

Integration RC in den Lehrplan



Dokumentation Gruppe 21

01.06.2018

Adele Blatter, Donat Crippa, Eliane Ballmer, Nicolà Bossard, Nils Ulrich, Paulina Körner

Zusammenfassung

Die Massnahme zielt darauf ab, das Thema Recyclingbeton (RC) in die Lehrpläne der Studienrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften zu integrieren und so zukünftige Architekten und Bauingenieure auf den Baustoff aufmerksam zu machen und ihnen Fachwissen zu vermitteln. Um die jetzige Situation zu evaluieren und mögliche Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren, werden Interviews mit praktizierenden Architekten und Ingenieuren sowie mit Dozenten der Fachrichtungen geführt. Die Ergebnisse aus diesen Gesprächen dienen der Erstellung von jeweils einem Antrag an die Unterrichtskommissionen der Departemente Architektur (D-ARCH) und Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG). Diese bestehen jeweils aus einem Anschreiben an die Kommission sowie aus einer doppelseitigen Informationsbroschüre. Durch diese Massnahme sollen langfristig vor allem die Studenten profitieren, aber auch die Bedürfnisse des arv, der RC-Produzenten und des BAFU werden befriedigt.

Ausgangslage und Ziel

Insight

Obwohl die Nachhaltigkeit in vielen Lebensbereichen eine immer grössere Rolle spielt, wird die grösste Abfallmenge der Schweiz, der Bauabfall - jährlich fallen über 15 Millionen Tonnen mineralischer Bauabfall an (Dialogportal Grüne Wirtschaft, 2018) - nur zu einem geringen Teil in Form von Recyclingbeton (RC) wiederverwendet.

Wie bei früheren Umweltproblemen beobachtet werden konnte, läuft die Lösungsfindung immer nach einem gewissen Muster ab: zu Beginn wird die Problematik von grossen Teilen der Bevölkerung nicht wahrgenommen. Nur eine kleine Pioniergruppe beginnt sich damit auseinanderzusetzen und entwickelt einen Lösungsansatz und darauf aufbauende Massnahmen, um die Problematik anzugehen. Die Pioniergruppe sowie die Massnahmen werden von der betroffenen Branche aus Eigeninteresse ignoriert und teilweise unterdrückt. Auch von der Gesellschaft werden sie, teils unter der Beeinflussung der Branche, grösstenteils belächelt. Die Problematik und ihre Auswirkungen werden schwerwiegender, wodurch die Wahrnehmung dafür graduell gesteigert wird. Dadurch entwickelt sich die Pioniergruppe zu einer Bewegung, die mit der Zeit an Grösse gewinnt. Auch die Branche beginnt sich aufgrund des Drucks der Bewegung zu verändern und schliesst sich ihr an. Wird diese Theorie der Veränderung auf die Baustoffproblematik angewendet, zeigt sich, dass die Notwendigkeit der Kreislaufwirtschaft im Hochbau sowie die gesteigerte Ressourcenknappheit von Kies gering wahrgenommen werden. Jedoch hat sich im Bezug auf RC bereits eine Pioniergruppe gebildet. Diese Gruppe ist im Vergleich zur gesamten Baubranche noch klein und konnte daher noch keine grundlegende Veränderung in der Branche bewirken.

Rich Picture

Das Rich Picture dient der Visualisierung unserer Insight. Das Rich Picture aus der Syntheseweche ist im Anhang zu finden.

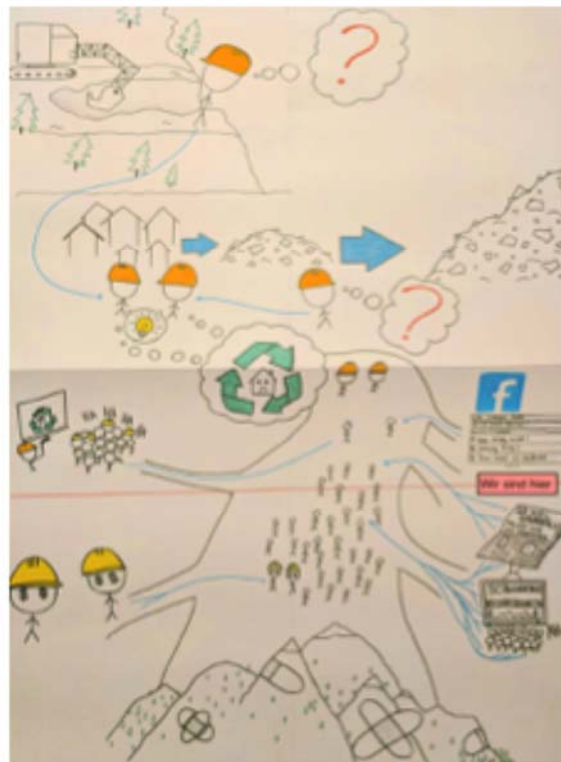


Abbildung 1: Rich picture

Stakeholder

arv

RC-Produzenten

BAFU

Problemstellungen

arv

Der arv vertritt die jetzige Bewegung, welche aus seinen Mitgliedern besteht, gegenüber Behörden, Bauherren und Unternehmen. Im Namen dieser Bewegung will er die Akzeptanz von RC und den Gedanken der Kreislaufwirtschaft in Bezug auf RC fördern und auf die Baustoffproblematik aufmerksam machen. Dies ist momentan erschwert, weil die Bewegung noch zu klein ist, um einen grundlegenden Wandel in der Baubranche herbeiführen zu können (ARV, 2018).

RC-Produzenten

Die RC-Produzenten haben die Idee der ursprünglichen Pioniergruppe verstanden, sie kommerzialisiert und sind somit zu einem Mitglied der Bewegung geworden. Ihr Ziel ist es, einen möglichst hohen Umsatz zu erwirtschaften, wofür der Marktanteil von RC im Vergleich zu Primärbeton gesteigert werden muss. Dieser Anteil ist momentan noch gering, weil die Notwendigkeit der Kreislaufwirtschaft im Hochbau sowie die gesteigerte Ressourcenknappheit von Kies nicht genug wahrgenommen wird.

BAFU

Das BAFU selbst gehört nicht der Bewegung an, sondern fördert sie, weil es dadurch seine eigenen Ziele erreichen kann. Diese Ziele sind: Die natürlichen Ressourcen langfristig zu schonen, eine nachhaltige Bewirtschaftung derer sicherzustellen, sowie die Landschaftsqualität in der Schweiz zu erhalten. Zudem strebt es einen Rückgang der Deponievolumen mineralischer Rückbaumaterialien an (vgl. (BAFU, 2018a, 2018b)). Zurzeit können sie ihre Ziele noch nicht vollständig erreichen, weil die Bewegung im Vergleich zur gesamten Baubranche noch zu klein ist und daher noch keine grundlegende Veränderung in der Branche bewirkt werden konnte.

Studierende der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften der ETH

Die Studierenden der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften der ETHZ möchten eine möglichst breite Ausbildung bekommen, um optimal auf die zukünftigen Herausforderungen im Arbeitsalltag vorbereitet zu sein. Da die Nachhaltigkeit in vielen Lebensbereichen eine immer grössere Rolle spielt und der Ressourcendruck in Zukunft zunehmen wird, sind sie durch die jetzige Ausbildung nicht ausreichend darauf vorbereitet, weil der Lernplan Recyclingbaustoffe nicht im nötigen Detail behandelt.

Ziel der Massnahme

Ziel unserer Massnahmen ist es an dem Punkt unserer Insight anzusetzen, an dem der Übergang von einer kleinen Bewegung zu einer grossen gesellschaftlichen und brancheninternen Bewegung stattfindet, um schlussendlich die Verwendung von RC zu fördern. Dieser Übergang soll durch gesteigerte Wahrnehmung der Baustoffproblematik sowie durch vermehrte Kenntnis von RC und Wissen über RC geschehen. Eine Voraussetzung dafür ist es, die Ausbildung der zukünftigen Akteure der Baubranche in Bezug auf RC anzupassen. Mit Hilfe von Onlinerecherchen und Interviews mit praktizierenden Architekten und Bauingenieuren sowie mit Dozenten an der ETHZ soll einerseits gezeigt werden, was zu dem Baustoff in den Studiengängen Architektur und Bauingenieurwissenschaften bereits vermittelt wird. Andererseits soll dadurch ermittelt werden, welche Themen in die Ausbildung integriert werden sollten. Eine Beschreibung der langfristigen Ziele ist im Anhang zu finden.

Stand der Entwicklung

An der ETHZ wird RC im D-ARCH und D-BAUG kaum thematisiert. Durch Onlinerecherchen und Interviews mit Dozenten hat sich herausgestellt, dass Architekten im Bachelor mit dem Thema kaum in Berührung kommen und es im Master von der Vertiefung der Studierenden abhängig ist. In der Schweiz gibt es bereits vereinzelt Weiterbildungsprogramme zum Thema RC, jedoch sind diese meist kostenpflichtig und nicht an Studenten gerichtet. Im Vergleich dazu werden in Deutschland an der Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg von der Fakultät „Arbeitsgebiet Bauliches Recycling“ Kurse im Bachelor und Master der Bauingenieurwissenschaften angeboten (btu, 2018a). Das Programm kann als positives Vorbild dienen, um ein ähnliches Angebot an der ETHZ zu konzipieren. Dafür müsste das Programm jedoch für Architekten angepasst werden. Eine detailliertere Beschreibung des Standes der Entwicklung ist im Anhang zu finden.

Darstellung der Massnahme

Diese Massnahme beruht auf ausführlichen Interviews mit Experten aus der Baubranche zum Thema RC in der Ausbildung. Durch Gespräche mit praktizierenden Architekten und Bauingenieuren sowie mit Dozenten im D-BAUG und D-ARCH, ergänzt durch Onlinerecherchen, soll herausgefunden werden, was bereits zum Thema RC in der Ausbildung vermittelt wird und wo es noch Verbesserungsbedarf gibt. Die Ausbildung und Weiterbildung von Akteuren in der Baubranche sind die Grundlage für die Akzeptanz von RC in der Zukunft. Eine vermehrte Integration der Thematik RC in die Ausbildung erscheint sinnvoll, jedoch sollte dafür erst einmal die jetzige Situation analysiert werden. Wenn dies evaluiert wurde, kann ein Antrag an die Unterrichtskommissionen der Departemente gestellt werden, damit RC in die Lehrpläne für die Studiengänge Architektur und Bauingenieurwissenschaften aufgenommen wird.

Für die Erstellung unseres Prototyps wurden bereits Gespräche mit den folgenden Personen geführt:

- Prof. Dr. Kaufmann - Institut für Baustatik und Konstruktion
- Dr. Timothy Wangler - Doktorand am 'Institute for Building Materials' und Dozent für Baustoffe III
- Prof. Dr. Habert - Inst. Bau- & Infrastrukturmanagement ETHZ
- Mario Bleisch, Teamleiter Bauphysik, Akustik bei Amstein + Walthert
- Daniel Christen - Architekt bei Netwerch Architektur
- Ruedi Lattmann - Architekt ETHZ/SIA

Massnahmenbeschreibung

Der Prototyp besteht im Wesentlichen aus jeweils einem Antrag an die Unterrichtskommissionen der Departemente Architektur und Bau, Umwelt und Geomatik. Diese bestehen jeweils aus einem Anschreiben an die Kommission sowie aus einer doppelseitigen Informationsbroschüre.

In dem Anschreiben an die Unterrichtskommission soll der Antrag gestellt werden RC in den Lehrplan aufzunehmen. Dafür wird kurz der Hintergrund der Massnahme beschrieben und begründet, wieso wir die jeweiligen Studienrichtungen als Zielgruppe ausgewählt haben. Die Informationsbroschüre dient der Begründung für unseren Antrag und soll die Mitglieder der Kommission von dem Vorschlag überzeugen. Die Broschüre erläutert kurz die allgemeine Relevanz von RC, beschreibt die aktuelle Lage der Wahrnehmung von RC in der Baubranche, stellt die Uneinigkeiten bezüglich des Baustoffes in der Baubranche dar, zeigt die aktuelle Faktenlage und erklärt, wieso eine Einbindung von RC in der Ausbildung von Bauingenieure bzw. Architekten relevant ist.

Der Hauptteil zeigt, was es zum Thema RC im Studium bereits gibt und macht Vorschläge, wie und was dazu in den Lehrplan aufgenommen werden sollte. Der Inhalt der Broschüre basiert auf den Erkenntnissen aus den Gesprächen mit den Experten sowie Aussagen der interviewten Personen (für die konkreten Interviews siehe Anhang). Dies wird ergänzt durch Informationen aus den Teilanalysen aus dem ersten Semester.

Die Broschüre wurde so designt, dass sie die Mitglieder der Unterrichtskommission anspricht und die Informationen so gegliedert sind, dass sie schnell erfasst werden können. Eine Grafik, welche die schwindenden abbaubaren Kiesreserven darstellt und ein Bild des LEE Gebäudes

der ETHZ sollen die Wichtigkeit von RC weiter unterstreichen. Diese Informationsbroschüre bietet natürlich nur einen beschränkten Einblick in die Thematik und soll dazu dienen, dass die Mitglieder der Unterrichtskommission die wichtigsten Informationen auf einen Blick bekommen.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die Informationsbroschüre sowie das Anschreiben für das Architekturstudium. Die Ausarbeitung für das Studium der Bauingenieure kann im Anhang gefunden werden.

Projektgruppe 21, UPL II
Leonhardstrasse 12,
8001 Zürich
E-Mail: paulina.koerner@usys.ethz.ch

23.05.18
Herr Rudolf Krieg
Unterrichtskommission Departement D-ARCH
studiensekretariat@arch.ethz.ch

Antrag: Integration Recyclingbeton in den Lehrplan des Architekturstudiums

Sehr geehrte Damen und Herren der Unterrichtskommission

Wir sind Studierende der ETH Zürich im 2. Semester des Studiengangs Umweltwissenschaften. Wir erarbeiteten in der Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen im Rahmen einer Fallstudie zur Thematik Recyclingbaustoffe ('Häuser aus Häusern bauen') Massnahmen, mit dem Ziel die Menge rezyklierter Baustoffe im Hochbau in der Schweiz zu erhöhen. Eine unserer Massnahmen bestand daraus, anhand von Interviews mit Experten aus der Baubranche (Architekten, Dozenten der Studiengängen Architektur und Bauingenieurwissenschaften usw.) ausfindig zu machen, ob es sinnvoll ist RC vertiefter in den Lehrplan der genannten Studiengängen einzubinden. Diese Interviews haben Aufschluss darüber gegeben, was in der momentanen Ausbildung betreffend Recyclingbeton schon vermittelt wird und was fehlen könnte, sodass sich die Verwendung von Recyclingbeton bei Architekten stärker etablieren könnte. Durch die Gespräche mit den Experten und der Analyse der gesamten Situation haben sich konkrete Vorschläge ergeben, Recyclingbeton in den jetzigen Lehrplan einzubinden.

Da der Architekt stark in der Bauplanung involviert ist und bei vielen Entscheidungen eine wichtige Rolle spielt, erachten wir es als essentiell, dass Recyclingbeton in der Ausbildung der Architekten einen höheren Stellenwert bekommt. Deshalb wollen wir hiermit einen Antrag stellen, Recyclingbeton in den Lehrplan des Architekturstudiums aufzunehmen.

Einen kurzen Überblick über die Relevanz der vermehrten Verwendung von Recyclingbeton, die wichtigsten Einsichten aus den Interviews sowie die konkreten Vorschläge für eine Einbindung von der Thematik in den Lehrplan finden Sie in der beigelegten Informationsbroschüre.

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich zur Verfügung oder leiten Sie gerne an Experten wie der ARV, den Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz, weiter.

Wir hoffen, dass Sie unseren Antrag annehmen und wir dadurch in Zusammenarbeit mit Ihnen zu mehr Nachhaltigkeit in der Baubranche beitragen können.

Mit freundlichen Grüßen
Projektgruppe 21, UPL II

23.05.18

Abbildung 2: Anschreiben an die Unterrichtskommission Departement D-ARCH

Recyclingbeton im Architekturstudium an der ETH

Wieso Recyclingbeton?

Recyclingbeton (RC) besteht im Gegensatz zu herkömmlichem Beton zu mindestens 25% aus Beton- oder Mischabbruchgranulat. Für deren Herstellung wird ein Teil der natürlichen Rohstoffe durch aufbereitete Rückbaustoffe ersetzt. So ermöglicht RC einen sinnvollen Gebrauch von Bauabfällen. Dadurch können Ressourcen geschont, der Stoffkreislauf geschlossen und somit die Belastungen der Deponien verringert werden. (Bachmann et al., 2017)

Die Reduktion des Ressourcendrucks ist wichtig, weil die Kiesreserven in der Schweiz in den letzten 150 Jahren dramatisch geschrumpft sind (Abb.1), vor allem aufgrund des Kiesabbaus für die Betonproduktion (NEROS, 2013). Wenn wir weiterfahren wie bisher, sind die Ressourcen bald aufgebraucht. Mithilfe der heutigen Technik ist es möglich, Rückbaustoffe sauber zu trennen und daraus RC herzustellen, welcher qualitativ vergleichbar ist wie Primärbeton (PB) ist (Bachmann et al., 2017). Die Verwendung von RC wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen müssen, da die Zahl der Neubauten immer mehr zunehmen wird und die Ressourcen immer knapper werden.

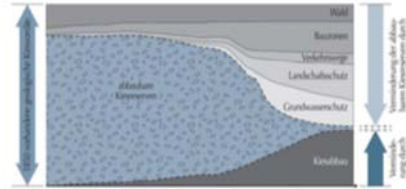


Abbildung 1: Abnahme der Kiesreserven durch Kiesabbau, Bauten und Umweltschutz (NEROS, 2013)

Aktuelle Lage

RC hat momentan einen schweren Standpunkt in der Baubranche, da viele Vorurteile gegenüber RC und Zweifel an dessen Qualität existieren. In Interviews mit Experten wurde bestätigt, dass diese Haltung auch von vielen Architekten vertreten wird.

"Es gibt Leute in der Baubranche, die Angst haben RC zu benutzen. Und das kommt von den Architekten."

Prof. Dr. Habert - Inst. Bau- & Infrastrukturmanagement ETHZ

"Beim Architekt habe ich schlussendlich immer das Problem, dass die Optik eine riesen Rolle spielt und sie haben sofort Angst, dass man bei RC eine optische Veränderung sieht."

Mario Bleisch - Teamleiter Bauphysik, Akustik bei Amstein + Walther

"Was ist das Vorurteil von einem Architekt gegen RC? Es sieht nicht gleich schön aus aber das bezieht sich nur auf Sichtbeton und diese Argument lässt sich ziemlich einfach entkräften."

Daniel Christen - Architekt bei Netwerch Architektur



Uneinigkeit in der Branche

Zur Zeit mangelt es an einheitlichem Wissen in der Baubranche bezüglich RC. Die folgenden Aussagen bestätigen dies und zeigen, dass die Thematik in der Ausbildung vermehrt eingebracht werden sollte, um Klarheit zu schaffen.

"RC ist wie normaler Beton" - Prof. Dr. Habert

"Probably you can only use the recycled concrete aggregate for lower quality structures and nothing like a new building" - Dr. Timothy Wanger - Doktorand am Institute for Building Materials, Dozent Baustoffe III

"Die Betondecke, die nicht der Witterung ausgesetzt ist, sich unproblematisch mit RC umsetzbar." - Ruedi Lattmann - Architekt ETH/SIA

"SIA Normen wurden in Zusammenarbeit mit der EMPA entwickelt, darum gehe ich davon aus, dass die ganzen Kernwerte, mindestens von der statischen Seite her, abgedeckt sind." - Mario Bleisch

"Reason why you don't see RC that widespread is because we do not have any kind of norm for it" - Dr. Timothy Wanger

Tatsächliche Faktenlage

Norm-Situation

Es existiert bereits das SIA Merkblatt 2030, welches Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten etc. von RC festlegt.

Qualität von RC

Die Qualität von RC ist aufgrund von Eigenschaftsunterschieden minimal kleiner als die von PB. Jedoch muss RC dieselbe Qualitätsprüfung wie PB bestehen (SIA, 2010), um verwendet werden zu dürfen. Daraus lässt sich schließen, dass der Qualitätsunterschied so klein ist, dass daraus keine Auswirkung auf die in der SIA-Norm verankerte Verwendung von RC resultiert. (Bachmann et al., 2017)

Optik

"RC-C (aus Betongranulat) sieht wie normaler Beton aus." - Prof. Dr. Habert

Abbildung 3: Informationsbroschüre Architekturstudium

Wieso relevant für Architekten?

Vertieftes Wissen über RC ist für den zukünftige Architekten entscheidend, da er die Möglichkeit hat, die Verwendung von RC zu steigern, u.a. dadurch, dass er viel Macht in der Wahl des Baustoffes hat.

"Wenn der Architekt entscheidet, dass RC benutzt wird, dann werden sich alle anderen daran halten."

- Prof. Dr. Habert

Zudem bietet RC eine Möglichkeit, die Optik beim Bauen mit Beton zu vervielfältigen. Da es bis jetzt noch nichts Spezifisches zu RC in der Ausbildung der Architekten an der ETH Zürich gibt, birgt die Integration der Thematik in den Lehrplan ein grosses Potenzial.

"Ich habe das Gefühl, dass sehr viele Vorurteile da sind, weil Wissen fehlt."

- Mario Bleisch

Immer mehr Gebäude werden mit RC gebaut, u.a. das LEE Gebäude der ETH Zürich:



(ETH Zürich, 2018)

RC im Architekturstudium heute vs. morgen

Was hat es?

Das Architekturstudium an der ETH ist bereits sehr umfangreich und eine Vielzahl an verschiedenen Aspekten wird thematisiert. Laut Daniel Christen ist in Bezug auf RC die "fachliche Kompetenz (...) schon grösstenteils gegeben". Jedoch wird die Thematik RC bei den Architekten nicht spezifisch angesprochen. In Zukunft wird dieses Thema in der Baubranche jedoch wichtiger werden, weshalb es essentiell ist, dass die Architekten darauf vorbereitet werden.

Was braucht es?

Damit Vorurteile und Zweifel an RC bei den zukünftigen Architekten nicht entstehen, müssen Architekturstudenten auf das Potenzial von RC aufmerksam gemacht werden und genug Informationen bekommen, um sich im Umgang mit dem Baustoff kompetent zu fühlen. Durch die intensive Beschäftigung mit RC im Rahmen des Kurses Umweltproblemlösen und den Gesprächen mit Experten haben sich folgende Vorschläge ergeben, um RC in den Lehrplan einzubinden:

Praktischer Kurs:

- Ein praktisches Projekt mit RC anstatt herkömmlichem Beton umsetzen.

Wirkung

- Optik und Haptik von RC aufzeigen
- Eigenschaften im Vergleich zu PB werden verdeutlicht
- Zeigen: Was kann RC, was PB nicht kann?

Exkursion:

- Einen Ausflug zu verschiedenen Gebäuden, die mit RC umgesetzt wurden, zeigt ein gutes Beispiel für die Verwendungsmöglichkeiten von RC.

Wirkung

- Optik und Haptik von RC aufzeigen
- Demonstration der Variabilität von RC und verschiedene Einsatzmöglichkeiten zeigen

Vorlesung:

- Problematik der Ressourcenknappheit, Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile von RC und Normen thematisieren.

Wirkung

- Sinnggebung für die Verwendung von RC aufzeigen
- Vertrauen im Umgang mit dem Baustoff fördern

Synthese

Der steigende Ressourcendruck und die ansteigende Menge an Rückbaumaterialien zeigen, dass RC ein wichtiger Bestandteil der Kreislaufwirtschaft ist und in Zukunft noch an Relevanz gewinnen wird. Einer der thematischen Schwerpunkte der ETH ist die Nachhaltigkeit. Dieses Thema wird auch im Architekturstudium behandelt, jedoch wäre eine vertiefte Beschäftigung mit RC eine sinnvolle Ergänzung. Ausserdem bietet der Baustoff vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten für Architekten und sollte deshalb in den Lehrplan aufgenommen werden.

Da RC in vielen Aspekten sehr ähnlich zu PB ist, wäre eine Integration der Thematik in bestehende Kurse sinnvoll. Wie oben dargestellt, ist eine Kombination aus praktischen Anwendungen, Exkursionen und theoretischen Vorlesungen optimal, damit sowohl die Optik und Haptik als auch die Eigenschaften von RC ausreichend vermittelt werden können.

Referenzen

Bachmann, V., Balmer, E., Cottier, A., Schneider, T., Schnegg, L., & Probst, T. (2017). *Primär- und Recyclingbeton im Vergleich*. ETH Zürich. (2018, 13.10.2014). Neues ETH Gebäude LEE eröffnet Zugriff am 05.05. Abgerufen von https://www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2014/10/LEE_Eroeffnung.html.
 NEROS. (2013). *Kies & Sand*. Abgerufen von: http://neros.ch/wp-content/uploads/NEROS_Factsheet_Kies.pdf.
 Recyclingbeton vom Februar 2010 (Merktblatt 2030, SIA, Merktblatt 2030).

Umsetzung der Massnahme

Die Massnahme könnte sowohl von den Mitgliedern der Projektgruppe 21 im Rahmen des Kurses Umweltproblemlösen III, als auch von anderen Interessensgruppen fortgesetzt werden. Der arv ist an einer vermehrten Thematisierung von RC an der ETHZ interessiert und verfügt über die nötigen Kontakte, um weitere Interviews mit Experten durchführen zu können. Aber auch die Verantwortlichen der ETHZ, welche für die Erstellung und Erweiterung der Lehrpläne zuständig sind (Herr Rudolf Krieg - DARCH, Frau Franziska Tschudin D-BAUG), wären an einer Umsetzung beteiligt.

Die Umsetzung betrifft die ETHZ im D-ARCH und D-BAUG. Ein spezifischer Ort für die Umsetzung ist dabei nicht nötig. In einem ersten Schritt wird das Set der Interviews erweitert, insbesondere mit praktizierenden Bauingenieuren und Dozenten der Fachrichtung Architektur. Diese Interviews können an verschiedenen Orten durchgeführt werden, je nach Flexibilität und Möglichkeiten der Gesprächspartner. Für den Prototyp wurden die Interviews sowohl an der ETHZ, als auch am Arbeitsplatz der interviewten Personen durchgeführt. Darauf folgt in einem zweiten Schritt die Auswertung und Analyse der Aussagen. Diese müssen im Kontext der jetzigen Situation bewertet werden und Schlussfolgerungen für die Verbesserung der Situation daraus gezogen werden. Der dritte Schritt der Umsetzung besteht darin, die Vorlage der Informationsbroschüre für den Antrag an die Unterrichtskommissionen der Departemente auszuarbeiten bzw. anzupassen. Dabei muss insbesondere berücksichtigt werden, in welche Kurse die Thematik eingebunden werden soll. Zu guter Letzt muss der Antrag an die Unterrichtskommission gestellt werden. Dies muss elektronisch eine Woche vor dem nächsten Treffen der Kommission geschehen. Das nächste Treffen der Kommission der Architekten findet am 12.09.18 statt. Der Termin für die Bauingenieurwissenschaften ist nicht bekannt.

Kosten und Gewinne

Für die Massnahme sind keine finanziellen Aufwendungen nötig, solange die Interviews kostenfrei durchgeführt werden können. Für die Dozenten und Verantwortlichen an der ETHZ könnten jedoch Kosten in Form von Zeitaufwand für die Ausarbeitung und Erstellung von Vorlesungsunterlagen entstehen, wenn sie die Thematik in den Lehrplan integrieren.

Der Gewinn liegt hauptsächlich in der Verbesserung des Bildungsangebots. Davon profitieren die Studenten, da sie dadurch ihr Wissen um einen innovativen und zukunftsfähigen Baustoff erweitern und besser auf den Umgang mit RC in ihrem zukünftigen Berufsalltag vorbereitet sind. Darüber hinaus profitieren langfristig sowohl der arv, als auch die Produzenten von RC, da durch eine Umsetzung die Akzeptanz für den Baustoff in der Baubranche gefördert wird und so auch die Nachfrage gesteigert wird. Schlussendlich profitiert auch das BAFU, da die eingesetzte Menge RC im Hochbau ansteigen wird, wodurch der Ressourcendruck vermindert und der Bauabfall sinnvoll verwertet wird, was die Deponien entlastet.

Prototypentest mit den Stakeholdern

Bei den Prototypentests wurde nützliches Feedback gegeben, das bei der weiteren Ausarbeitung der Massnahme geholfen hat. Der Vertreter des arv teilt die Meinung, dass es mehr über RC in der Ausbildung braucht, um dessen Verwendung erhöhen zu können. Der arv selbst sei daran, diesen Missstand zu verändern (siehe Stand der Entwicklung), doch scheiterte es bis jetzt bei der Umsetzung. Er sicherte zu, dass der arv eine Umsetzung der Massnahme unterstützen würde.

“Wenn man etwas ändern will, muss man es ihnen in den Kopf bringen.”

Dieses Zitat zu der Massnahme stammt von einem Vertreter der RC-Produzenten und zeigt seine Überzeugung, dass es essentiell ist, RC in der Ausbildung stärker zu thematisieren, auch weil dies eine langfristige Wirkung zeigen würde. Insbesondere sei es wichtig, RC bei den Bauingenieuren zu thematisieren. Diese haben einen Kurs zum Thema Materialkunde, in dem Beton detailliert besprochen wird, RC jedoch nicht. Auch der Vertreter des BAFU, reagierte positiv überrascht auf unsere Massnahme. Er war der Meinung, dass eine Umsetzung eine gezielte Wirkung zeigen würde und an einem Punkt ansetzt, der schon lange hätte berücksichtigt werden müssen. Die Studierenden der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften haben sich meist gleichgültig dem Vorschlag gegenüber gezeigt. Dies war aber zu erwarten, da sie nicht von etwas begeistert sein können, von dem sie nichts wissen.

Weitere wichtige Stakeholder

Ohne die Zustimmung der Unterrichtskommissionen der beiden Fachrichtungen ist die Umsetzung dieser Massnahme nicht möglich. Zudem sind wir auf die Mitwirkung der Dozenten der Kurse, in die das Thema RC eingebunden werden soll, angewiesen. Bei den Interviews mit den Dozenten hat sich ergeben, dass Prof. Dr. Habert sowie Prof. Dr. Kaufmann schon darüber nachgedacht haben, RC in Ihren Vorlesungen stärker zu thematisieren. Beide betonten jedoch, dass schon jetzt sehr viel Vorlesungsstoff bewältigt werden muss. Folglich wären sie an einer Umsetzung, die den Umfang des Stoffes in einem sinnvollen Rahmen erweitert, sicher interessiert.

Nachhaltigkeit der Massnahme

Um die nachhaltigen Auswirkungen der Massnahme: "Integration RC in den Lehrplan" prüfen zu können, wurde eine Nachhaltigkeitsbeurteilung durchgeführt, welche auf der untenstehenden Tabelle zusammengefasst ist. Eine genauere Beschreibung Nachhaltigkeitsbeurteilung ist im Anhang zu finden.

Kriterien	Wirkung der Massnahme	Beurteilung
Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit		
Förderung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit	Das Fördern der Kreislaufwirtschaft führt zu einem effizienteren Einsatz der Kiesressourcen während die ökonomische Leistungsfähigkeit erhalten bleibt.	++
Umweltgerechte Produktion	Die begrenzt bessere Ökobilanz von Recyclingbeton senkt die Treibhausgasemissionen nur geringfügig.	+
Ökologische Verantwortung		
Verbrauchsbegrenzung für nicht erneuerbare Ressourcen	Mehr Einsatz von Recyclingbeton begrenzt den Verbrauch von Kiesressourcen.	++
Lebenswerte Natur- und Kulturlandschaft	Der durch Recyclinggranulat ersetzte Primärkies wird eingespart. Dies führt zu einem Rückgang von Kieswerken und wirkt so der Landschaftszerschneidung entgegen.	+
Gesellschaftliche Solidarität		
Entwicklung des Humankapitals	Die Integration von RC im Lehrplan verbessert den Wissensstand der Architekten und Ingenieure und vergrössert so das Humankapital.	+

Abbildung 5: Nachhaltigkeitsbeurteilung

Massnahme in System

Im Folgenden wird die Massnahme 'Integration RC in den Lehrplan' alleine sowie im Zusammenspiel mit den anderen zwei Massnahmen hinsichtlich der Wirkung auf die Bedürfnisse der Stakeholder aus den Problemstellungen im System analysiert. Bedürfnisvariablen, Rückkopplungen, System Grid und Wirkung auf die Zielvariable 'Grösse der Bewegung' sind im Anhang unter Massnahme im System zu finden.

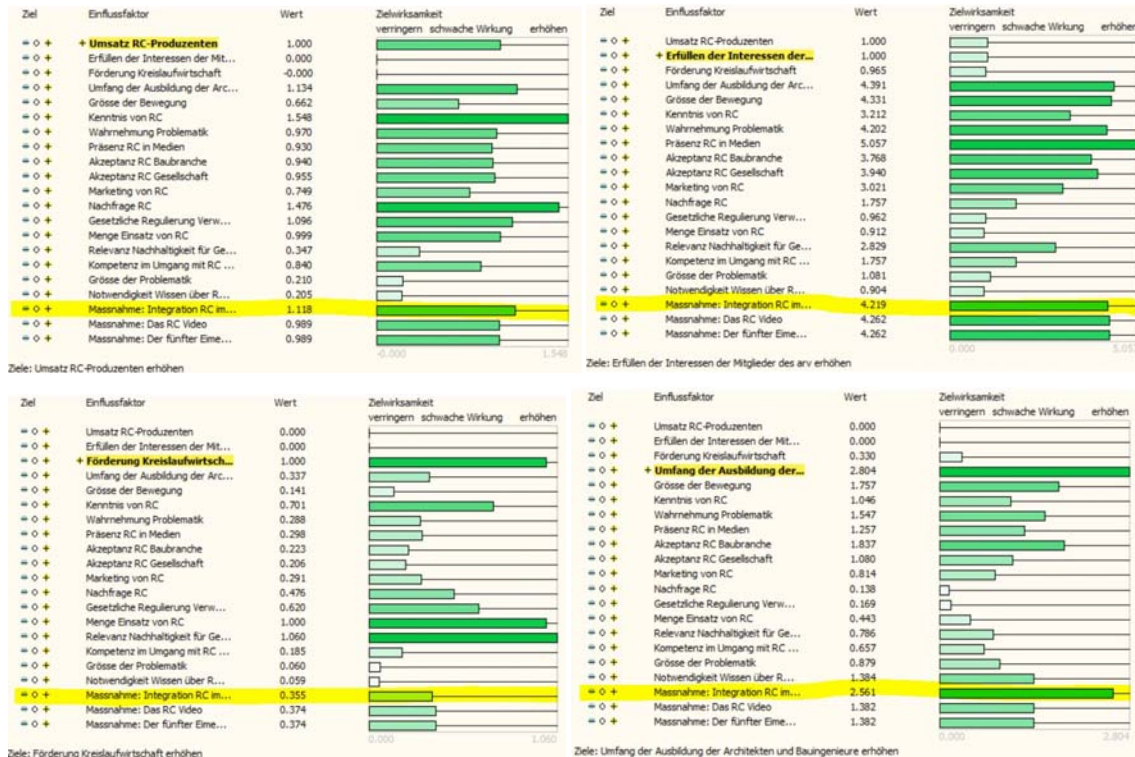


Abbildung 6: Wirksamkeitsanalyse

Betrachtet man die Wirkung der Massnahme auf die verschiedenen Bedürfnisse der Stakeholder, fällt auf, dass die grösste Wirkung bei "Umfang der Ausbildung der Architekten und Ingenieure", "Erfüllen der Interessen der Mitglieder des arv" und "Umsatz von RC-Produzenten" auftritt. Dies wirkt sich positiv auf die Akzeptanz von RC in der Baubranche aus, weshalb das Interesse der arv-Mitglieder und der RC-Produzenten besser erfüllt wird. Weil "Förderung Kreislaufwirtschaft" nur über die Menge an eingesetztem RC verändert werden kann und sonst von keiner passiven Variable abhängt, wirkt die Massnahme bei diesem Bedürfnis schwächer.

Betrachtet man das ganze Set der Massnahmen, zeigt sich, dass diese Massnahme im Allgemeinen die stärkste Wirkung zeigt. Sie kann unabhängig von den anderen zwei Massnahmen durchgeführt werden, da sie als einzige im Bildungswesen ansetzt und von den anderen beiden Massnahmen nicht beeinflusst wird. Eine Kombination aller drei Massnahmen zeigt jedoch die höchste Wirkung, weil dadurch viele verschiedene Zielgruppen abgedeckt werden können, wodurch RC grossflächig verbreitet und seine Akzeptanz gefördert werden kann. Mehr zur Verbindung der Massnahme mit den Anderen siehe Anhang. Einflussgrössen, die den Erfolg oder Misserfolg der Massnahme markant beeinflussen könnten, sind nicht ersichtlich, da diese Massnahme aktiv ist.

Weiteres Vorgehen

Die nötigen Schritte für eine weitere konkrete Umsetzung der Massnahme wurden unter dem Punkt, 'Umsetzung der Massnahme' bereits beschrieben. Da der Prototyp bereits relativ konkret umgesetzt wurde, würde der Fokus vor allem auf der Durchführung von weiteren Interviews, insbesondere mit arbeitenden Bauingenieuren und Dozenten im D-ARCH liegen, um den Antrag weiter auszuarbeiten. Ob es letztlich zu einer Integration von RC in den Lehrplan kommt, hängt hauptsächlich von der Entscheidung der Unterrichtskommission ab. In einem Gespräch mit Herrn Krieg hat sich aber bereits herausgestellt, dass dies durchaus möglich wäre. Wie oben bereits beschrieben, sollten keine Kosten bei einer weiteren Umsetzung entstehen, solange die Interviews kostenfrei durchgeführt werden können.

Fazit

Falls es zu einer weiteren Umsetzung kommt, hat diese Massnahme grosses Potential die jetzige Situation nachhaltig zu verbessern. Die Nachhaltigkeitsbeurteilung hat ergeben, dass durch die direkte Erweiterung des Bildungsangebots vor allem der Materialverbrauch, die Landschaftszerschneidung durch Kieswerke und der Materialfussabdruck verringert werden. Darüber hinaus zeigt sich die Massnahme sehr wirksam im System, insbesondere natürlich auf den Umfang der Ausbildung aber auch auf die Interessen der arv Mitglieder. Die Interessen der arv Mitglieder hängen von einer gesteigerten Kreislaufwirtschaft und höherem Umsatz mit RC ab und stehen somit in direktem Zusammenhang zu der Nachhaltigkeit der Massnahme.

Demnach wäre die Umsetzung der Massnahme sicher sinnvoll, da sowohl die Studierenden als auch die RC-Produzenten, der arv und das BAFU davon profitieren. Hinzu kommt, dass die Umsetzung der Massnahme vergleichsweise einfach ist und vermutlich ohne grossen Kostenaufwand durchgeführt werden kann.

Referenzen

- ARV. (2018, k.A.). ARV-Verband-über uns. Zugriff am 02.05. Abgerufen von <http://www.arv.ch/de/1024/Verband.htm - a-0>.
- BAFU. (2018a, 18.01.2017). Das BAFU in Kürze. Zugriff am 05.05. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/amt/das-bafu-in-kuerze.html>.
- BAFU. (2018b, 16.05.2018). Mineralische Rückbaumaterialien. Zugriff am 05.05. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/mineralische-rueckbaumaterialien.html>.
- btu. (2018a, k.A.). Arbeitsgebiet Bauliches Recycling Zugriff am 10.05. Abgerufen von <https://www.b-tu.de/ag-baurecycling/>.
- btu. (2018b, k.A.). Deutscher Umweltpreis 2016. Zugriff am 10.05. Abgerufen von <https://www.b-tu.de/ag-baurecycling/auszeichnungen/deutscher-umweltpreis-2016>.
- btu. (2018c, k.A.). Lehrveranstaltungen Zugriff am 10.05. Abgerufen von <https://www.b-tu.de/ag-baurecycling/lehre/lehrveranstaltungen>.
- Bundesamt für Statistik. (2018, 26.09.2016). Die Prinzipien der Nachhaltigen Entwicklung. Zugriff am 02.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/methodische-aspekte.assetdetail.969945.html>.
- Dialogportal Grüne Wirtschaft. (2018, 17.03.2017). Schweiz macht sich beim Recycling von Bauschutt auf den Weg. Zugriff am 21.4. Abgerufen von https://www.gruenewirtschaft.admin.ch/grwi/de/home/Gruene_Wirtschaft_konkret/schweiz-macht-sich-beim-recycling-von-bauschutt-auf-den-weg.html.
- OdA. (2018, k.A.). Abfall- und Rohstoffwirtschaft - wir gestalten die Zukunft. Zugriff am 10.05. Abgerufen von <https://www.abfall-rohstoff.ch/>.
- Rohstoffaufbereitung. (2018, k.A.). Lehrgang. Zugriff am 10.05. Abgerufen von <http://www.rohstoffaufbereiter.ch/lehrgang/lehrgang/>.

Anhang

Rich Picture

Dieses Rich Picture wurde in der Synthesewoche erstellt, wo wir mit der Erarbeitung unserer Massnahmen noch ganz am Anfang standen. Es dient als Verbildlichung, wie sich unsere Ansichten in diesem halben Jahr verändert haben.

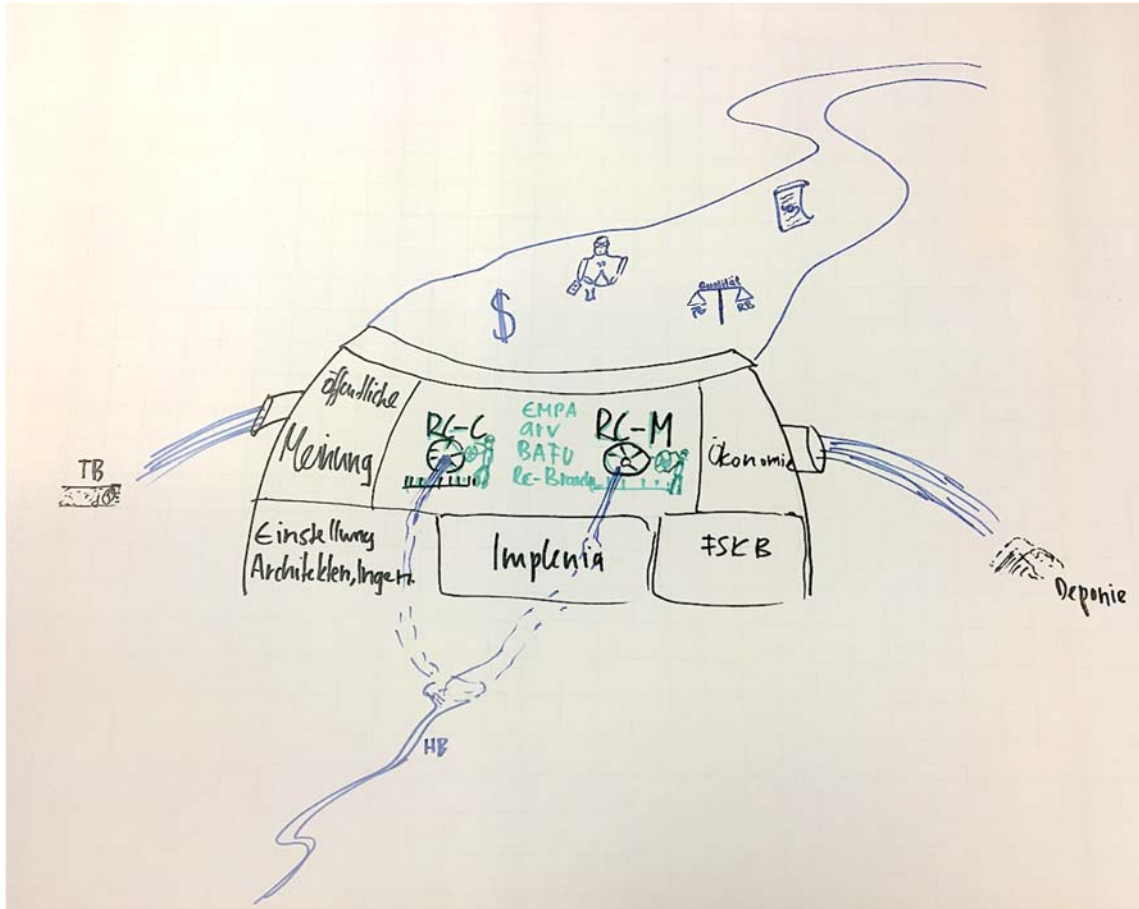


Abbildung 7 Altes Rich Picture

Langfristige Ziele der Massnahme

Langfristig gesehen, soll diese Analyse folglich ermöglichen, den Lehrplan anzupassen. Dadurch werden zukünftige Architekten und Bauingenieure auf RC aufmerksam gemacht und erlangen Fachwissen über den Baustoff. Dies soll den Abbau von Vorurteilen bewirken und ein Umdenken von PB zu RC in der Branche anregen, wodurch die Verwendung von RC gesteigert werden kann.

Falls in Folge dieser Massnahme das Ausbildungsprogramm angepasst wird, dann würden die Probleme der Stakeholder minimiert. Durch die vermehrte Einbindung von RC in der Ausbildung würde die Akzeptanz von RC in der Baubranche steigen, was die Interessen der Mitglieder des arv's befriedigen würde. Zudem bewirkt eine höhere Akzeptanz von RC einen Anstieg der Nachfrage nach RC, wodurch die RC-Produzenten einen höheren Umsatz erzielen würden. Dadurch wird die Menge an mineralischen Bauabfällen, der Ressourcendruck reduziert und Deponien geschont, wodurch die Kreislaufwirtschaft, das Ziel des BAFUs,

gefördert wird. Die Anpassung des Lehrprogramms hätte für die Studierenden der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften der ETHZ zur Folge, dass sie auf die zukünftige Arbeitswelt, in der Nachhaltigkeit eine immer grössere Rolle spielen wird, besser vorbereitet wären.

Stand der Entwicklung

ETH Zürich

An der ETHZ wird RC in den Departementen Architektur und Bauingenieurwissenschaften kaum thematisiert. Durch Onlinerecherchen und Interviews mit Dozenten hat sich herausgestellt, dass Architekten im Bachelor mit dem Thema kaum in Berührung kommen und es im Master von der Vertiefung der Studierenden abhängig ist. Im Studiengang Bauingenieurwissenschaften gibt es zwar praktische Kurse zum Thema Beton, jedoch wird RC auch in diesem Studiengang nicht explizit thematisiert. Während der Recherche konnten keine ähnlichen Massnahmen gefunden werden.

Schweiz

In der Schweiz gibt es bereits vereinzelt Weiterbildungsprogramme zum Thema RC. So bietet der arv u.a. den „Lehrgang Rohstoffaufbereitung“ an (Rohstoffaufbereitung, 2018). Dieser wurde gezielt für das Betriebspersonal von Kieswerken und Steinbrüchen, Anlagen zum Recycling von Bauschutt, Mischgutwerken und anderen Anlagen zum Recyceln konzipiert. Es sollen Berufsleute mit Praxiserfahrung weitergebildet werden. Der Kurs umfasst 28 Lehrgangstage mit 10 Modulen und ist kostenpflichtig (CHF 8'875.--). Auf der Internetseite der OdA Abfall- und Rohstoffwirtschaft (OdA, 2018) werden ausserdem zahlreiche Aus- und Weiterbildungskurse zum Thema Abfall- und Rohstoffwirtschaft angeboten. Dort wird zur Zeit jedoch kein Kurs spezifisch zum Thema RC angeboten. In der Schweiz gibt es also noch keine spezifischen Weiterbildungsprogramme für Architekten und Bauingenieure zu diesem Thema. Alle angebotenen Kurse werden zu wenig beworben, richten sich an die falsche Zielgruppe und sind zudem meist kostenpflichtig. Ein Angebot, wie es durch unsere Massnahme ermöglicht werden soll, gibt es folglich noch nicht.

International

Ein Vergleich mit ähnlichen Programmen in Frankreich ist schwierig, da dort etwas anderes unter RC verstanden wird als in der Schweiz. Laut Prof. Dr. Habert, tätig am Departement für Bau, Umwelt und Geomatik an der ETHZ, muss in Frankreich für RC so viel Recyclingkies wie möglich verwendet werden. Dadurch entstehen viele Probleme wie z.B. mit der Druckfestigkeit. Ein Vergleich erscheint schwierig, da es in Frankreich ganz andere Herausforderungen und Probleme bezüglich RC gibt und daher die Entwicklung des Marktes von RC anders ist.

In Deutschland gibt es ebenfalls gebührenpflichtige Weiterbildungsangebote für Berufsleute zum Thema RC. Z.B. bietet Baustoffrecycling Bayern Fortbildungskurse mit dem Thema "Qualitätssicherung bei Recyclingbaustoffen: WPK in der Praxis" an. Darüber hinaus gibt es in Deutschland an einigen Universitäten auch Kurse für Studenten. Ein Vorreiter auf diesem Gebiet ist die Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg.

Dort wird im Bachelor Bauingenieurwesen der Kurs „Kreislaufwirtschaft: Bauliches Recycling“ angeboten. Im Master gibt es darüber hinaus die Kurse „Aufbereitung und Verwertung von Bauschutt“, „Bauliches Recycling II“, „Wiederverwendung von Bauteilen“ und auf Nachfrage

„Projekt Nachhaltiges Bauen mit RC-Baustoffen und –produkten“. In den Kursen „Kreislaufwirtschaft: Bauliches Recycling“ und „Bauliches Recycling II“ sind ausserdem Fachexkursionen ein fester Bestandteil der Vorlesungen (btu, 2018c). Diese Kurse werden alle von der Fakultät „Arbeitsgebiet Bauliches Recycling“ angeboten, welche sich auf die „Analyse von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen zur Vermeidung, Verminderung und hochwertigen Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen“ konzentriert (btu, 2018a). Die Fakultät und das Lehrangebot sind ein grosser Erfolg. 2016 erhielt Prof. Dr.-Ing. Angelika Mettke, die Professorin und Leiterin der Fakultät, den Deutschen Umweltpreis, da „Sie (...) eingefahrene Strukturen in der Rohstoffwirtschaft durchbrochen und dem Grundsatz ‚Verwerten vor Deponieren‘ eine neue Qualität verliehen“ hat (btu, 2018b). Das Programm kann als positives Vorbild dienen, um ein ähnliches Angebot an der ETHZ zu konzipieren. Jedoch sind die Kurse an der Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg nur auf Bauingenieure ausgerichtet und müssten an der ETHZ auch auf Architekten ausgelegt werden. Das Programm zeigt jedoch, dass eine gezielte Wissensvermittlung zum Thema RC sinnvoll und umsetzbar ist und, dass eine Nachfrage für solch ein Angebot besteht.

Massnahmenbeschrieb

Ausarbeitung des Antrags und der Informationsbroschüre für den Antrag an die Unterrichtskommission der Bauingenieure.

Projektgruppe 21, UPL II
Leonhardstrasse 12,
8001 Zürich
E-Mail: paulina.koerner@usys.ethz.ch

Franziska Gertrud Tschudin
Unterrichtskommission Departement D-BAUG
tschudin@stab.baug.ethz.ch

Antrag: Integration Recyclingbeton in den Lehrplan des Studiums der Bauingenieurwissenschaften

Sehr geehrte Damen und Herren der Unterrichtskommission

Wir sind Studierende der ETH Zürich im 2. Semester des Studiengangs Umweltnaturwissenschaften. Wir erarbeiteten in der Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen im Rahmen einer Fallstudie zur Thematik Recyclingbaustoffe ('Häuser aus Häusern bauen') Massnahmen, mit dem Ziel die Menge rezyklierter Baustoffe im Hochbau in der Schweiz zu erhöhen. Eine unserer Massnahmen bestand daraus, anhand von Interviews mit Experten aus der Baubranche (Architekten, Dozenten der Studiengängen Architektur und Bauingenieurwissenschaften usw.) ausfindig zu machen, ob es sinnvoll ist RC vertiefter in den Lehrplan der genannten Studiengängen einzubinden. Diese Interviews haben Aufschluss darüber gegeben, was in der momentanen Ausbildung betreffend Recyclingbeton schon vermittelt wird und was fehlen könnte, sodass sich die Verwendung von Recyclingbeton bei Bauingenieuren stärker etablieren könnte. Durch die Gespräche mit den Experten und der Analyse der gesamten Situation haben sich konkrete Vorschläge ergeben, Recyclingbeton in den jetzigen Lehrplan einzubinden.

Da der Bauingenieur stark in der Bauplanung involviert ist und bei vielen Entscheidungen eine wichtige Rolle spielt, erachten wir es als essentiell, dass Recyclingbeton in der Ausbildung der Bauingenieure einen höheren Stellenwert bekommt. Deshalb wollen wir hiermit einen Antrag stellen, Recyclingbeton in den Lehrplan des Studiums der Bauingenieure aufzunehmen.

Einen kurzen Überblick über die Relevanz der vermehrten Verwendung von Recyclingbeton, die wichtigsten Einsichten aus den Interviews sowie die konkreten Vorschläge für eine Einbindung von der Thematik in den Lehrplan finden Sie in der beigelegten Informationsbroschüre.

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich zur Verfügung oder leiten Sie gerne an Experten wie der ARV, den Aushub-, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz, weiter.

Wir hoffen, dass Sie unseren Antrag annehmen und wir dadurch in Zusammenarbeit mit Ihnen zu mehr Nachhaltigkeit in der Baubranche beitragen können.

Mit freundlichen Grüssen
Projektgruppe 21, UPL II

Abbildung 8 Anschreiben Unterrichtskommission Bauingenieurwissenschaften

Recyclingbeton im Studium Bauingenieurwissenschaften an der ETH

Wieso Recyclingbeton?

Recyclingbeton (RC) besteht im Gegensatz zu herkömmlichem Beton zu mindestens 25% aus Beton- oder Mischabbruchgranulat. Für deren Herstellung wird ein Teil der natürlichen Rohstoffe durch aufbereitete Rückbaustoffe ersetzt. So ermöglicht RC einen sinnvollen Gebrauch von Bauabfällen. Dadurch können Ressourcen geschont, der Stoffkreislauf geschlossen und somit die Belastungen der Deponien verringert werden. (Bachmann et al., 2017)

Die Reduktion des Ressourcendrucks ist wichtig, weil die Kiesreserven in der Schweiz in den letzten 150 Jahren dramatisch geschrumpft sind (Abb.1), vor allem aufgrund des Kiesabbaus für die Betonproduktion (NEROS, 2013). Wenn wir weiterfahren wie bisher, sind die Ressourcen bald aufgebraucht. Mithilfe der heutigen Technik ist es möglich, Rückbaustoffe sauber zu trennen und daraus RC herzustellen, welcher qualitativ vergleichbar ist wie Primärbeton (PB) ist (Bachmann et al., 2017). Die Verwendung von RC wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen müssen, da die Zahl der Neubauten immer mehr zunehmen wird und die Ressourcen immer knapper werden.

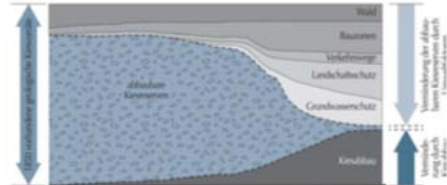


Abbildung 1: Abnahme der Kiesreserven durch Kiesabbau, Bauten und Umweltschutz (NEROS, 2013)

Aktuelle Lage

RC hat momentan einen schweren Standpunkt in der Baubranche, da viele Vorurteile und Zweifel an der Qualität des Baustoffes existieren. In Interviews mit Experten wurde bestätigt, dass diese Haltung auch von vielen Bauingenieuren vertreten wird.

"Das Vorurteil des Statikers könnte sein: es hält nicht gleich gut, aber dort gibt es simple statische Werte, welche für den Ingenieur einfach einschätzbar sind."

Daniel Christen - Architekt bei Netwerch Architektur

"RC can only be used for low quality applications because one is not sure about the performance of RC especially in terms of durability."

Dr. Timothy Wangler - Doktorand am Institute for Building Materials, Dozent Baustoffe III für D-BAUG

Die Bauindustrie hat immer Angst, dass das Gebäude nicht 200 Jahre lang halten wird. Für mich ist es diese Angst, die Schwierigkeiten bereitet, die Verwendung von RC voranzutreiben.

Prof. Dr. Habert - Inst. Bau- & Infrastrukturmanagement ETHZ



Uneinigkeit in der Branche

Zur Zeit mangelt es an einheitlichem Wissen in der Baubranche bezüglich RC. Die folgenden Aussagen bestätigen dies und zeigen, dass die Thematik in der Ausbildung vermehrt eingebracht werden sollte, um Klarheit zu schaffen.

"RC ist wie normaler Beton" - Prof. Dr. Habert

"Probably you can only use the recycled concrete aggregate for lower quality structures and nothing like a new building" - Dr. Timothy Wangler - Doktorand am Institute for Building Materials, Dozent Baustoffe III

"Die Betondecke, die nicht der Witterung ausgesetzt ist, ist sicher unproblematisch mit RC umsetzbar." - Ruedi Latmann - Architekt ETH/SIA

"SIA Normen wurden in Zusammenarbeit mit der EMPA entwickelt, darum gehe ich davon aus, dass die ganzen Kennwerte, mindestens von der statischen Seite her, abgedeckt sind." - Mario Bleisch - Teamleiter Bauphysik, Akustik bei Amstein + Walther

"Reason why you don't see RC that widespread is because we do not have any kind of norm for it" - Dr. Timothy Wangler

Tatsächliche Faktenlage

Norm-Situation: Es existiert bereits das SIA Merkblatt 2030, welches Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten etc. von RC festlegt.

Qualität von RC: Die Qualität von RC ist aufgrund von Eigenschaftsunterschieden minimal kleiner als die von PB. Jedoch muss RC dieselbe Qualitätsprüfung wie PB bestehen (SIA, 2010), um verwendet werden zu dürfen. Daraus lässt sich schließen, dass der Qualitätsunterschied so klein ist, dass daraus keine Auswirkung auf die in der SIA-Norm verankerte Verwendung von RC resultiert. (Bachmann et al., 2017)

"Wir sollten zeigen und überzeugen, dass es keinen Unterschied in der Druckfestigkeit und Dauerhaftigkeit gibt." - Prof. Dr. Habert

Abbildung 9 Informationsbroschüre Bauingenieurwissenschaften

Wieso relevant für Bauingenieure?

Vertieftes Wissen über RC ist für den zukünftigen Bauingenieur entscheidend, da er die Möglichkeit hat, die Verwendung von RC zu steigern, u.a. dadurch, dass er viel Macht in der Wahl des Baustoffes hat.

"It is the decision of the one, who signs the liability, who is the engineer" - Dr. Timothy Wangler

Da es bis jetzt noch nichts Spezifisches zu RC in der Ausbildung der Bauingenieure an der ETH Zürich gibt, birgt die Integration der Thematik in den Lehrplan ein grosses Potenzial.

"RC hat einen Stellenwert bekommen, wodurch die Chance, mindestens im Grossraum Zürich sehr gross ist, dass die Absolventen damit in Kontakt kommen. Da sollten sie nicht sagen, oh was ist das?"

- Prof. Dr. Walter Kauffmann - Institut für Baustatik und Konstruktion, Departement Bau, Umwelt und Geomatik

Immer mehr Gebäude werden mit RC gebaut, u.a. das LEE Gebäude der ETH Zürich:



(ETH Zürich, 2018)

RC im Studium der Bauingenieurwissenschaften heute vs. morgen

Was hat es?

Das Studium Bauingenieurwissenschaften an der ETH ist bereits sehr umfangreich und eine Vielzahl an verschiedenen Aspekten wird thematisiert. Dabei wird die Existenz von RC erwähnt. Zudem gibt es einen praktischen Bachelorkurs, in welchem der allgemeine Gebrauch von recycelten Granulaten thematisiert wird und Probemuster von verschiedenen recycelten Granulaten betrachtet werden. Die Thematik RC wird jedoch in keinem Kurs eingehend thematisiert. In Zukunft wird dieses Thema in der Baubranche wichtiger werden, weshalb es essentiell ist, dass die Bauingenieure dazu mehr Wissen erlangen.

Was braucht es?

Damit Vorurteile und Zweifel an der Qualität von RC bei den zukünftigen Bauingenieuren nicht entstehen, müssen die Studenten auf das Potenzial von RC aufmerksam gemacht werden und genug Informationen bekommen, um sich im Umgang mit dem Baustoff kompetent zu fühlen. Durch die intensive Beschäftigung mit RC im Rahmen des Kurses Umweltproblemlösen und den Gesprächen mit den Experten hat sich ergeben, dass die folgenden Themen angesprochen werden müssen, welche durch die unteren zwei konkreten Vorschläge in den Lehrplan eingebunden werden können

1. Eigenschaften, v.a. statische, und Einsatzmöglichkeiten von RC sowie Unterschiede zu PB müssen thematisiert werden.
2. Die Bauingenieure sollten verstehen, dass man eine andere Betonmischung braucht, wenn mit RC-Granulat gearbeitet wird, weil es eckiger ist. Daher müssen sie wissen, wie sie mit jedem Kies den gleichen Beton bzw. die gleiche Druckfestigkeit und wie sie mit dem richtigen Know-How die gleiche Dauerfestigkeit bekommen können.
3. Problematik der Ressourcenknappheit, Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile von RC und Normen thematisieren, um die Sinnggebung für die Verwendung von RC aufzuzeigen
4. Sie sollten verstehen, wie sie mit RC 'spielen' oder RC 'designen' können.

Praktischer Kurs

- Der Kurs besteht aus dem Anmischen von Beton mit RC-Granulaten

Wirkung

- Direkte Umsetzung der Punkte 2 und 3
- Optik und Haptik von RC aufzeigen
- Tieferes Verständnis für das statische Verhalten von RC

Vorlesung

- Die Vorlesung sollte die Themen der vorhin aufgelisteten Punkte enthalten.

Wirkung

- Kompetenz und Vertrauen im Umgang mit RC
- Sinnggebung für die Verwendung von RC aufzeigen

Synthese

Der steigende Ressourcendruck und die ansteigende Menge an Rückbaumaterialien zeigen, dass RC ein wichtiger Bestandteil der Kreislaufwirtschaft ist und in Zukunft noch an Relevanz gewinnen wird. Einer der thematischen Schwerpunkte der ETH ist die Nachhaltigkeit. Dieses Thema wird auch im Studium der Bauingenieurwissenschaften behandelt, jedoch wäre eine vertiefte Beschäftigung mit RC eine sinnvolle Ergänzung. Da RC in vielen Aspekten sehr ähnlich zu PB ist, wäre eine Integration der Thematik in bestehende Kurse sinnvoll. Wie oben dargestellt, ist eine Kombination aus praktischen Kursen und theoretischen Vorlesungen optimal, damit sowohl die physischen als auch die theoretischen Eigenschaften ausreichend vermittelt werden können.

Referenzen

Bachmann, V., Balmer, E., Cotter, A., Schneider, T., Schnegg, L., & Probst, T. (2017). *Primär- und Recyclingbeton im Vergleich*. ETH Zürich. (2018, 13.10.2014). Neues ETH Gebäude LEE eröffnet Zugriff am 05.05. Abgerufen von https://www.ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2014/10/LEE_Eroeffnung.html.
 NEROS. (2013). *Kies & Sand*. Abgerufen von: http://neros.ch/wp-content/uploads/NEROS_Factsheet_Kies.pdf.
 Recyclingbeton vom Februar 2010 (Merktblatt 2030, SIA, Merktblatt 2030).

Abbildung 10 Informationsbroschüre Bauingenieurwissenschaften

Prototypentest mit Herrn Philipp Noger

Nebst den ausgewählten Stakeholdern präsentierten wir unsere Massnahme Herrn Philipp Noger tätig im Bereich Architektur und Bauplanung. Einerseits war er der Meinung, dass unsere Massnahme gut und richtig sei, er aber denke, dass unsere Stärke das Aktionshafte sei (siehe Massnahmenbeschrieb Kübel und Video), was wir auch gut auf die Studenten anwenden können und war unsicher, ob eine sachliche Aufarbeitung wirklich nötig sei. Diese Rückmeldung haben wir bei der Ausarbeitung des Kübels berücksichtigt, indem wir ihn auch an der ETH aufstellen wollen. Wir haben uns danach entschlossen, diese Massnahme trotzdem weiterzuverfolgen, da wir und alle andern Stakeholder überzeugt sind, dass es ein wichtiger Punkt ist, um ein Umdenken bewirken zu können.

Verbindung zu den Massnahmen Kübel und Video

Die Massnahme „Integration RC in den Lehrplan“ ist zwar unabhängig von den zwei weiteren Massnahmen, kann jedoch mit ihnen verbunden werden. Es wäre möglich den Kübel zusammen mit einem Ipad auf dem das lange Video abgespielt wird an der ETH aufzustellen, z.B. in den Departementen Architektur oder am Departement Bau, Umwelt und Geomatik. Dies würde die Studierenden auf das Thema aufmerksam machen und hoffentlich ihr Interesse für Vorlesungen zum Thema RC wecken. Darüber hinaus könnte das Video zu Beginn einer Vorlesung zu RC abgespielt werden, um einen packenden Einstieg in das Thema zu haben und zu zeigen, dass das Thema in der Baubranche aktuell ist.

Nachhaltigkeit der Massnahme

Wird durch das Video die Wahrnehmung der Baustoffproblematik vergrössert und dadurch der Übergang zu einer gesellschaftlichen und brancheninternen Bewegung gefördert so vergrössert dies die Menge an eingesetztem RC. Im Bereich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit führt das Recyclen zu weniger Materialverbrauch und so zu einem effizienteren Umgang der Ressourcen. Im Bereich der ökologischen Verantwortung wird der Verbrauch endlicher Ressourcen hinabgesetzt und weniger landschaftszerschneidende Kieswerke werden benötigt. Die Entwicklung des Humankapitals im Bereich der gesellschaftlichen Solidarität wird direkt von der Massnahme durch die Weiterbildung der Architekten und Ingenieure gefördert. Die veränderte Situation führt also in den Bereichen Wirtschaft und Ökologie zu positiven Auswirkungen. Die Massnahme selbst fördert Nachhaltigkeit in der Gesellschaft.

Massnahme im System

System Grid

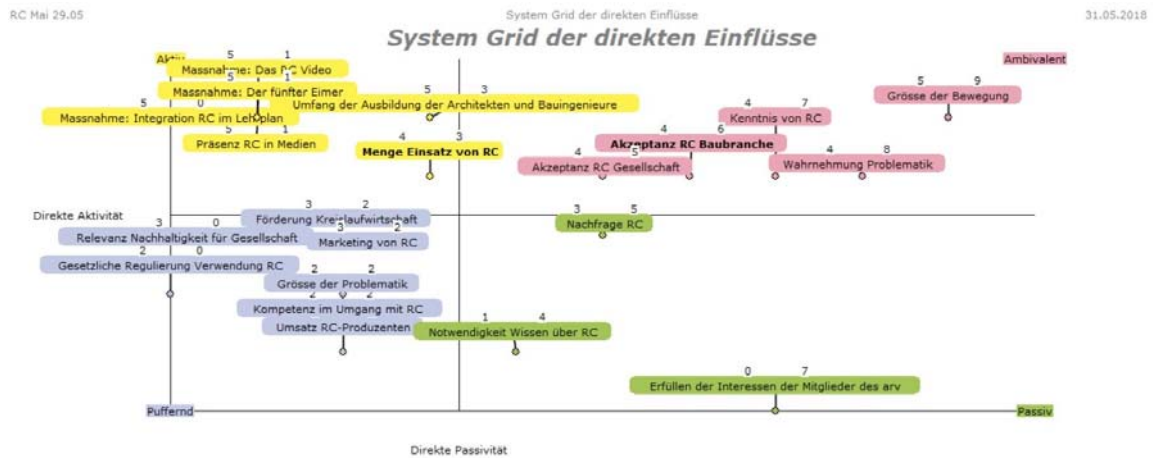


Abbildung 11: System Grid

Wie in der Abbildung des Systems zu erkennen ist, verändert die Massnahme die Variablen:

- Grösse der Bewegung
- Wahrnehmung der Problematik
- Kenntnis von RC
- Kompetenz im Umgang mit RC

Die Grösse der Bewegung, die Wahrnehmung der Problematik sowie die Kenntnis von RC verhalten sich ambivalent. Diese Variablen müssen verändert werden, um eine grundlegende, anfängliche Wirkung im System auf unsere Ziele haben zu können. Folglich dienen sie als Initialzündung. Jedoch muss bei der Umsetzung der Massnahme darauf geachtet werden, dass allfällige Nebenwirkungen kontrolliert und im Rahmen gehalten werden können. Die Kompetenz im Umgang mit RC wirkt puffernd, weshalb keine grosse Wirkung durch die Veränderung dieser Variable erwartet werden kann.

Wirkung auf die Zielvariable 'Grösse der Bewegung'

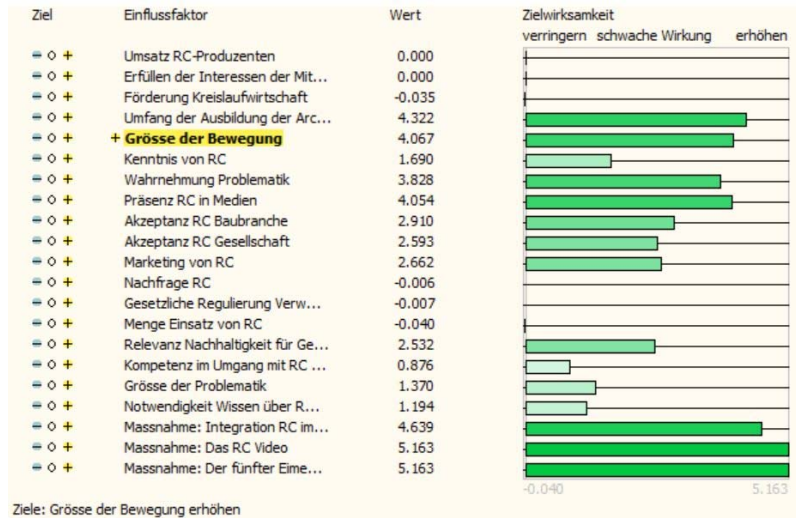


Abbildung 12 Wirkung der Massnahme

Auf der Abbildung ist zu sehen, welche Wirkung die Massnahmen auf die Grösse der Bewegung zeigen. Wiederum ist zu erkennen, dass die Massnahmen eine sehr hohe Wirkung zeigen, dieses Ziel zu erreichen. Die Massnahmen bringen das Thema RC zum einen direkt an die Akteure aus der Baubranche, was ermöglicht, dass sich diese mit RC auseinandersetzen. Zudem verbreiten die Massnahme das Thema RC in der Gesellschaft, wodurch die Kenntnis von RC gesteigert wird. Dadurch wird es zwangsläufig mehr Befürworter von RC geben, was die Bewegung vergrössert.

Bedürfnisvariablen unserer Stakeholder

Name	Umsatz RC-Produzenten
Beschreibung	<p>Dies ist die Bedürfnisvariable der RC-Produzenten.</p> <p>Der Umsatz von RC berechnet sich aus der verkauften Menge (Absatzmenge) RC zu einem bestimmten Preis. Je höher die verkaufte Menge, desto höher der Umsatz. Da der absolute Umsatz keine grosse Aussagekraft hat, wird die jährliche Umsatzsteigerung analysiert.</p>
Hohe Ausprägung	<p>Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass die Firma ihren Umsatz mit RC in einem Jahr um 10% steigern konnte.</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass die Firma ihren Umsatz mit RC in einem Jahr nicht steigern konnte.</p>
Aktueller Zustand	<p>Der Absatz von RC ist sehr schwankend und hängt davon ab, wie viele Bauherren es gibt, die RC nachfragen. Eine Zeit lang ist der Absatz und somit der Umsatz mit RC gestiegen, doch in den letzten Jahren, ist er wieder zurückgegangen. (Van der Haegen, 2018)</p>
Indikator	<p>Jährliche, prozentuale Umsatzsteigerung der RC-Produzenten</p>
Hintergrund	<p>Ökonomische Teilanalyse; Gespräch mit Herrn Van der Haegen</p>

Name	Erfüllen der Interessen der Mitglieder des arv's
Beschreibung	<p>Dies ist die Bedürfnisvariable des arvs.</p> <p>Der arv möchte dem Interesse seiner Mitglieder bestmöglich nachkommen. Dafür muss er die Wahrnehmung für die Baustoffproblematik, die Akzeptanz von RC und den Gedanken der Kreislaufwirtschaft in Bezug auf RC fördern. (arv, 2018)</p>
Hohe Ausprägung	<p>Ein grosser Teil (80%) der Bevölkerung ist über die Existenz von RC informiert und unterstützt die Verwendung davon.</p> <p>Die Baubranche akzeptiert RC als einsetzbaren Baustoff, weshalb oft RC-Granulat für die Betonproduktion eingesetzt wird.</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Ein kleiner Teil der Bevölkerung (5%) ist über die Existenz von RC informiert und unterstützt die Verwendung davon.</p> <p>Die Baubranche akzeptiert RC nicht als einsetzbaren Baustoff und verwendet daher lediglich Primärgranulat für die Herstellung von Beton.</p>
Aktueller Zustand	<p>Gemäss einer Umfrage zum Thema RC weiss der grösste Teil der Gesellschaft (75%) nichts über die Existenz von RC und kann dadurch die Verwendung nur geringfügig unterstützen. (Projektgruppe 21 UPL, 2018)</p> <p>5% des total eingesetzten Granulats in der Betonproduktion im Hochbau ist RC-Granulat. (Crippa et al., 2018)</p>
Indikator	<p>Anteil der Bevölkerung, der über die Existenz von RC informiert ist und dessen Verwendung unterstützt.</p> <p>Anteil RC-Granulat an total eingesetztem Granulat für die Betonproduktion im Hochbau.</p>
Hintergrund	Stoffflussanalyse, Umfrage

Name	Förderung Kreislaufwirtschaft
Beschreibung	<p>Dies ist die Bedürfnisvariable des BAFUs.</p> <p>Das BAFU möchte den Gedanken der Kreislaufwirtschaft in der Baubranche fördern, wodurch der Ressourcen- sowie Deponiedruck vermindert werden soll. (BAFU, 2018a, 2018b)</p>
Hohe Ausprägung	<p>Hoher Anteil (14%) RC-Granulat an total eingesetztem Granulat für die Betonproduktion im Hochbau. (Mehr als 13.7% ist momentan nicht möglich, da nicht mehr Rückbaumaterial zur Verfügung steht (Crippa et al., 2018)).</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Tiefer Anteil (2%) RC-Granulat an total eingesetztem Granulat für die Betonproduktion im Hochbau.</p>
Aktueller Zustand	<p>5% des total eingesetzten Betongranulats im Hochbau ist recyceltes Betongranulat. (Crippa et al., 2018)</p>
Indikator	<p>Anteil RC-Granulat an total eingesetztem Granulat für die Betonproduktion im Hochbau.</p>
Hintergrund	<p>Stoffflussanalyse</p>

Name	Umfang der Ausbildung der Architekten und Bauingenieuren
Beschreibung	<p>Dies ist die Bedürfnisvariable der Studierenden der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften der ETH Zürich.</p> <p>Die Studierenden wollen eine möglichst breite Ausbildung, um optimal auf den Arbeitsalltag vorbereitet zu werden.</p>
Hohe Ausprägung	<p>Alle notwendigen Themen für den Arbeitsalltag werden in der Tiefe besprochen. Aktuelle oder zukünftige Trends (z.B. RC), welche die Baubranche betreffen, werden in die Ausbildung eingebunden.</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Nichts Zusätzliches, abgesehen von den notwendigen Themen, wird behalten. Es wird am Alten festgehalten, aktuelle oder zukünftige Trends (z.B. RC) werden nicht thematisiert.</p>
Aktueller Zustand	<p>Architekten:</p> <p>In Pflichtveranstaltungen im Bachelor wird RC nicht thematisiert. Je nach gewählter Richtung im Master gibt es eine Lehrveranstaltung zum Thema nachhaltiges Bauen. Darin wird jedoch lediglich die Existenz von RC erwähnt. (Habert, 2018)</p> <p>Bauingenieure:</p> <p>In den Pflichtveranstaltungen im Bachelor wird in einem praktischen Kurs, die Existenz von recycelten Granulaten thematisiert und Exemplare davon herumgereicht. In anderen Kursen wird die Existenz von RC erwähnt, sonst jedoch nicht weiter besprochen, auch im Master nicht. (Wangler, 2018)</p>
Indikator	<p>Wie stark wird RC in den jeweiligen Lehrveranstaltungen thematisiert.</p>
Hintergrund	<p>Gespräche mit Dozenten der Fachrichtungen Architektur und Bauingenieurwissenschaften der ETH Zürich</p>

Variablen für Wirkung im System

Name	Notwendigkeit Wissen über RC
Beschreibung	Diese Variable beschreibt, wie wichtig es in der Baubranche sowie in der Gesellschaft ist, sich Wissen über RC anzueignen.
Hohe Ausprägung	<p>Baubranche:</p> <p>Die Mehrheit der Bauherrn, Architekten etc. fordert die Verwendung von RC bei Bauprojekten, weshalb es essentiell ist, dass alle Akteure in der Baubranche genügend Wissen über RC haben.</p> <p>Gesellschaft:</p> <p>RC wird in der breiten Öffentlichkeit häufig thematisiert, wodurch in der Gesellschaft ein sozialer Druck entsteht, zumindest die wichtigsten Dinge über RC zu wissen.</p>
Tiefe Ausprägung	<p>Baubranche:</p> <p>Die Minderheit der Bauherrn, Architekten o.Ä. fordert die Verwendung von RC, weshalb es nicht unbedingt notwendig ist, Wissen über RC zu haben.</p> <p>Gesellschaft:</p> <p>RC wird in der breiten Öffentlichkeit nicht thematisiert, es ist gleichgültig, ob ein Individuum etwas über RC weiss oder nicht.</p>
Aktueller Zustand	<p>Baubranche:</p> <p>Am Beispiel des Umfangs der Ausbildung der Architekten und Bauingenieure kann gesehen werden, dass RC kaum thematisiert wird. Wäre eine hohe Notwendigkeit präsent, Wissen über RC zu haben, dann hätte RC einen wichtigeren Standpunkt in der Ausbildung. Zudem wird RC noch sehr spärlich eingesetzt, was das Argument bestätigt.</p> <p>Gesellschaft:</p> <p>Der Fakt, dass 75% nicht einmal etwas von der Existenz von RC weiss, zeigt, dass die Notwendigkeit, Wissen über RC zu haben, in der Gesellschaft nicht vorhanden ist. (Projektgruppe 21 UPL, 2018)</p>
Indikator	<p>Umfang der Ausbildung der Architekten und Bauingenieuren</p> <p>Kenntnisgrad von RC in der Gesellschaft</p>
Hintergrund	Keine Teilanalyse; Umfrage, Gespräche mit Experten aus der Branche

Nachhaltigkeit der Massnahme

Kriterien	Beurteilung	Soll	nachhaltige Entwicklung	
wirtschaftliche Leistungsfähigkeit			Total: +4	
Förderung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (10a)	++	++	++	
Umweltgerechte Produktion (12a)	++	++	++	
ökologische Verantwortung			Total: +3	
Verbrauchsbegrenzung für nicht erneuerbare Ressourcen (16b)	++	++	++	
Lebenswerte Natur- und Kulturlandschaft (20)	+	++	+	
gesellschaftliche Solidarität			Total: +1	
Entwicklung des Humankapitals (7a)	+	++	+	

Total:	$(+4) + (+3) + (+1) = (+7)$	+7	
---------------	-----------------------------	----	--

Wie oben zu erkennen, kann durch addieren der nachhaltigen Entwicklung in den drei Dimensionen eine totale Bilanz gezogen werden. Dabei ist zu beachten dass die einzelnen Kriterien nach abwägen der Übereinstimmung mit den Beschreibungen in den Postulaten (siehe nächstes Kapitel-Postulate nach MONET) subjektiv bewertet wurden.

Postulate nach Monet

Prinzipien zur gesellschaftlichen Solidarität

Allgemeiner Grundsatz	1a	Gewährleistung der Menschenrechte	Jedes Mitglied der Gesellschaft hat das Recht auf ein menschenwürdiges Leben und auf die freie Entfaltung der Persönlichkeit. Demokratie, Rechtsicherheit und kulturelle Vielfalt sind gewährleistet.
	1b	Grenzen der individuellen Freiheit	Die individuellen Entfaltungsmöglichkeiten haben ihre Grenzen, dort, wo die Menschenwürde gleichzeitig lebender Individuen oder künftiger Generationen beeinträchtigt wird.
Objektive Lebensbedingungen	2a	Bedürfnisdeckung	Die Deckung der Grundbedürfnisse aller Individuen ist langfristig sicherzustellen. Zur Deckung der darüber hinaus gehenden materiellen und immateriellen Bedürfnisse soll den Individuen ein angemessener Spielraum eingeräumt werden.
	2b	Gesundheitsförderung	Die Gesundheit des Menschen soll geschützt und gefördert werden.
	2c	Armutsbekämpfung	Ein menschenwürdiges Leben ist frei von Armut. Bedürftige Mitglieder der Gesellschaft sollen Solidaritätsleistungen erhalten.
Subjektive Lebensbedingungen	3a	Zufriedenheit und Glück	Die Möglichkeiten für gegenwärtige und künftige Generationen, Lebenszufriedenheit und Glück zu finden, sollen erhalten und gefördert werden.
	3b	Wohlbefinden berücksichtigende Entwicklung	Der sozioökonomische Wandel und die Veränderungen der Umwelt dürfen nicht auf Kosten des physischen und psychischen Wohlbefindens des Individuums gehen.
Verteilungsgerechtigkeit, Chancengleichheit	4a	Diskriminierungsverbot	Niemand darf aufgrund äußerer oder innerer Eigenschaften diskriminiert werden.
	4b	Chancengleichheit und Verteilungsgerechtigkeit	Jedes Mitglied der Gesellschaft soll dieselben Rechte und Chancen haben. Ein gerechter Zugang zu Ressourcen und deren gerechte Verteilung ist anzustreben.
	4c	Integration Benachteiligter	Die Integration benachteiligter Bevölkerungsgruppen und Regionen ins wirtschaftliche, soziale, kulturelle und politische Leben soll gefördert werden.

Sozialer Zusammenhalt	5a	Interkulturelle und personelle Verständigung	In Anerkennung der Tatsache, dass die Funktionstüchtigkeit und Überlebensfähigkeit der Gesellschaft wesentlich im solidarischen Handeln ihrer Mitglieder gründen, sollen der Austausch und die Verständigung zwischen Einzelnen, Gruppen und Menschen verschiedenen Alters gefördert werden.
	5b	Soziale und politische Partizipation	Die soziale und politische Partizipation soll gefördert werden.
Internationale Solidarität	6a	Entwicklungszusammenarbeit	Eine weltweit gerechte Entwicklung soll gefördert werden. Dies beinhaltet den Abbau von Ungleichheiten auf globaler Ebene. Zentral sind die Armutsbekämpfung und die Unterstützung der benachteiligten Länder, Regionen und Bevölkerungsgruppen.
	6b	Friedens- und Demokratieförderung	Das friedliche Zusammenleben der Völker und Nationen, die Achtung der Menschenrechte und demokratische Staatsstrukturen sollen gefördert werden.
	6c	Multilaterale Politik	Die multilaterale Politik soll den Erhalt der natürlichen Ressourcen und die Einhaltung der Menschenrechte fördern.
Humankapital	7a	Entwicklung des Humankapitals	Das kollektive Wissen und das soziokulturelle Erbe sollen vermehrt, zwischen Bevölkerungsgruppen ausgetauscht und für künftige Generationen erhalten werden.
	7b	Informations- und Meinungsfreiheit	Informationen sollen ungehindert fließen. Freie Meinungsbildung und Meinungsäußerung sind zu gewährleisten.
	7c	Förderung der Lernfähigkeit	Die Fähigkeit, Informationen differenziert aufzunehmen und zudeuten, soll gefördert werden.
	7d	Kindergerechtes Umfeld	Kinder und Jugendliche sollen in einem offenen, motivierenden und zukunftsgerichteten Umfeld leben können.

Prinzipien zur wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit

Allgemeiner Grundsatz	8	Wirtschaftsordnung im Dienste des Gemeinwohls	Wirtschaftliches Handeln soll individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse effektiv und effizient befriedigen. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass sie die persönliche Initiative fördern und dabei das Eigeninteresse in den Dienst des Wohlergehens derzeitiger und künftiger Bevölkerung stellen.
Wirtschaftssystem	9a	Markt als Wirtschaftsordnung	Die Güterallokation soll grundsätzlich auf freien Märkten erfolgen. Bei Marktversagen oder bei Gütern mit überwiegend öffentlichem Interesse (mentorischen Gütern) sind Eingriffe in den freien Markt gerechtfertigt.
	9b	Kostenwahrheit und Verursacherprinzip	Die Preise sollen die Knappheit der natürlichen Ressourcen und Senken widerspiegeln sowie die externen Kosten enthalten. Das Verursacherprinzip soll konsequent angewendet werden.
	9c	Systemkonforme Markteingriffe	Bei Eingriffen ins Marktgeschehen sollen in erster Linie marktwirtschaftliche Instrumente eingesetzt werden.
Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit	10a	Förderung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit	Die ökonomische Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft muss über die Zeit zumindest erhalten werden. Ein effizienter Einsatz der natürlichen Ressourcen, sowie eine zukunftsgerichtete Wirtschaftsstruktur sollen gefördert werden.
	10b	Innovations- und wettbewerbsfreundliche Wirtschaftsordnung	Die Rahmenbedingungen des marktwirtschaftlichen Systems sollen so gestaltet werden, dass Innovationen und Wissenstransfer angeregt und funktionsfähige Märkte aufrechterhalten beziehungsweise verbessert werden. Die Wettbewerbsfähigkeit und die Standortqualität sollen erhalten und gefördert werden.
	10c	Forschungsförderung	Forschung und Entwicklung, welche die Nachhaltige Entwicklung unterstützen, sollen gefördert werden.
	10d	Langfristige Ausrichtung der öffentlichen Finanzen	Der gegenwärtige Umgang mit den öffentlichen Finanzen darf die individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisdeckung künftiger Generationen nicht gefährden.
	10e	Erhaltung des produzierten Kapitals	Bereits produziertes Kapital wie Hoch- und Tiefbauten, Maschinen oder Ausrüstungsgüter soll durch Investitionen erhalten, erneuert oder durch nachhaltigere Alternativen ersetzt werden.

Flexibilität und Stabilität	11a	Voraussehbarkeit von Systemänderungen	Die Rahmenbedingungen des marktwirtschaftlichen Systems sollen so gestaltet werden, dass sich eine langfristige Orientierung lohnt und der gesellschaftliche Wandel, der zur Anpassung an die zukünftigen Erfordernisse nötig ist, erleichtert wird.
	11b	Sozialverträgliche Veränderungsgeschwindigkeit	Die Geschwindigkeit respektive Langsamkeit von Veränderungen der Rahmenbedingungen des wirtschaftlichen Systems darf den sozialen Frieden nicht gefährden.
Produktion und Konsum von Gütern und Dienstleistungen	12a	Umweltgerechte Produktion	Die von Produktionsbetrieben ausgehenden Umweltbelastungen und -risiken sollen minimiert, die Energie- und Materialflüsse optimiert werden.
	12b	Umwelt und sozialgerechter Konsum	Der Konsum von Gütern und Dienstleistungen soll möglichst umweltverträglich und sozial gerecht sein.
	12c	Transparente Betriebs- und Konsumenteninformation	Innerhalb und ausserhalb von Produktionsbetrieben sollen Informationen bereitgestellt werden, die für möglichst nachhaltige Produktionsweisen und Konsumgewohnheiten nützlich sind (beispielsweise mit Umweltmanagementsystemen).
Beschäftigung	13	Sinnstiftende und existenzsichernde Beschäftigung	Das wirtschaftliche System soll Personen, welche eine Erwerbstätigkeit wünschen, eine sinnstiftende Arbeit ermöglichen, mit der sie ihren Lebensunterhalt bestreiten können.
Internationaler Handel	14a	Umwelt und sozialverträglicher Welthandel	Das multilaterale Handelssystem soll die soziale Gerechtigkeit und den schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen begünstigen sowie den Transfer hierfür benötigter Technologien fördern.
	14b	Allseitig nutzbringender Welthandel	Das multilaterale Handelssystem soll die Deckung der individuellen und gesellschaftlichen Bedürfnisse einer Nation fördern, ohne dass dadurch die Bedürfnisdeckung in anderen Nationen verschlechtert wird.

Prinzipien zur ökologischen Verantwortung

Allgemeiner Grundsatz	15a	Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen	Die natürlichen Lebensgrundlagen sollen langfristig erhalten und bestehende Schäden behoben werden.
	15b	Erhaltung der Biodiversität	Die Natur muss in ihrer dynamischen Vielfalt erhalten bleiben. Jede Beeinträchtigung der Natur soll soweit kompensiert werden, dass die Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie die Qualität und Vernetzung der Lebensräume gewährleistet bleibt.
Ressourcenverbrauch	16a	Verbrauchsbegrenzung für erneuerbare Ressourcen	Der Verbrauch erneuerbarer Ressourcen ist unter dem Regenerationsniveau zu halten.
	16b	Verbrauchsbegrenzung für nicht erneuerbare Ressourcen	Nicht erneuerbare Ressourcen sollen höchstens in dem Ausmass verbraucht werden, wie ein Ersatz durch erneuerbare Ressourcen möglich ist.
Stoffe und Abfälle	17a	Begrenzung abbaubarer Abfälle und Schadstoffe	Die Belastung der Umwelt durch abbaubare Abfälle und Schadstoffe ist zu minimieren. Die Verschmutzung soll die Absorptionsfähigkeit der Ökosysteme nicht übersteigen.
	17b	Verzicht auf nicht abbaubare Schadstoffe	Die Emission nicht abbaubarer Schadstoffe in die Umwelt soll wenn immer möglich verhindert werden.
Risiken	18a	Minimierung der Risiken bedingt durch Naturkatastrophen	Die Menschen, deren natürlichen Lebensgrundlagen sowie die Infrastruktur sollen durch Präventivmassnahmen oder Anpassungsmassnahmen vor den Auswirkungen von Naturkatastrophen geschützt werden.
	18b	Minimierung von menschenverursachten Risiken	Durch menschliche Aktivitäten verursachte Risiken mit schweren Auswirkungen auf Mensch und Biosphäre sind nur so weit zulässig, als sie keine dauerhaften Schäden über eine Generation hinaus verursachen.
	18c	Vorsorge bei Ungewissheit	Schweren oder irreversiblen Umweltschäden soll vorgebeugt werden, auch wenn noch keine absolute wissenschaftliche Sicherheit bezüglich des effektiven Risikos besteht. Dazu gehört, dass gegen den Klimawandel und dessen Auswirkungen vorsorglich Massnahmen getroffen werden sollen.
Geschwindigkeit von Veränderungen	19	Rücksicht auf das Zeitemass natürlicher Prozesse	Anthropogene Eingriffe in die Natur dürfen nicht in kürzerer Zeit erfolgen, als natürliche Prozesse für die Regeneration und Anpassung benötigen.
Natur- und Kulturlandschaft	20	Lebenswerte Natur- und Kulturlandschaft	Die Gestaltung des natürlichen Lebensraumes des Menschen muss sich von der Idee der Menschenrechte leiten lassen. Die Würde des Menschen verlangt eine lebenswerte Natur- und Kulturlandschaft, zu der alle Menschen einen gleichberechtigten Zugang haben sollen.

Abbildung 14: Postulate nach Monet (Bundesamt für Statistik, 2018)