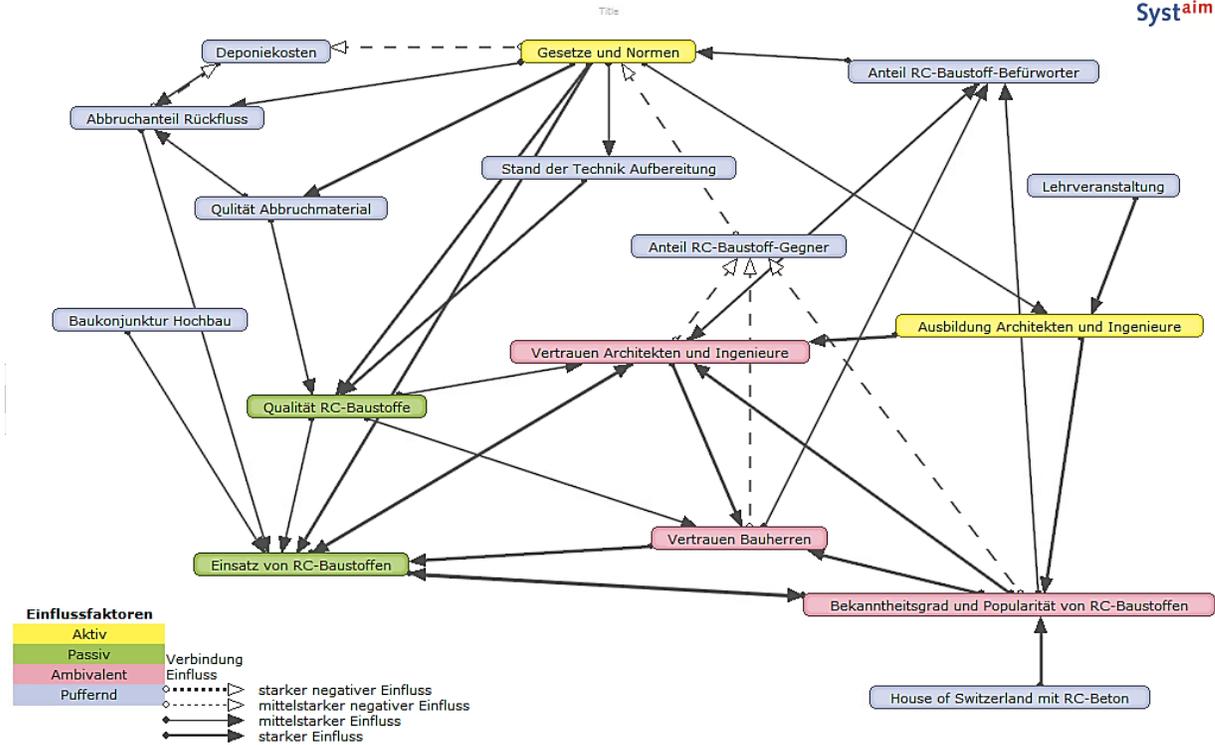


Abbildung 5: Aktiv/Passiv-Analyse.

Um den Ansatzpunkt unserer zweiten Massnahme „House of Switzerland mit RC-Beton“ im System zu definieren, führten wir eine Rückkopplungsanalyse im System Q durch. Dabei stiessen wir auf die stärkste positive Rückkopplung, die zeigt, dass eine Steigerung des Bekanntheitsgrads und der Popularität von RC-Baustoffen das Vertrauen der Bauherren steigert und dies wiederum den Einsatz von RC-Baustoffen erhöht, was den Bekanntheitsgrad und die Popularität von RC-Baustoffen weiter fördert etc. (siehe Abbildung 6). Daher setzen wir mit unserer zweiten Massnahme „House of Switzerland mit RC-Beton“ am Bekanntheitsgrad und der Popularität von RC-Baustoffen an. Auch die zweite Massnahme setzt somit an einer Systemvariablen an, welche den Einsatz von RC-Baustoffen stark fördern kann und damit grossen Einfluss auf das System hat.

Da unsere beiden Massnahmen die Sensibilisierung für RC-Baustoffe zum Ziel haben und dies über zwei unterschiedliche Zielpublika anstreben (Bevölkerung und Architekten/Ingenieure), ergänzen sich die Massnahmen auch in unserem Systemmodell sehr gut. Dies lässt sich auch anhand der stärksten Rückkopplung feststellen. Denn die Lehrveranstaltung optimiert die Variable „Ausbildung Architekten und Ingenieure“, welche das „Vertrauen Architekten und Ingenieure“ positiv beeinflusst, was schlussendlich via „Vertrauen Bauherren“ direkt in die stärkste Rückkopplung verändern kann.

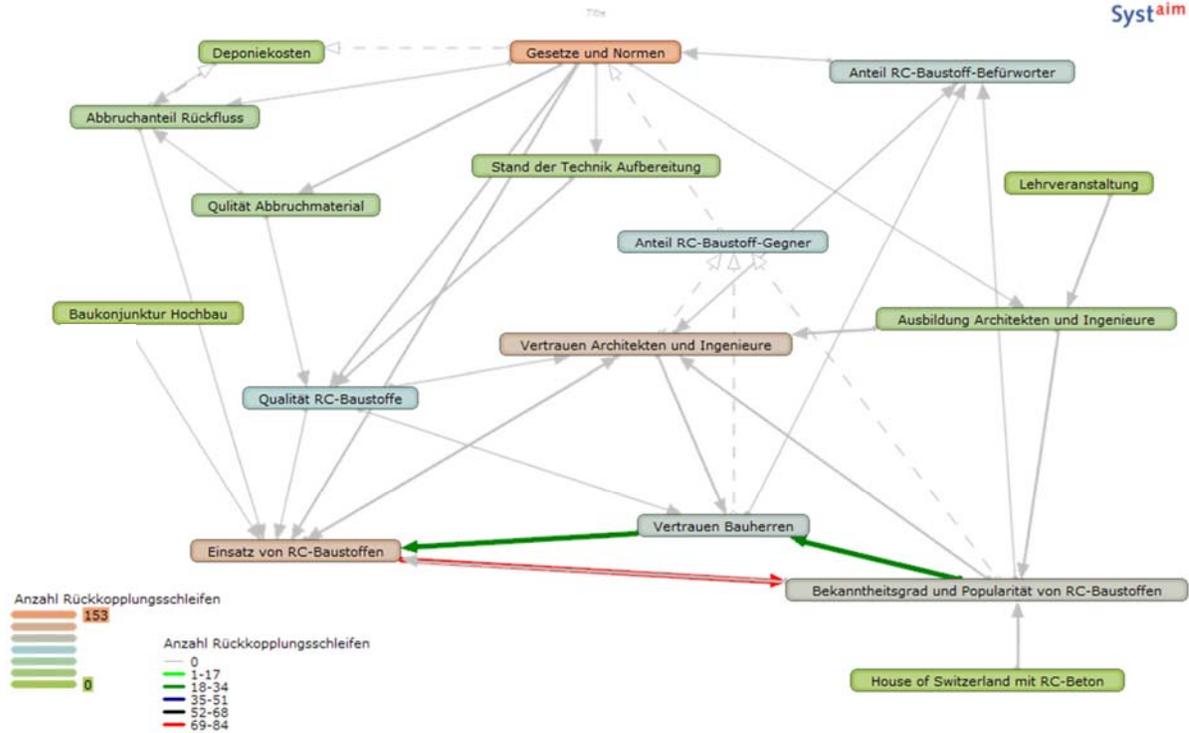


Abbildung 6: Rückkopplungsanalyse.

Anhand des Variablensatzes, welchen wir für beide Massnahmen erstellt haben, schätzten wir den aktuellen Zustand der einzelnen Variablen ein (siehe Abbildung 7). Dabei fällt auf, dass der aktuelle Zustand der Ansatzvariablen („Ausbildung Architekten und Ingenieure“ und „Bekanntheitsgrad und Popularität von RC-Baustoffen“) unserer Massnahmen tief bis mittel ausgeprägt sind. D.h. beide Massnahmen setzen an Variablen im System an, welche stark verbessert werden müssen um den Einsatz von RC-Baustoffen (also unsere Zielvariable) zu fördern.

Bauprojekt-Wettbewerb



(Swiss Olympic Association, 2018)

Auftrag

Konzipierung des House of Switzerland für die Olympischen Winterspiele 2026 in Sion

Vorgaben

folgende Räumlichkeiten müssen vorhanden sein:

öffentliches Restaurant, Bühne, Showrooms, Shop (z.B. für Souvenirs), Medien-Lounge, Athleten-Lounge, VIP-Lounge, Büros, Toiletten

Grösse & Planung

maximale Breite: 23 m, maximale Länge: 27 m lang, einstöckig, mobil oder stationär

Baustoffe

Recyclingbeton, Holz, Glas, Stahl

Bewertung

Die Bauprojekte werden nach folgenden Kriterien bewertet:

Erfüllt das Gebäude die Anforderungen an ein HoS (Anzahl Räumlichkeiten, Nutzung etc.)?

Werden Recyclingbaustoffe (u.a. Recyclingbeton) eingesetzt und die Wahl gut begründet?

Kann erklärt werden, inwiefern das Projekt nachhaltig ist und wie auf die Recyclingbaustoffe im Gebäude aufmerksam gemacht werden kann?

Gruppen

Die Bauprojekte werden in Gruppen mit je 6 bis 8 Studenten erarbeitet.

Zeitraumen

Arbeit am Projekt & Modellbau: 8.00-11.10, 12.30-15.50

Präsentation & Begutachtung durch die Jury: 16.00-16.45 Uhr

Bekanntgabe der Wettbewerbsgewinner: 16.55-17.40 Uhr



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

Titel der Arbeit (in Druckschrift):

Recyclingbeton-Seminar im Architektur- und Bauingenieurwissenschaftsstudium an der ETH Zürich

Verfasst von (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

Name(n):

Beber

Becciolini

Föllner

Hischier

Meyer

Wunderlin

Vorname(n):

Lena

Nicolas

Eva

Chantal

Lena

Elia

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt „Zitier-Knigge“ beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

Ort, Datum

23.05.2018

Unterschrift(en)

L. Beber

Nicolas Becciolini

Eva Föllner

Chantal Hischier

L. Meyer

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich. Durch die Unterschriften bürgen sie gemeinsam für den gesamten Inhalt dieser schriftlichen Arbeit.

E. Wunderlin