

VollConcrete!

Broschüre mit objektiven Informationen über RC-Beton

Dokumentation Projektgruppe 3
1.06.2018

AutorInnen
Samira Amos
Sabina Canovic
Olivier Pfeuti
Kaj Wiklund
Luca Zehnder



1 Zusammenfassung

Das Ziel der Broschüre ist es, Bauherren und Architekturbüros für nachhaltiges Bauen zu sensibilisieren und über RC-Beton zu informieren. Die genannten Stakeholder treffen die Auswahl der Baumaterialien und können so die Nachhaltigkeit direkt beeinflussen. Durch die Sensibilisierung wird somit eine Schonung der natürlichen Ressourcen und eine Verringerung der Bodenverschmutzung durch Deponien erreicht.

Die Broschüre informiert objektiv über die Umweltproblematik im Baugewerbe und vergleicht RC- und Primärbeton. Weiter thematisiert sie Vorurteile über den RC-Beton.

2 Ausgangslage und Ziel

2.1 Einsicht

Der folgende Text basiert, falls nicht anders angegeben, auf der Teilanalyse Stofffluss von Kaufmann, Maier, Scheiwiller, Strini, und Wiklund (2017).

Die Stadt Zürich hat ambitionierte Umweltziele bis 2020. Darunter fallen die Reduktion der CO₂-Emissionen und des Rohstoffverbrauches. Basierend auf diesen Zielen fordert die Stadt in ihren Aufträgen die Verwendung von Recyclingbeton (RC-Beton) (Stadt Zürich, 2016), weshalb dieses im Kanton Zürich bereits seit einigen Jahrzehnten durchgeführt wird (Van der Haegen, 2017). Dennoch landen immer noch Anteile des rohen Abbruchmaterials direkt auf Deponien. Zusätzlich wird rund ein Drittel des aufbereiteten Materials nicht wiederverwendet, sondern gelagert.

Dies ist unter anderem der Fall, da sich aufgrund von diversen Vorbehalten gegen RC-Beton keine Abnehmer finden lassen (Van der Haegen, 2017). Die Vorurteile entstehen aufgrund der Assoziation des Begriffs «Recycling» mit Abfall, also etwas qualitativ Minderwertigem. Sie sind auf veraltetem oder falschem Wissen begründet, das sich während jahrelanger Bauerfahrung etabliert hat und zur Norm wurde. Tatsächlich ermöglicht der heutige Stand der Technik, RC-Beton mit gleicher Qualität, derselben Ästhetik und demselben (oder tieferen) Preis wie Primärbeton anzubieten. Allerdings führen die Normen dazu, dass nach alten vertrauten Mustern gebaut wird. Es besteht wenig Anreiz, sich über RC-Beton oder andere neue Bauformen zu informieren. Dadurch geht die Progression zu einer nachhaltigen, fortschrittlichen Bauweise nur langsam voran.

RC-Beton schneidet in bestehenden Ökobilanzen besser ab als Primärbeton, wobei aber wichtige Parameter (Bsp. Transportweg von der Fabrik zur Baustelle) nicht einbezogen werden (KBOB, 2016). Gerade diese Transportwege leisten oft einen entscheidenden Beitrag zur Ökobilanz (Knoeri, Sanye-Mengual, & Althaus, 2013). Stakeholdern mit dem Bedürfnis nachhaltig zu bauen, stehen momentan wenig Instrumente zur ganzheitlichen Beurteilung von Beton zur Verfügung.

2.2 Problemstellungen der Stakeholder

Private und öffentliche **Bauherren** haben das Bedürfnis, möglichst günstige und qualitativ hochwertige Häuser zu bauen. Veraltete Normen verhindern eine Progression zu einer ganzheitlich (also auch nachhaltig) hochwertigen Bauweise, da RC-Beton als qualitativ minderwertig angesehen wird.

Architekturbüros wollen durch innovative, ästhetische Gebäude als Pioniere bekannt werden. Wie bei den Bauherren stehen veraltete Normen der Innovativität und Kreativität im Weg und verhindern eine progressive Entwicklung.

Die **Stadt Zürich** will ihre Umweltziele (2016) erreichen und an Deponieplatz sparen, da dieser immer knapper und teurer wird. Aufgrund der tiefen Nachfrage nach RC-Beton wird allerdings immer noch viel abgelagert.

2.3 Ziele der Massnahmen

Die Ziele der Massnahmen wurden zur besseren Übersicht angelehnt an das Wirkungsmodell der Stiftung Mercator Schweiz formuliert (Stiftung Mercator Schweiz, 2016). Die «Outcomes» stellen die Ziele dar. Eine kurze Erklärung zu den Begrifflichkeiten befindet sich im Anhang A.

Zielgruppe sind primär Bauherren und Planer.

Das Wirkungsmodell ist in Abbildung 1 abgebildet. Dabei bezieht sich Outcome B-1 direkt auf die Massnahme «Concrete Coordinates», während sich B-1.1 und B-1.2 auf die Broschüre beziehen und die Grundlage für den Outcome B-1 schaffen.

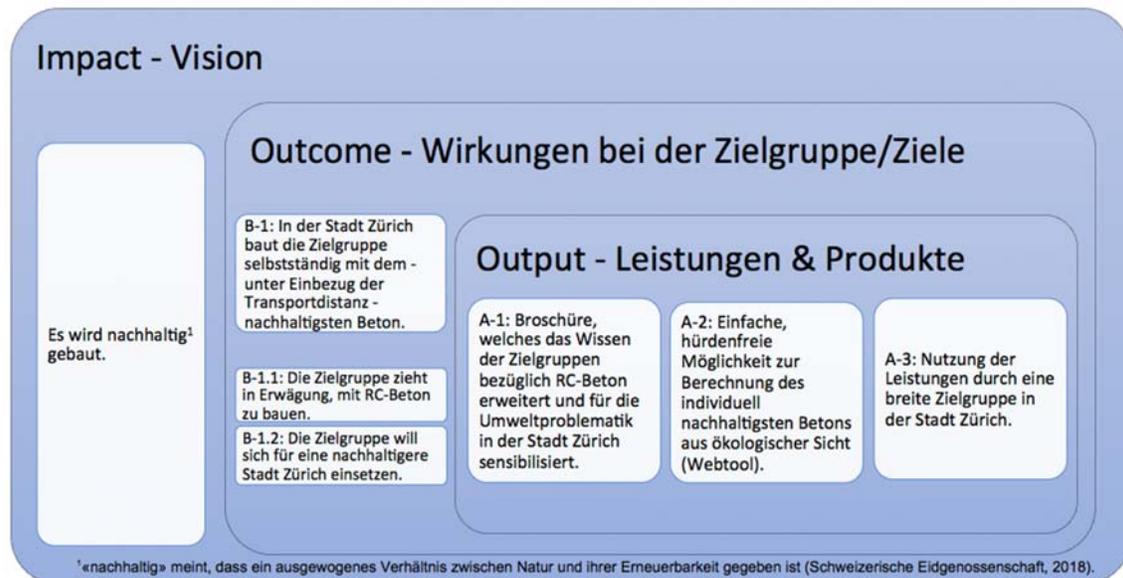


Abbildung 1: Wirkungsmodell

Die Problemstellungen der Stakeholder werden berücksichtigt, indem:

- den **Bauherren und den Architekturbüros** durch die Broschüre aufgezeigt wird, dass bereits gute Erfahrungen mit RC-Beton gemacht wurden und dass Innovationen nichts im Weg steht (Ziel B-1.1).
- **der Stadt Zürich** durch die Sensibilisierung der Bauherren und Architekten geholfen wird, ihre Umweltziele zu erreichen (Ziel B-1.2).

3 Stand der Entwicklung

Es finden sich zahlreiche Flyer, Merkblätter und Broschüren zum Thema RC-Beton von verschiedenen Herausgebern in der Schweiz sowie Informationsbroschüren mit Empfehlungen von Behörden. Ob diese das Zielpublikum tatsächlich erreichen und eine Änderung bewirkt wird, ist schwer festzustellen, da kaum Daten darüber zu finden sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass es eine Rolle spielt, wer die Broschüre herausgibt, denn ein etablierter und bekannter Herausgeber wird eher wahrgenommen (Hoffmann, 2018). Für die Realisierung unserer Massnahme ist demnach eine Zusammenarbeit mit wichtigen Akteuren in der Baubranche von Vorteil.

4 Darstellung der Massnahme

"Voll Concrete!" möchte eine nachhaltige Verwendung von Beton gewährleisten, um so die Umweltziele der Stadt Zürich zu unterstützen.»

Diese Aussage zielt die Titelseite der Broschüre und gibt den Stakeholdern eine erste Vorstellung davon, welche Themen in der Broschüre behandelt werden. Nebst dem "Voll Concrete!"-Logo, wurde die Titelseite mit dem Logo der ETH Zürich ergänzt. Das Logo der ETH untermauert die Glaubwürdigkeit der Broschüre.

Die gewählte Broschürenform, der sogenannte Wickelfalz, leitet den Leser direkt auf den dreiseitigen Hauptteil. Die Einführung beginnt mit dem Abschnitt "Warum beschäftigen wir uns überhaupt mit Beton?". Den Stakeholdern wird die Umweltproblematik des Baugewerbes dargestellt. Dadurch wird aufgezeigt, dass Handlungsbedarf besteht und der Leser wird mit der Vision von "Voll Concrete!" vertraut gemacht. Im Zweiten Abschnitt "Concrete Struggles" werden die Vorurteile gegenüber RC-Beton mithilfe einer Skizze (Abbildung 2) analysiert. Diese springt dem Leser sofort ins Auge. Die Zielgruppe kann sich mit den Aussagen identifizieren, wodurch das Interesse geweckt wird und sie zum Lesen der Broschüre angeregt wird.



Abbildung 2: RC-Beton kämpft mit Vorurteilen (Canovic, 2018)

Die Auseinandersetzung mit der Legitimität der Vorurteile folgt im dritten Abschnitt. Durch einen Vergleich von RC- und Primärbeton werden die Vorurteile widerlegt, weshalb dieser Abschnitt "Concrete Comparison" heisst. Folgende zentrale Aussage wird darin vermittelt: Die Eigenschaften der RC- und Primärbetons variieren tatsächlich, jedoch können die Betons der gleichen Expositionsklasse durch die Norm SN EN 206 als in ihren Eigenschaften identisch angesehen werden (Becciolini et al., 2017). Diese Aussage entkräftet somit Vorurteile bezüglich der Stabilität und zu einem gewissen Grade auch der Ästhetik des RC-Betons. Letzteres Vorurteil wird durch das darauffolgende Beispiel des Schulhauses Leutschenbach (Abbildung 3), welches mit RC-Gesteinskörnung in Sichtbetonqualität gebaut wurde (Schweizer Baujournal, 2009), zusätzlich delegitimiert. Bezüglich des Preisvorurteils genügt es zu erwähnen, dass die Marktpreise für RC-Beton tiefer sind als für Primärbeton.



Abbildung 3: Schulhaus Leutschenbach (Schweizer Baujournal, 2009)

Die Auflistung und darauffolgende Entkräftung der Vorurteile gegenüber RC-Beton ist der erste Schritt im nachhaltigen Umgang mit Beton, dem Ziel von "Voll Concrete!". Das Ansprechen der Umweltproblematik soll den Nachhaltigkeitsgedanken fördern. Im Abschnitt „Nachhaltigkeit“ wird anschliessend erläutert, dass RC-Betons eine bessere Ökobilanz als Primärbetons aufweisen, womit die Notwendigkeit der Förderung und des Einsatzes von RC-Beton nochmals impliziert wird. Die darauffolgende, zentrale Botschaft des Abschnittes ist, dass die Transportwege vom Fabrikator zur Baustelle eine entscheidende Rolle spielen und in der Ökobilanz nicht enthalten sind. Als zweiter Schritt gilt es folglich, diese Transportwege bei der Betonwahl zu berücksichtigen und den letztendlich nachhaltigsten Beton zu wählen. Dazu dient unser Webtool "Concrete Coordinates", welches auf der letzten Seite des Hauptteils präsentiert wird und wo - durch das Motivieren der Stakeholder zur Benutzung dieses Tools - die Verknüpfung der beiden Massnahmen stattfindet.

Die komplette Broschüre befindet sich im Anhang D.

4.1 Umsetzung

Die Zustellung der Broschüre an die Stakeholder erfolgt in einem ersten Schritt über zwei Distributionskanäle.

Der erste Distributionskanal ist das Ausstellen von Exemplaren in Ingenieur- und Architekturbüros im Kanton Zürich. Dadurch werden Architekten direkt angesprochen sowie Bauherren, die die Büros besuchen. „Voll Concrete!“ geht im Rahmen der ersten Auflage von je 100 Broschüren an die 10 grössten Büros des Kantons Zürich aus.

Der zweite Distributionskanal ist die Beilage der Broschüre in den Magazinen TEC21 und Buildster. TEC21 ist eine führende technisch-wissenschaftliche Fachzeitschrift für Architekten, Ingenieure, Bauträger, Planer, Projektleiter und öffentliche Verwaltungen in der Deutschschweiz (Espazium, 2018). Das Buildster-Magazin gibt unter anderem Planungshilfen und Tipps an private Bauherren (DOCUMEDIA, 2018). „Voll Concrete!“ ist mit den genannten Magazinen in Kontakt. Für das Buildster-Magazin muss gemäss Gerwoll (2018) mit circa 300 Broschüren gerechnet werden, beim TEC21-Magazin geht „Voll Concrete!“ aufgrund der höheren Auflage von 500 Broschüren aus.

Für die Finanzierung der ersten Auflage der Broschüre von rund 1800 Exemplaren, inklusive Distributionskosten, werden unsere Partnerfirmen mit einem Kostenvoranschlag (siehe Kosten & Gewinne) angeschrieben. Hierbei handelt es sich momentan um Minergie und die Holcim, welche idealerweise sowohl die Broschüre, als auch das Webtool mitfinanzieren.

Vor dem Druckauftrag wird die Broschüre anhand von Feedbacks unserer Partner überarbeitet. Gedruckt wird auf Recycling-Papier, die Verteilung erfolgt durch die Post.

4.2 Kosten & Gewinne

Die Gesamtkosten der ersten Auflage der «Voll Concrete!»-Broschüre bestehen aus den Druckkosten und den Kosten für den Transport zu den Zielorten. Wir rechnen mit folgenden Beträgen:

Druckkosten: 1800 Broschüren mit Recycling-Papier + MwSt. CHF 485.60

Transportkosten: Versand via PostPac Economy + B-Post CHF 25.20

Total CHF 510.80

Bei weiteren Auflagen würden zusätzliche Kosten entstehen, namentlich für die Weiterentwicklung der Broschüre.

Direkte monetäre Gewinne fallen keine an, «Voll Concrete!» wird jedoch die bewirkten Einsparungen bei den Umweltbelastungen als Gewinn betrachten. Für unsere Stakeholder generieren wir nebst dem ökologischen Gewinn allenfalls noch Kosteneinsparungen durch den Einsatz des billigeren RC-Betons.

4.3 Prototypen-Tests

In der Tabelle sind die Stakeholder, mit denen Prototypen-Test durchgeführt wurden, sowie ihre Standpunkte aufgelistet.

Stakeholder	Standpunkt
<p>Baustoffhersteller «Lafarge Holcim» (vertreten von Cathleen Hoffmann)</p> <p>Datum: 30. April 2018</p> <p>Ort: Zementwerk von Lafarge Holcim, Siggenthal-Würenlingen</p>	<p>“Wer am lautesten schreit, wird gehört.” (Hoffmann, 2018). Mit dieser Message ratet uns Frau Hoffmann, unsere Broschüre so zu gestalten, dass sie aus der Vielzahl der Informationsträger heraussticht. Die Zusammenarbeit mit wichtigen Spielern der Branche, deren Logos auf der Titelseite platziert werden können, ist wichtig. Die Reihenfolge der Abschnitte und deren Inhalt findet Frau Hoffmann überzeugend.</p>
<p>Fachstelle Nachhaltiges Bauen Stadt Zürich (vertreten von Philipp Noger)</p> <p>Datum: 02. Mai 2018</p> <p>Ort: ETH Zürich</p>	<p>Herr Noger empfindet die inhaltlichen Vereinfachungen der Broschüre als zulässig und legitimiert unsere Annahme, dass RC-Beton äquivalent zu Primärbeton ist.</p>

Architekt (Marc Angst) Datum: 09. Mai 2018 Ort: ETH Zürich	Herr Angst fokussierte sich auf das Webtool.
--	--

5 Nachhaltigkeitsbeurteilung der Massnahmen

Die Nachhaltigkeit der Massnahmen wurde anhand einer vereinfachten Form der Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) nach dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und dem Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) durchgeführt. Im Anhang B befindet sich die ausführliche Nachhaltigkeitsbeurteilung mit den Quellen. Die NHB bezieht sich auf die kombinierte Wirkung beider Massnahmen.

Vor der NHB werden die Ziele der Massnahmen definiert und eine Relevanzanalyse durchgeführt. Es wurde folgendes Oberziel definiert: Die Massnahmen gewährleisten eine nachhaltigere Nutzung von Beton im Kanton Zürich. Darunter fallen der vermehrte Einsatz von RC-Beton und eine Minimierung der Transportwege von RC- und Primärbeton sowie die Verwendung des standortbezogenen nachhaltigsten Betons.

Die Relevanz der Massnahmen zeigt sich anhand des Masterplan Umwelt der Stadt Zürich 2017–2020. Die Stadt Zürich strebt bis 2020 unter anderem die Reduktion der CO₂-Emissionen und des Rohstoffverbrauchs an. Die beiden Massnahmen helfen bei der Erfüllung dieser Ziele.

In der NHB wurden die Auswirkungen der Massnahmen auf die drei Aspekte der Nachhaltigkeit (Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt) untersucht. Es zeigt sich, dass sich die Massnahmen positiv auf alle drei Aspekte der Nachhaltigkeit auswirken, sei es indirekt durch die Reduktion von Lärmbelastungen oder direkt durch die Verbesserung des Verhältnisses von wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit und Rohstoffverbrauch. Zusätzlich tragen die Massnahmen zur Förderung einer Kreislaufwirtschaft sowie der Verringerung von Treibhausgasemissionen und der Schonung des Landschaftsbildes bei.

6 Massnahme im System

6.1 Annahmen und Vereinfachungen

Da unser System sehr komplex ist, wurden einige Anpassungen und Vereinfachungen gemacht:

Die Bedürfnisse der Stakeholder sind nicht direkt im Systembild abgebildet, sondern in den Variablen «Präferenz für Primärbeton» und «Präferenz für RC-Beton» enthalten. Diese beiden Variablen beschreiben die Tendenz der Stakeholder zur Nutzung der genannten Betone und vereinen unter anderem die Erfahrungen, die Vorurteile und der Wissensstand derselben.

Analog beinhaltet die Variable «Benötigter Deponieplatz» auch die dadurch erhöhte Bodenbelastungen durch Ablagerungsmaterial sowie die Störung des Landschaftsbildes und der Biodiversität.

6.2 Analyse

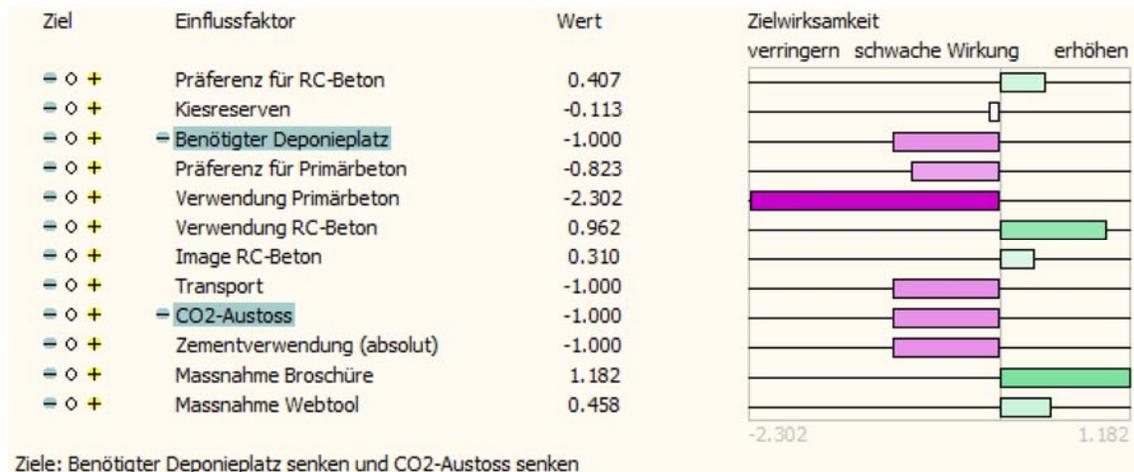


Abbildung 4: Zielwirksamkeit

In der Abbildung 4 ist die Zielwirksamkeit abgebildet. Das Hauptziel, die Gewährleistung einer nachhaltigeren Nutzung von Beton im Kanton Zürich, wird durch folgende Zielsetzung erreicht:

- Rückgang des benötigten Deponieplatzes
- Verringerung des CO₂-Ausstosses
- Schonung der Kiesreserven (da Kiesreserven nicht erneuerbar sind, bleiben sie im Idealfall auf gleichem Niveau)

Es ist ersichtlich, dass die Variable “Verwendung Primärbeton” den grössten negativen Einfluss auf die beiden Ziele hat. Die Massnahmen beeinflussen idealerweise diese Variable. In der Praxis ist dies nicht direkt möglich, weshalb die Broschüre die Verwendung von Primärbeton indirekt beeinflusst, in dem sie das Image von RC-Beton erhöht.

Der CO₂-Ausstoss wird hauptsächlich durch den Transportweg und die Zementverwendung beeinflusst. Das Erstgenannte wird durch das Webtool verringert. Da das Webtool auf die Verwendung des nachhaltigsten Betons ausgerichtet ist, führt es zu kürzeren Transportwegen.

Die Zementverwendung kann nicht verringert werden, ohne die Eigenschaften des Betons zu verändern (Andersen et al., 2017).

Aus den Abbildungen 5 und 6 kann anhand des Veränderungsdrucks bestätigt werden, dass die Massnahmen die Ziele positiv beeinflussen.

Die Broschüre hat folgende signifikante Veränderungen zufolge:

- Verringerung des benötigten Deponieplatzes
- Steigerung des Images von RC Beton
- Promotion des Webtools

Das Webtool bewirkt folgendes:

- Verringerung der Transportwege
- Verringerung des CO₂-Ausstosses

Die schwindenden Kiesressourcen konnten nicht direkt beeinflusst werden.

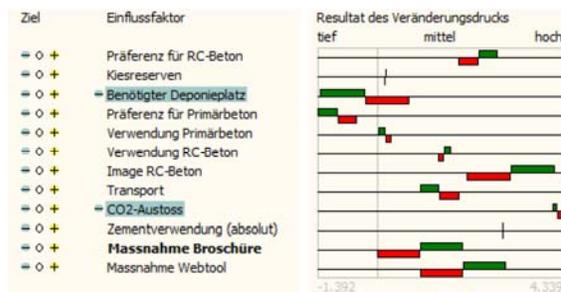


Abbildung 5: Veränderungsdruck Broschüre

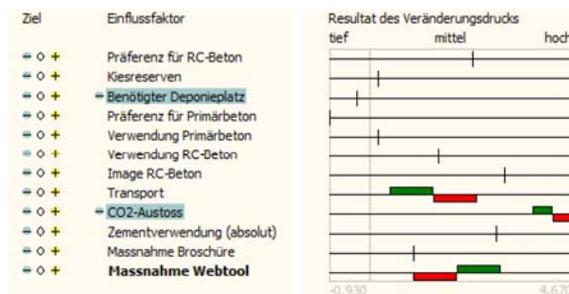


Abbildung 6: Veränderungsdruck Webtool

7 Weiteres Vorgehen

Zentral ist die Frage, ob es zu einer Zusammenarbeit mit den Partnern kommt, welche mit ihrem Logo auf der Broschüre abgebildet werden. Attraktiv sind Minergie und Holcim, mit welchen "Voll Concrete!" bereits in Kontakt ist.

Durch die enge Verbindung der Broschüre mit dem Webtool hängt das weitere Vorgehen unter anderem davon ab, ob das Instrument in ein Planungstool eingebaut wird.

Für den ersten Distributionskanal werden 10 Architektur- und Ingenieurbüros nach quantitativen (Anzahl Projekten) und qualitativen (Image, Prestige) Kriterien bestimmt.

Für die zweite Distributionsmethode (Magazin) werden folgende Fragen geklärt:

- Welcher Auflage sollte die Broschüre beigelegt werden?
- Wie erfolgt die Koordination mit den Magazinen?

Die Broschüre wird idealerweise in einer Auflage beigelegt, welche sich inhaltlich mit Beton beschäftigt, um der Broschüre grössere Relevanz zu verleihen. Es gilt abzuklären, ob und wann eine solche Auflage geplant ist.

Die benötigte Zeit bis zur ersten Distribution ist unter anderem davon abhängig, wie schnell es zu einem Konsens zwischen "Voll Concrete!" und den Partnern kommt.

8 Fazit

Die Nachhaltigkeitsanalyse hat den positiven Einfluss der Broschüre in den Aspekten Wirtschaft und Umwelt gezeigt. Die Systemanalyse bestätigt die positive ökologische Wirkung: Es wird weniger Deponieplatz benötigt und das Image von RC-Beton wird gesteigert.

Im Hinblick auf die tiefen Kosten der Massnahme ist eine Umsetzung sinnvoll und im Falle eines Fehlschlags wäre der ökonomische Verlust klein.

Aufgrund der Wirkung der Broschüre ergibt es somit Sinn, das Wissen der Stakeholder durch die Broschüre zu erweitern und das Massnahmenset allenfalls mit zusätzlichen Mitteln, wie beispielsweise Baumagazinartikel über Nachhaltigkeit, zu erweitern.

Referenzen

- Andersen, D., Linley, R., Porfido, P., Rossi Orts, P., Stahl, A., & Zehnder, L. (2017). *Häuser aus Häusern bauen - Teilanalyse - Technische Situation*.
- Becciolini, N., Canovic, S., Heim, C., Hirt, E., Kvapil, A., & Ly, C. (2017). *Teilanalyse Baustoffe Gruppe 1*.
- Bundesamt für Statistik. (2003, 12.05.2018). Monitoring der Nachhaltigen Entwicklung.
- Bundesamt für Statistik. (2018a). Alle Indikatoren nach Themen. Zugriff am 12.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen.html>.
- Bundesamt für Statistik. (2018b). MONET - Material-Fussabdruck. Zugriff am 30.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen/produktion-konsum/material-fussabdruck.html>.
- Bundesamt für Statistik. (2018c). MONET – Treibhausgasemissionen. Zugriff am 26.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen/energie-klima/treibhausgasemissionen.html>.
- Canovic, S. (2018). RC-Beton kämpft mit Vorurteilen.
- DOCUMEDIA. (2018). Buildster. Zugriff am 28.05. Abgerufen von <http://www.docu.ch/de/produkte/buildster-magazin>.
- Eberhard Unternehmungen. (2017). Einführung ETH RC Teilanalyse Technik.
- Espazium. (2018). TEC21. Zugriff am 28.05. Abgerufen von <https://www.espazium.ch/tec21/ueber-tec21>.
- Gerwoll, N. (2018, 22.05). Email zu Zürcher Abonnenten des Buildster-Magazins [persönliche Mitteilung].
- Hoffmann, C. (2018, 30.04.2018). Pretest der Prototypen [persönliche Mitteilung].
- Kaufmann, A., Maier, A., Scheiwiler, M., Strini, L., & Wiklund, K. (2017). Teilanalyse Stoffflussanalyse und Ökobilanz Gruppe 2.
- KBOB. (2016). Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1. Abgerufen von https://www.kbob.admin.ch/dam/kbob/de/dokumente/Publikationen/Nachhaltiges%20Bauen/Archiv_2005-2009/Empfehlung_Oekobilanzdaten_Baubereich_2009_1_2016.pdf.download.pdf/Empfehlung_Oekobilanzdaten_im_Baubereich_2009_1_2016.pdf
- Knoeri, C., Sanye-Mengual, E., & Althaus, H.-J. (2013). Comparative LCA of recycled and conventional concrete for structural applications. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5), 909-918. doi:10.1007/s11367-012-0544-2
- Ochsenbein, G., Wachter, Daniel, Von Stokar Thomas, & Steinemann, M. (2004, 12.05.2018). Nachhaltigkeitsbeurteilung. Abgerufen von <https://www.are.admin.ch/are/de/home/nachhaltige-entwicklung/evaluation-und-daten/nachhaltigkeitsbeurteilung/nachhaltigkeitsbeurteilung-beim-bund.html>
- Schweizer Baujournal. (2009). Schulhaus Leutschenbach in Zürich, *SBJ 5/09*.
- Stadt Zürich. (2016, 12.05.2018). Masterplan Umwelt der Stadt Zürich 2017-2020. Abgerufen von https://www.stadt-zuerich.ch/epaper/GUD/UGZ/Masterplan_Umwelt_2017_2020_output/web/html5/index.html?&locale=DEU
- Stiftung Mercator Schweiz. (2016). Leitfaden Wirkungsmodell. Abgerufen von https://www.stiftung-mercator.ch/fileadmin/documents/Dokumente/Wirkungsmodell_Leitfaden.pdf
- Van der Haegen, P. (2017, 21.09.2017). Einführungsvorlesung zu UPL [persönliche Mitteilung].

Anhang

A. Kurze Erläuterung zum Wirkungsmodell der Stiftung Mercator Schweiz

Der folgende Abschnitt ist auf den «Leitfaden zum Wirkungsmodell» der Stiftung Mercator Schweiz gestützt (Stiftung Mercator Schweiz, 2016).

In dieser Arbeit wurde nur einige Aspekte des Wirkungsmodells übernommen und angepasst, namentlich für die Zielformulierung.

Nachfolgend werden die verwendeten Begrifflichkeiten erklärt. Bei den Outputs handelt es sich um Voraussetzungen, um die angestrebten Outcomes bei den Zielgruppen zu erreichen. Diese wiederum tragen zum Erreichen der übergeordneten Wirkung, des Impacts bei.

- **Outputs (Leistungen und Produkte):**
Zu den Outputs gehören die Leistungen und Produkte eines Projekts. Dies umfasst, was aus einer Aktivität resultiert beziehungsweise was das Projekt der Zielgruppe anbietet. Darunter fallen Leistungen und Produkte, die der Zielgruppe zur Verfügung gestellt werden sowie deren Nutzung durch die Zielgruppe und die Zufriedenheit der Teilnehmenden.
- **Outcomes (Wirkungen bei den Zielgruppen/Ziele):**
Outcomes sind die Wirkungen des Projekts auf Ebene der Zielgruppen. Sie verdeutlichen, welche positiven Veränderungen das Projekt bei den Teilnehmenden bewirken will. Dies kann beispielsweise eine Veränderung auf Ebene des Wissens oder des Verhaltens sein.
- **Impact (Vision):**
Der Impact umfasst Wirkungen, die über die eigentliche Zielgruppe hinausgehen und übergeordnet auf die Gesellschaft oder Teile von ihr einen Einfluss haben. Dies können beispielsweise Veränderungen auf gesellschaftlicher beziehungsweise systemischer Ebene sein.

B. Nachhaltigkeitsbeurteilung der Massnahmen

Die Nachhaltigkeit der Massnahmen wurde anhand einer vereinfachten Form der Nachhaltigkeitsbeurteilung nach dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und dem Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) durchgeführt (Ochsenbein, Von Stokar Thomas, & Steinemann, 2004).

Ziel

Das kombinierte Massnahmen-Set von Broschüre und Website mit Webtool gewährleistet eine nachhaltige Nutzung von Beton im Kanton Zürich. Die Zielgruppe sind Bauherren, Planer und entfernter auch Bauingenieure. Die Hauptziele sind, dass Stakeholder aufgrund der Broschüre vermehrt Recyclingbeton anstatt Primärbeton verwenden und durch die Verwendung des Webtools die Transportwege und damit Umweltbelastungen wie CO₂-Emissionen insgesamt verringert werden.

Da die beiden Massnahmen eng miteinander verknüpft sind, wird eine kombinierte Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) gemacht.

Relevanz

Die Stadt Zürich definiert in ihrem Masterplan Umwelt der Stadt Zürich 2017–2020 unter anderen die folgenden langfristigen Umweltziele (Stadt Zürich, 2016):

- Reduktion grauer Energie und grauer CO₂- und Treibhausgasemissionen
- Reduktion Rohstoffverbrauch

Die beiden Massnahmen unterstützen diese Ziele direkt und sind daher relevant innerhalb der gesetzten Systemgrenzen.

Analyse

Systemgrenzen

Die Analyse wird erst nach der Implementierung der Massnahmen gemacht, da die effektive Wirkung im Voraus schwer abschätzbar ist. Geeignete Zeitpunkte sind beispielsweise ein Halbjahr nach der Implementierung oder nach einer längeren Zeitspanne (ca. 3 Jahre). Der Vorteil der frühen Analyse ist, dass früh erkannt werden kann, ob die Massnahmen in diesem Format überhaupt Sinn machen und eine Wirkung zeigen, während die spätere Analyse besser die Verbreitung der Massnahmen, beziehungsweise die effektiven Auswirkungen aufzeigen kann.

Als räumliche Grenzen dienen die Kantonsgrenzen des Kantons Zürich, da für die Massnahmen nur Werkstandorte und Informationen bezogen auf den Kanton Zürich berücksichtigt wurden.

Zusätzlich beschränkt sich der Prototyp der Massnahme lediglich auf eine RC-Betonsorte und eine Primärbetonsorte der Anwendungsklasse NPK C.

Nachhaltigkeitsziele

Die Nachhaltigkeitsprinzipien nach dem MONET - Monitoring der nachhaltigen Entwicklung - des Bundesamtes für Statistik (BFS) bilden die Grundlagen für die Indikatoren zur Beurteilung der nachhaltigen Entwicklung der Schweiz (Bundesamt für Statistik, 2003). Jeder Indikator muss mindestens auf ein Prinzip bezogen sein. Die Prinzipien werden in folgende drei Zieldimensionen eingeteilt: gesellschaftliche Solidarität, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und ökologische Verantwortung.

Für die NHB wurden die von den Massnahmen beeinflussten Prinzipien und Indikatoren analysiert. Die Prinzipien, auf die sich die Indikatoren beziehen, stehen hinter den Indikatoren in Klammern.

Gesellschaft:

Weder die Broschüre noch das Webtool tragen direkt zur Förderung der gesellschaftlichen Solidarität bei. Allerdings beeinflussen sie über die verbesserten Umweltbedingungen passiv die Lebensqualität der Gesellschaft.

Indikatoren:

- **+ Lebenserwartung in guter Gesundheit** (2b, 10a): Kürzere Transportwege minimieren Lärmbelastungen, was sich positiv auf die menschliche Gesundheit (z.B. Schlafstörungen, Konzentrationsbeschwerden) auswirkt.

- **+ Wahrnehmung der Wohnumgebung** (3b): Durch die kürzeren Streckenlängen die Lastwagen zurücklegen geht auch die Anzahl Personen zurück, die von den Lärmemissionen der Lastwagen betroffen sind und die Wohnumgebung wird als ruhiger wahrgenommen.

Wirtschaft:

Eine Nutzung des anfallenden Bauschutts wirkt sich positiv auf die Wirtschaft aus. Durch die Verwendung dieser günstigen, einfach zugänglichen Sekundär-Ressourcen können die teureren, knapper werdenden Primär-Ressourcen ergänzt werden.

Indikatoren:

- **- Materialintensität** (10a, 12a, 15a, 16a, 16b): Dieser Indikator stellt das Verhältnis von inländischem Rohstoffverbrauch und Bruttoinlandsprodukt dar. *“Die Herausforderung besteht darin, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit zu erhalten oder zu steigern und gleichzeitig den Materialverbrauch zu senken (Prinzipien 10a und 12a)”* (Bundesamt für Statistik, 2018a) Idealerweise sind wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Materialverbrauch absolut entkoppelt. Das heisst, dass die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit steigt, während der Materialverbrauch sinkt. Weil RC-Beton günstiger ist als Primärbeton ergibt sich bei Baustoffrecycling eine Steigerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit bei sinkendem Materialverbrauch. Somit sinkt die Materialintensität bei erhöhtem Gebrauch von RC-Beton.
- **+ Anteil Investitionen am Bruttoinlandsprodukt** (10a): Durch die Steigerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit durch die Förderung von Baustoffrecycling werden Investitionen in das Recyclinggewerbe attraktiv und lohnend. Dadurch steigt der Anteil von Investitionen am Bruttoinlandsprodukt.

Umwelt:

Durch Kiesgruben werden Flächen für Ökosystemdienste wie Wasser- und Luftaufbereitung unbrauchbar. Die Wiederverwertung von Baustoffen schont diese Flächen und trägt zusätzlich zu einem schöneren Landschaftsbild bei.

Weiter ist der Austoss von CO₂ ein ernst zunehmendes Umweltproblem, da CO₂ mit einem Anteil von über 80% relativ zu anderen Treibhausgasen am stärksten zur Klimaerwärmung beiträgt (Bundesamt für Statistik, 2018c). Die Verkürzung von Transportdistanzen führt zu geringeren CO₂-Emissionen und trägt deshalb dazu bei, dass der Zielwert des CO₂-Gesetzes für 2020 (48,6 Mio. Tonnen/Jahr) erreicht werden kann.

Indikatoren:

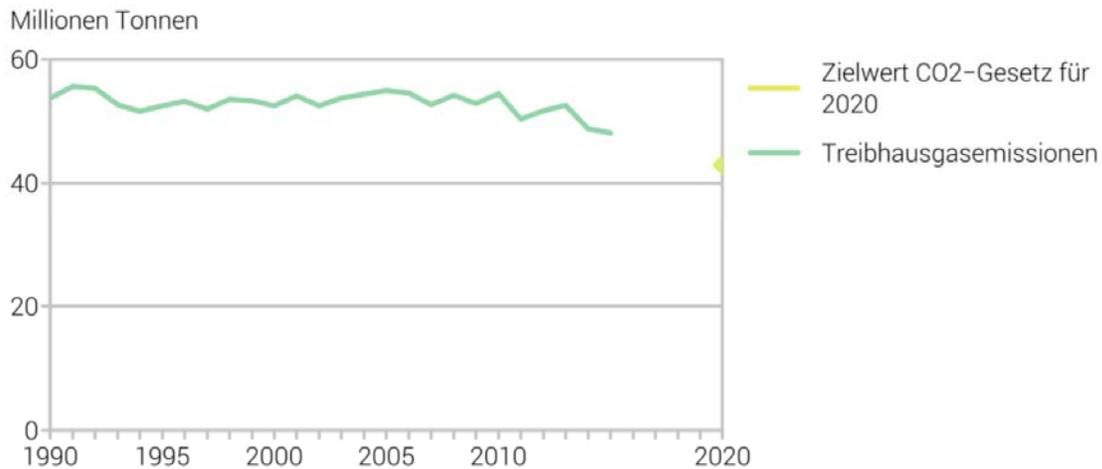
- **+ Ackerland** (2a, 15a, 16b, 20): Seit 1979 ist das Ackerland in der Schweiz um eine Fläche von der Grösse des Kantons Schaffhausen zurückgegangen. Dafür verantwortlich ist vor allem die Zunahme der Siedlungsfläche. Auch der Abbau und die Lagerung von Stoffen in Gebieten mit Ackerland vermindert die Ackerlandflächen. Ackerland ist eine nicht erneuerbare Ressource. Der Druck auf diese Flächen lässt sich durch weniger Deponien und weniger Kiesabbau verringern.
- **- Material-Fussabdruck** (12a, 14a, 15a, 16a, 16b): Der Material-Fussabdruck repräsentiert den jährlichen inländischen Rohstoffverbrauch. Durchschnittlich 41% des gesamten Fussabdrucks belaufen sich auf nichtmetallische Mineralien (Sand, Kies usw.) (Bundesamt für Statistik, 2018b). Dadurch wird ersichtlich, dass eine Reduktion des

primären Ressourcenverbrauchs Kies durch die Förderung einer Kreislaufwirtschaft einen grossen Einfluss auf diesen Indikator hat.

- – **Treibhausgasemissionen** (17a, 18c, 19): Die Verkürzung von Transportwegen hat einen signifikanten Einfluss auf die CO₂-Emissionen und hilft so bei der Verringerung der Treibhausgasemissionen und der Erreichung der CO₂-Ziele für 2020 (Bundesamt für Statistik, 2018c).

Treibhausgasemissionen

CO₂-Äquivalente ohne Senkenleistungen des Waldes und Emissionsminderungszertifikate



Quelle: BAFU – Treibhausgasinventar

© BFS 2017

Ergebnis

Anhand der oben durchgeführten Analyse lässt sich erkennen, dass sowohl die Broschüre, wie auch das Webtool die Indikatoren in die von MONET gewünschten Richtungen beeinflussen. Es wird auch veranschaulicht, dass nicht nur die ökologischen Aspekte der Nachhaltigkeit, sondern auch die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte verbessert werden.

Postulate

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, Rechtssicherheit 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 persönliche 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 (meritorischen 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 Zeitalter 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.

C. Massnahme im System

Variablen

Name	Verwendung von Primärbeton
Beschreibung	Diese Variable repräsentiert die Verwendung von Primärbeton im Hochbau.
Hohe Ausprägung	Je höher die Ausprägung, desto mehr Primärbeton wird im Hochbau verwendet.
Tiefe Ausprägung	Je tiefer die Ausprägung, desto weniger Primärbeton wird im Hochbau verwendet.
Aktueller Zustand	Momentan wird ein Grossteil der Gebäude aus Primärbeton hergestellt und die Masse an verwendetem Primärbeton ist entsprechend hoch.
Indikator	Anzahl Tonnen Primärbeton, die jährlich verbaut werden.
Hintergrund	Stoffflussanalyse 1. Semester.

Name	Verwendung von RC-Beton
Beschreibung	Diese Variable repräsentiert die Verwendung von RC-Beton im Hochbau.
Hohe Ausprägung	Je höher die Ausprägung, desto mehr RC-Beton wird im Hochbau verwendet.
Tiefe Ausprägung	Je tiefer die Ausprägung, desto weniger RC-Beton wird im Hochbau verwendet.
Aktueller Zustand	Momentan werden nur wenige Gebäude aus RC-Beton hergestellt.
Indikator	Anzahl Tonnen RC-Beton, die jährlich verbaut werden.
Hintergrund	Stoffflussanalyse 1. Semester.

Name	Präferenz für Primärbeton (Bedürfnisvariable)
Beschreibung	Diese Bedürfnisvariable beschreibt die Präferenz der Entscheidungsträger im Bau (z.B. Bauherren und Architekten) für Primärbeton. Folgende Aspekte fließen mit in die Variable ein: Vorurteile (betreffend Qualität/Stabilität.), ästhetische Vorbehalte, Erfahrungen, Wissensstand, Nachhaltigkeitsgedanke etc.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet eine starke Tendenz zur Nutzung des Primärbetons.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet eine kleine bis keine Tendenz zur Nutzung des Primärbetons.
Aktueller Zustand	In der jetzigen Situation ist die Tendenz zur Nutzung von Primärbeton gross.
Indikator	Anzahl Bauprojekte bei denen Primärbeton eingesetzt wird im Verhältnis zur gesamten Anzahl an Bauprojekten.
Hintergrund	Stoffflussanalyse 1. Semester.

Name	Präferenz für RC-Beton (Bedürfnisvariable)
Beschreibung	Diese Bedürfnisvariable beschreibt die Präferenz der Entscheidungsträger im Bau (bspw. Bauherren und Architekten) für RC-Beton. Folgende Aspekte fließen mit in die Variable ein: Vorurteile, ästhetische Vorbehalte, Erfahrungen, Wissensstand, Nachhaltigkeitsgedanke etc.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet eine starke Tendenz zur Nutzung dieses Betons.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet eine geringe Tendenz zur Nutzung dieses Betons.
Aktueller Zustand	In der jetzigen Situation ist die Tendenz zur Nutzung von RC-Beton klein.
Indikator	Anzahl Bauprojekte bei denen RC-Beton eingesetzt wird im Verhältnis zur gesamten Anzahl an Bauprojekten.

Hintergrund	Stoffflussanalyse 1. Semester.
--------------------	--------------------------------

Name	Benötigter Deponieplatz
Beschreibung	Diese Variable beschreibt den benötigten Deponieplatz für Bauabfälle. Der beim Abbruch von Häusern anfallende Bauschutt und der dadurch benötigte Deponieplatz ist einer der Hauptgründe, weshalb man Beton recycelt. Folgende Aspekte fließen in die Variable mit ein: Bodenbelastung durch abgelagertes Material, Verringerung der Artenvielfalt und Störung des Landschaftsbildes. .
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass eine grosse Fläche für Deponien benötigt und viel Abbruchmaterial gelagert wird.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass eine kleine Fläche für Deponien benötigt und wenig Abbruchmaterial gelagert wird.
Aktueller Zustand	Baumaterialien führen die Liste der Hauptabfallströme der Schweiz an. Entsprechend ist der benötigte Deponieplatz gross, insbesondere, da viel vom aufbereiteten Material liegen bleibt. (Eberhard Unternehmungen, 2017)
Indikator	Deponieflächen oder Deponievolumen.
Hintergrund	Stoffflussanalyse 1. Semester.

Name	Kiesreserven
Beschreibung	Diese Variable beschreibt die Menge der zugänglichen Kiesreserven in der Schweiz. Je kleiner sie sind, desto mehr Aufwand ist nötig um an sie zu gelangen.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass eine grosse Menge Kies verbraucht wird und die zugänglichen Kiesreserven weiterhin stark abnehmen.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass nur kleine Mengen an Kies abgebaut werden und die Kiesreserven nur wenig zurückgehen.
Aktueller Zustand	Die zugänglichen Kiesreserven der Schweiz nehmen stetig ab und ein immer grösserer Aufwand ist nötig, um an sie zu gelangen.

Indikator	Kiesabbau (Volumen pro Zeitintervall)
Hintergrund	

Name	Transport
Beschreibung	Die Transport-Variable beschreibt die Summe aller Transportkilometer des Betons vom Fabrikator zur Baustelle innerhalb der Systemgrenzen.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet grosse Transportdistanzen.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet kleine Transportdistanzen.
Aktueller Zustand	Momentan wird die Transportdistanz vor allem von den Präferenzen bestimmt. Das heisst, dass für ein Gebäude im Voraus ein bevorzugter Beton gewählt und vom bevorzugten Werk/Hersteller geliefert wird. Dies resultiert in - aus umweltbedingter Sicht - nicht optimierten, langen Transportwegen.
Indikator	Als Indikator dient die Summe aller zurückgelegten Kilometer für den Transport von Beton von der Fabrik zur Baustelle innerhalb unserer Systemgrenze. Die Variable steigt an, wenn Häuser gebaut werden. Dabei ist es egal ob RC- oder Primärbeton verwendet wird, da diese einander substituieren. Die Variabel kann aber gesamthaft verringert/vergrössert werden, indem die Transportwege allgemein verkleinert werden.
Hintergrund	

Name	CO₂-Austoss
Beschreibung	Der CO ₂ -Austoss beschreibt wie viel CO ₂ in der von uns analysierten Baubranche ausgestossen wird. In der Ökobilanzierung ist der CO ₂ -Austoss eine stark gewichtete Variable.
Hohe Ausprägung	Hohe Ausprägung bedeutet, dass grosse Mengen an CO ₂ ausgestossen werden.

Tiefe Ausprägung	Tiefe Ausprägung bedeutet, dass wenig CO ₂ ausgestossen wird.
Aktueller Zustand	In der heutigen Situation liegt der Schwerpunkt in der Baubranche weder beim RC- noch bei Primärbeton direkt auf der Reduktion des CO ₂ -Austosses. Der aktuelle Zustand kann also als hohe Ausprägung interpretiert werden.
Indikator	CO ₂ -Austoss kann in Masse (Tonnen) oder Umweltbelastungspunkten angegeben werden.
Hintergrund	

Name	Image von RC-Beton
Beschreibung	Das Image von RC-Beton beschreibt, wie RC-Beton von verschiedenen Stakeholdern wahrgenommen wird. Dabei werden Vorurteile wie auch Erfahrungen miteinbezogen.
Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass das Image von RC-Beton gut ist. (Gute) Erfahrungen prägen die Beurteilung.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass das Image von RC-Beton schlecht ist. Vorurteile prägen die Beurteilung.
Aktueller Zustand	Das Image von RC-Beton ist zurzeit eher schlecht.
Indikator	Die Variable lässt sich nur qualitativ und nicht quantitativ beschreiben. Umfragen bei Stakeholdern geben Aufschluss darüber. Auch wie diskrepant die Aussagen von verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten über die Qualität von RC- oder Primärbeton sind, kann Aufschluss darüber geben.
Hintergrund	

Name	Zementverwendung
Beschreibung	Diese Variable beschreibt, wie hoch der absolute Zementverbrauch für die Betonherstellung ist. Der Verbrauch ist unabhängig davon, ob Primär- oder RC-Beton genutzt wird, da die Zementanteile in beiden Betonen in derselben Verwendungsklasse vergleichbar sind.

Hohe Ausprägung	Eine hohe Ausprägung bedeutet, dass viel Zement verbraucht wird in der analysierten Bauindustrie.
Tiefe Ausprägung	Eine tiefe Ausprägung bedeutet, dass wenig Zement verbraucht wird.
Aktueller Zustand	Mit zunehmendem Bevölkerungswachstum steigt zwingend auch die Nachfrage nach neuen Wohngebäuden. In der Schweiz ist das Bevölkerungswachstum moderat, weshalb auch die Nachfrage nach Zement aus diesem Grund moderat ist. Jedoch werden auch Gebäude mit anderen Zwecken (Industrie, öffentlicher Sektor, ...) gebaut, die aus anderen Gründen einer steigenden Nachfrage ausgesetzt sind (z.B. Konjunkturabhängig).
Indikator	Zementverbrauch (Volumen oder Masse pro Zeitintervall)
Hintergrund	

D. Prototyp der Broschüre

QUELLEN

- Schweizerische Eidgenossenschaft, Umweltschutzgesetz (SR 814.01)
- Gruppe Baustoffe I USYSTdLab ETH Zürich (2017), Teilanalyse Gruppe Baustoffe I
- Gruppe Technik I USYSTdLab ETH Zürich (2017), Teilanalyse Gruppe Technik I
- Gruppe Ökonomie 4 USYSTdLab ETH Zürich (2017), „Häuser aus Häusern bauen“, Teilanalyse Gruppe Ökonomie 4
- Griffel (2015), Umweltrecht in a Nutshell
- Schweizer Baujournal (2009), Schulhaus Letschenbach in Zürich
- Stadt Zürich, 200-Watt-Gesellschaft https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/umwelt_energie/2000-watt-gesellschaft.html

BILDQUELLEN

- Canovic (2018), Concrete Struggles
- Schweizer Baujournal (2009), Schulhaus Letschenbach in Zürich
- VollConcrete! (2018), Concrete Coordinates https://baustoffrecycling.wildert.ch/?page_id=157

ÜBER UNS

Die Stadt Zürich hat sich das Ziel gesetzt, ihren Primärenergiebedarf auf 2000 Watt pro Person und die Treibhausgasemissionen auf 1 Tonne CO₂ pro Person und Jahr zu senken. Die Umweltbelastungen durch Bautätigkeiten in der Schweiz werden durch den grossen Abfallstrom der mineralische Bauabfälle von rund 10 Millionen Tonnen pro Jahr ersichtlich. Zusätzlich ist zu erwarten, dass sich die Bautätigkeit in der Schweiz in den kommenden Jahren vergrössern wird. Aus diesem Grund ist eine Reduzierung der Umweltbelastungen im Baubereich anzustreben. «Voll Concrete!» ist eine Gruppe von engagierten Personen, welche sich diesem Ziel verschrieben haben.

KONTAKTPERSONEN

Kaj Wiklund, Chief Executive Officer
kaj@vollconcrete.ch

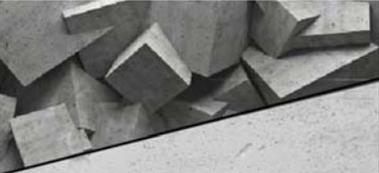
Samira Amos, Chief Design Officer
sam@vollconcrete.ch

Sabina Canovic, Head of Marketing
sab@vollconcrete.ch

Luca Zehnder, Chief Financial Officer
luki@vollconcrete.ch

Olivier Pfeuti, Chief Design Officer
oehl@vollconcrete.ch

Adresse: Universitätstrasse 16, 8006 Zürich
Telefon: 012 345 67 89



ETH zürich

VollConcrete!

«Voll Concrete!» möchte eine nachhaltige Verwendung von Beton gewährleisten, um so die Umweltziele der Stadt Zürich zu unterstützen.»



WARUM BESCHÄFTIGEN WIR UNS MIT BETON?

Umweltschutzgesetz, Art. 1: «Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen (...) gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen (...) dauerhaft erhalten.»

Recycling von Baustoffen ist im schweizerischen Gesetz verankert. Obwohl der nachhaltige Umgang mit Ressourcen gesetzlich vorgeschrieben ist, kann dieser Gesetzestext nicht nur als Pflicht verstanden werden. Baustoffrecycling ist auch eine **Chance**. Pioniere forschen bereits seit über 30 Jahren an Technologien und Verfahren wie man Häuser aus Häusern bauen und somit **wertvolle Ressourcen** wiederverwerten kann. Wertvoll, da für die Gewinnung von Primärbaustoffen grosse Landstriche unbrauchbar für Ökosystemdienste wie Wasser- und Luftaufbereitung werden.

Wertvoll auch im ökonomischen Sinn, da Bauabfälle teuer auf Deponien gelagert werden müssen.

Recycling von Baustoffen lohnt sich daher in mehr als einer Hinsicht. Trotzdem hat es RC-Beton auf dem Baustoffmarkt nicht einfach. Die Fragen weshalb nicht und ob zu Recht, wollen wir ganz konkret auf folgenden Seiten beantworten. Eben «Voll Concrete!».

CONCRETE STRUGGLES



RC-Beton kämpft mit Vorurteilen.

Sind diese Vorurteile legitim? Der nachfolgende Vergleich von RC-Beton mit Primärbeton soll Klarheit schaffen.

CONCRETE COMPARISON

Je nach stofflicher Zusammensetzung variieren unter anderem folgende Eigenschaften:

- Wasserabsorption
- Druck- und Zugfestigkeit
- Elastizitätsmodul

Durch die **Norm SN EN 206** sind die Zusammensetzungen und die Qualitätsanforderungen allerdings so geregelt, dass **RC- und Primärbetons** der gleichen Expositionsklasse als **qualitativ identisch** angesehen werden können. Beim Schulhaus Leutschenbach beispielsweise wurden alle Decken aus Leichtbeton mit Recycling-Steinskörnung in Sichtbetonqualität gebaut.



Das im Jahr 2009 eröffnete Schulhaus Leutschenbach.

Auch aus ökonomischer Sicht muss RC-Beton den Vergleich nicht scheuen. Die **Marktpreise für Recyclingbeton** sind sogar **tiefere** als für Primärbeton.

NACHHALTIGKEIT

Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit weisen **RC-Betons** eine **bessere Ökobilanz** auf als Primärbetons, jedoch spielen die **Transportwege** vom Fabrikator zur Baustelle eine **entscheidende Rolle**. Diese Wege sind in der Ökobilanz nicht enthalten. Da es keine Unterschiede bezüglich den Verwendungsmöglichkeiten gibt, macht es Sinn den nachhaltigsten Beton zu verwenden. Dabei hilft Ihnen unser Webtool **„Concrete Coordinates“**.

«CONCRETE COORDINATES»

Bei unserem Webtool «concrete coordinates» werden die Umweltbelastungen des Betons zu den durch den Transport verursachten Belastungen addiert. Somit wird der standortabhängig ökologischste Beton berechnet.

Finden Sie jetzt heraus, welches der ökologischste Beton für Ihr Bauprojekt ist.

1. Scannen Sie den QR-Code



2. Geben Sie die Adresse der Baustelle ein

(Bsp. Rämistrasse 101, 8092 Zürich)

3. «concrete coordinates» berechnet folgende Angaben:

Adresse:	Rämistrasse 101, 8092 Zürich
Nachhaltigster Beton:	Bio-con Kreislauf Beton AG, Bodenstrom 4, 9112 Gortinez
Betonart:	Werkstoffbeton RPKL 21

Das Webtool ist auch unter folgendem Link erreichbar:
www.baustoffrecycling.wildert.ch



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):

"Voll Concrete!"
Broschüre mit objektiven Informationen über RC-Beton und
«Concrete Coordinates»: Webtool zur Bestimmung des ökologischsten Betons

Verfasst von (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

Name(n):	Vorname(n):
Amos	Samira
Wiklund	Kaj
Zehnder	Luca
Pfeuti	Olivier
Canovic	Sabina

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

Zürich, 30. 5. 2018

Unterschrift(en)

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