

# ZÜRICH BAUT NACHHALTIG

Eine Massnahme zur Förderung des Recyclingbetons

Dokumentation Gruppe 23

1. Juni 2018



Abbildung 1: Titelbild, abgeändert (Stadt Zürich Hochbaudepartement, 2018b)

*AutorInnen: Fabian Bättig, Ciara O'Reilly, Cécile Reichmuth,  
Linda Schinz, Pascal Vollgraff, Tim Zogg*

*Diese Massnahme wurde von Studierenden des ersten Jahres Umweltnaturwissenschaften im  
Rahmen der Veranstaltung Umweltproblemlösen 2017/18 entwickelt.*

## Zusammenfassung

Die Stadt Zürich startet mithilfe von Infotafeln die *ZÜRICH BAUT NACHHALTIG*-Kampagne, die das Ziel hat, die Bevölkerung über die Verwendung von Recyclingbeton (RC-Beton) und den dadurch entstandenen Nutzen aufzuklären. Dafür werden Gebäude ausgesucht, die zentral gelegen sind und bei deren Bau RC-Beton verwendet wurde. Vor diesen Gebäuden wird eine Infotafel aufgestellt, die den Betrachter über den Einsatz von RC-Beton im jeweiligen Gebäude aufklärt. Durch graphische Vergleiche wird ihm zusätzlich der nachhaltige Nutzen, der bei diesem Gebäude durch die Verwendung von RC-Beton erzielt wurde, aufgezeigt. Zudem bietet die Tafel Angaben, wie und wo der Betrachter weiterführende Informationen zum Thema RC-Beton findet. Die Wirksamkeit der Massnahme ist anhand der Systemmodellierung mit System Q schwierig vorherzusagen. Jedoch führt das Ziel der Massnahme in den Dimensionen Gesellschaft, Wirtschaft und Ökologie zu mehr Nachhaltigkeit.

## Ausgangslage und Ziel

### Einsicht

Unsere Massnahme begründet sich in der Einsicht, dass der durchschnittliche Schweizer Bauherr heute nicht über fundiertes Wissen bezüglich Baustoffen, Bauteilen und deren Einsatzmöglichkeiten verfügt. Aus diesem Grund üben Ingenieure und Architekten (Planende) einen erheblichen Einfluss auf die Wahl der Baustoffe und Bauteile aus. Die Planenden informieren den Bauherrn oft einseitig und zugunsten des Einsatzes von Primärbaustoffen und -teilen, da sie ästhetische sowie qualitätsbedingte Vorbehalte gegenüber Recyclingbaustoffen und wiederverwendeten Bauteilen haben. Deshalb kennt der Bauherr die Einsatzmöglichkeiten von RC-Beton und wiederverwendeten Bauteilen nur unzureichend. Hinzu kommt, dass häufig weder die Bauherren noch die Planenden zwischen Wiederverwertung (Recycling) und Wiederverwendung unterscheiden können bzw. deren Begrifflichkeit kennen. Dies führt letztlich dazu, dass der Bauherr den Einsatz von RC-Beton und wiederverwendeten Bauteilen nicht explizit wünscht und aufgrund von Unwissen und Vorbehalten solche Baustoffe und -teile weniger eingesetzt werden.

## **Stakeholder und Problembeschreibungen**

### *1. Stadt Zürich:*

Seit dem Jahr 2005 setzt die Stadt Zürich auf den Baustoff RC-Beton, wenn sie als Bauherr fungiert und öffentliche Gebäude wie das Triemlispital errichtet. Sie versucht bei allen Neubauten einen Mindestanteil an RC-Beton zu verwenden. So will die Stadt als gutes Vorbild voranschreiten und private Bauherren vom Einsatz dieses Sekundärbaustoffes überzeugen. Den Einsatz von RC-Beton sieht man jedoch von blossem Auge nicht. Dies führt dazu, dass die privaten Bauherren kaum etwas von dessen Verwendung und der Vorreiterrolle der Stadt Zürich im Bereich des nachhaltigen Bauens mitbekommen (Stadt Zürich Amt für Städtebau, 2014).

### *2. Durchschnittlicher Bauherr:*

Der durchschnittliche Schweizer Bauherr möchte soweit informiert werden, dass er verschiedene Baustoffe kennt und seine Baustoff-Wahl seinen Präferenzen entsprechend tätigen kann. Sind die Planenden voreingenommen gegenüber RC-Beton, so informieren sie den Bauherrn einseitig und empfehlen ihm, Primärbaustoffe zu verwenden. Dies kann für den Bauherrn insofern ein Problem darstellen, als dass er dadurch nicht all seine Möglichkeiten kennt und deshalb individuelle Präferenzen wie ökologisches Bauen nicht umsetzen kann. Des Weiteren sind Recyclingbaustoffe tendenziell günstiger, wodurch für die Bauherren beim Einsatz von Primärbaustoffen Mehrkosten entstehen.

## **Ziel der Massnahme**

Die Massnahme soll mittels in der Stadt Zürich aufgestellten Infotafeln die Verwendung von RC-Beton sichtbar machen und die Allgemeinheit darüber informieren. Damit soll die Bekanntheit des RC-Betons vergrössert und die Diskussion unter den am Bau beteiligten Personen angeregt werden. Dadurch werden die Bedürfnisse der Stadt Zürich und des durchschnittlichen Bauherrn befriedigt. Letztendlich erhofft sich die Projektgruppe, dass durch diese Massnahme der RC-Beton vermehrt zum Einsatz kommt.

## Stand der Entwicklung

Die Stadt Zürich baut bereits heute mit RC-Beton. So wurden diverse städtische Renovationen sowie Neubauten anhand von ökologisch nachhaltigen Richtlinien der Stadt realisiert. Diese schreiben unter anderem die den technischen Möglichkeiten entsprechende Verwendung von RC-Beton vor. Ausserdem richtet sich die Stadt Zürich bei der Vergabe von Bauaufträgen nach den *Richtlinien für Nachhaltiges Bauen der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren* (KBOB, 2018; Stadt Zürich Amt für Städtebau, 2014). Der Einsatz von RC-Beton wird bislang an den entsprechenden Gebäuden nicht hervorgehoben.

Bei ihren Recherchen ist die Projektgruppe auf keine vergleichbaren Projekte im In- oder Ausland gestossen, bei denen vor Ort durch Infotafeln, Schilder oder Plakate explizit auf die Verwendung von RC-Beton und den dadurch entstandenen nachhaltigen Nutzen hingewiesen wird. Einzig bei mit *Minergie-ECO*-zertifizierten Gebäuden weiss man, dass mindestens 50 % RC-Beton beim Bau verwendet werden. Dies ist eine der Bedingungen für die *Minergie-ECO*-Zertifizierung (Zertifizierungsstelle Minergie-Eco, 2018). Das Zertifikat (siehe Abb. 2) weist jedoch nicht explizit auf die Verwendung dieses Sekundärbaustoffes hin. Um vom Einsatz des RC-Betons zu erfahren, müsste ein Betrachter des Zertifikats sich folglich selbst über die *Minergie-ECO*-Standards informieren.



Abbildung 2: Minergie-ECO Label (Verein Minergie, 2018)

## Darstellung der Massnahme

### Beschreibung der Massnahme

Als Massnahme werden Infotafeln gestaltet, die über die Verwendung von RC-Beton bei öffentlichen und privaten Bauten in der Stadt Zürich informieren. Öffentlich zugängliche, häufig frequentierte, den städtischen Richtlinien entsprechende Bauten bilden dabei die Grundlage der Massnahme. Der Projektgruppe ist es wichtig, dass die Informationen auf der Tafel verständlich, anschaulich und eindrücklich präsentiert werden, sodass viele Leute sich angesprochen fühlen und somit die Reichweite der Tafel optimiert wird. Um dem Betrachter stichhaltige Informationen zum RC-Beton zu geben, wurde ein Kasten mit Fakten über RC-Beton gemäss der *Beton Konkret-Broschüre* eingefügt (Stadt Zürich Amt für Hochbauten, 2017). Zudem soll dem Betrachter die Möglichkeit geboten werden, sich über RC-Beton mittels QR-Code (mithilfe der Website [QR Code Generator](#) generiert) weiter zu informieren. Auf den Infotafeln wird je-

weils angegeben, wie viel RC-Beton beim jeweiligen Gebäude verbaut wurde und durch anschauliche und eindrückliche Vergleiche wird dem Betrachter aufgezeigt, welcher ökologischer Nutzen durch den Einsatz des Sekundärbaustoffs entstanden ist. Die Infotafeln weisen zudem ein Loch in der Mitte auf, damit der Passant das Gebäude sieht, worüber die Infotafel informiert. Das Loch fungiert als Blickfang und regt den Betrachter dazu an, sich die ganze Tafel anzuschauen. Die Projektgruppe hat sich bei der Erstellung der Infotafeln an den Daten der jeweiligen Gebäude orientiert oder sich mit Fachkräften der Stadt Zürich zusammengesetzt und im Gespräch die entsprechenden Angaben ausfindig gemacht (Baubüro Greencity, 2018; Lalive d'Epinay, 2018; Noger, 2018). Die Entwürfe der Infotafeln werden zudem von der *Schober Bonina Kommunikationsagentur AG* überarbeitet, um ein öffentlich wirksames und professionelles Endprodukt zu erreichen.

### Beschreibung der Infotafel-Prototypen

Die Projektgruppe hat zur Ausgestaltung der Prototypentafeln zwei Gebäudekomplexe von öffentlichem Interesse ausgewählt: Das Triemlisptial und das Greencity-Areal. Anhand dieser Bauprojekte hat die Projektgruppe zwei Prototypen entworfen. Der Unterschied zwischen den Projekten liegt darin, dass das Triemlisptial von der öffentlichen Hand und das Greencity-Areal von privaten Investoren errichtet wurde.

#### Infotafel Triemlisptial

Von der Projektgruppe wurde ein Entwurf der Infotafel für das Triemlisptial erarbeitet (siehe Abb. 3). Darauf wird die Menge eingesparter Schweizer Kiesressourcen (anhand von Einfamilienhäusern) und die verbaute Gesamtmenge RC-Beton visualisiert. Verglichen wird die verbaute Gesamtmenge mit der Höhe und Anzahl aufeinander gestapelter Elefanten, die je eine durchschnittliche Höhe von drei Metern und ein durchschnittliches Gewicht von 6 Tonnen aufweisen (WWF Schweiz, 2018). Dies resultiert in einem «Elefantenstapel» mit der Höhe von 39 Kilometern, was ungefähr viermal der Höhe des Mount Everest entspricht (Weinzierl, 2018). Der QR-Code ist verlinkt mit der Webseite der *Beton Konkret-Broschüre*.



Abbildung 3: Infotafel zum Triemlisptial (Anhang 1)

### Infotafel Greencity

Der zweite Entwurf der Infotafel wurde zum Bauprojekt Greencity erstellt (siehe Abb. 4). Eine wichtige Tatsache ist, dass das verwendete Recyclinggranulat für den Neubau von der ehemaligen Papierfabrik stammt, die auf demselben Gelände abgebrochen und zu Recyclinggranulat verarbeitet wurde. Dies wird auf der Infotafel, zusätzlich zum verwendeten Anteil an RC-Beton, hervorgehoben. Zudem wird auf den verkürzten Transportweg hingewiesen, der durch die direkte Verarbeitung vor Ort eingespart wurde (Berechnung siehe Anhang 2). Wie schon bei der Triemlispital-Infotafel wird die eingesparte Menge von Schweizer Kiesressourcen anhand von Einfamilienhäusern hervorgehoben. Der QR-Code verweist auf die Webseite von Greencity.



Abbildung 4: Infotafel zum Greencity-Areal (Anhang 1)

## Umsetzung der Massnahme

### 1. Input zum Start der Kampagne

Zuerst muss die *Fachstelle Nachhaltiges Bauen Zürich* von dieser Kampagne überzeugt werden, sodass die Kampagne lanciert und die nötigen finanziellen Mittel bereitgestellt werden können.

### 2. Standortwahl der Infotafeln

Neben Greencity und dem Triemlispital müssen für die Umsetzung der Massnahme weitere Gebäude gefunden werden, die sich für Informationstafeln eignen. Die Kriterien für die Wahl der Bauten sind, dass nennenswerte Mengen RC-Beton verbaut wurden und dass sich das Gebäude in der Stadt Zürich befindet. Ausserdem soll der Standort des Gebäudes ein möglichst hohes Besucheraufkommen aufweisen, sodass möglichst viele Menschen durch die Massnahme erreicht werden. Ein Vorschlag für einen weiteren Standort wäre die architektonisch interessante und deshalb oft besichtigte *Schulanlage Birch*, bei der erstmals alle vor Ort gegossenen Betonbauteile aus RC-Beton hergestellt wurden (Stadt Zürich Amt für Hochbauten, 2004). Die Projektgruppe schlägt vor, an mindestens 20 Standorten Infotafeln aufzustellen, damit die Massnahme ein gewisses Aufsehen erregt. Sobald die Gebäude und Standorte bestimmt sind, muss beim Hochbauamt der Stadt Zürich eine Bewilligung für das Errichten der Infotafeln beantragt werden (Stadt Zürich Hochbaudepartement, 2018a).

### 3. Sammeln und Verarbeiten der Daten

Sobald die Standorte für die Infotafeln gefunden und bewilligt wurden, müssen die Baudaten der Gebäude beschafft werden. Die benötigten Baudaten sind:

- Menge an verbautem Beton
- Menge an verbautem RC-Beton
- Anteil an rezyklierter Gesteinskörnung im RC-Beton in %
- Herkunft der Gesteinskörnung (primär und rezyklierte)

Bei Bauten der Stadt Zürich können diese Daten im Kontakt mit dem Hochbauamt der Stadt Zürich in Erfahrung gebracht werden (Lalive d'Epinay, 2018; Noger, 2018). Bei Bauten, die von privaten Bauherren errichtet wurden, muss der Kontakt zu den Bauherren gesucht werden und sie müssen um die Veröffentlichung der Angaben gebeten werden. Sind diese Daten vorhanden, müssen sie in Vergleiche umgerechnet werden, beispielsweise in das Gewicht von Elefanten (siehe Infotafel Triemlispital).

### 4. Weitergabe der verarbeiteten Daten an eine Werbeagentur

Sobald alle Daten vorhanden und umgerechnet sind, kann sich die Projektgruppe an eine Werbeagentur wie die *Schober Bonina Kommunikationsagentur AG* wenden. Zuerst werden mit der Agentur Wünsche und Vorstellungen betreffend der Gestaltung der Infotafeln besprochen. Danach werden von Grafikern der Werbeagentur Entwürfe angefertigt, welche an den Auftraggeber zurückgegeben werden, damit er nochmals die Möglichkeit hat, Änderungen zu wünschen (Schober, 2018). Nach dem allfälligen erneuten Überarbeiten der Entwürfe bekommt der Auftraggeber die Endfassung in digitalisierter Form.

### 5. Produktion und Aufstellen der Infotafeln

Die digital gestalteten Infotafeln können nun an ein Unternehmen weitergegeben werden, welches auf Publishing und Druck spezialisiert ist, wie die *Gysin AG* in Zürich. Dieses übernimmt dann die Produktion der Tafeln (Gysin AG, 2018). Auf Wunsch könnte sich auch die für die Gestaltung beauftragte Werbeagentur um diesen Prozess kümmern (Schober, 2018). Das Aufstellen der Tafeln wird letztendlich von Mitarbeitern der Stadt Zürich übernommen.

## **Kosten und Gewinne der Massnahme**

Die anfallenden Kosten zur Umsetzung der Massnahme liegen grösstenteils bei der Gestaltung der Infotafeln. Dies liegt daran, dass jede Infotafel individuell gestaltet und auf ein neues Objekt angepasst werden muss. Würde man diesen Auftrag einer Werbefirma wie der *Schober Bonina Kommunikationsagentur AG* erteilen, wären Kosten zwischen 800 und 1'000 Fr. für die

digitale Gestaltung einer Infotafel einzukalkulieren. Da jede Infotafel individuell gestaltet werden muss, fallen diese Kosten höher aus als bei einer Informationskampagne, bei der immer dasselbe Plakat aufgestellt wird. Eine günstigere Möglichkeit wäre, für die Gestaltung der Informationstafeln die Zusammenarbeit mit Studenten einer Hochschule für Gestaltung und Design zu suchen (Schober, 2018). Die Produktion und das Aufstellen der Tafeln werden weniger Kosten verursachen als das Design. Herr Schober schätzte diese Kosten auf maximal 100 Fr. pro Infotafel, sofern eine grössere Anzahl (20 Stück) dieser Tafeln produziert und aufgestellt werden (Schober, 2018). Wird die Massnahme mit der von der Projektgruppe vorgeschlagenen Anzahl von 20 Informationstafeln umgesetzt, ist mit Kosten von etwa 20'000 Fr. zu rechnen.

Die Gewinne, welche durch die Massnahme entstehen, sind schwierig zu quantifizieren. Einerseits liegt der Gewinn darin, dass die Bevölkerung über die Existenz von RC-Beton und dessen ökologischen Vorteilen informiert wird. Andererseits werden die schweizerischen Kiesvorkommen geschont und bleiben somit längerfristig erhalten. Dieser Gewinn äussert sich erst für nachfolgende Generationen, da diese weiterhin vom Gebrauch des Primärkieses profitieren können.

## Nachhaltigkeit der Massnahme

Mithilfe einer Nachhaltigkeitsbeurteilung untersucht die Projektgruppe, ob die angestrebte Situation ihrer Massnahme - der vermehrte Einsatz von RC-Beton - zu mehr Nachhaltigkeit führt und somit unterstützungswürdig ist. Die Nachhaltigkeit wird dabei in drei Dimensionen beurteilt: Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Anhand verschiedener Indikatoren und Postulate ist die Projektgruppe zum Schluss gekommen, dass die Verwendung von RC-Beton zu mehr Nachhaltigkeit führt (siehe Anhang 3).

## Massnahme in System

So wie sich das System präsentiert, gibt es ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen all den Einflussfaktoren. Die Bekanntheit von RC-Beton wirkt als aktive Einflussgrösse, sowohl direkt als auch indirekt. Gemäss der Einsicht ist dies eine der hauptsächlichen Systemeinflüsse, die es zu verändern gilt, um die Nachfrage von RC-Beton zu steigern. Dies deckt sich mit der von der Projektgruppe durchgeführten Systemanalyse. Die Massnahme der Projektgruppe ist ein mögliches Mittel, diese Grösse zu verändern. Im System der Projektgruppe ist zu sehen, dass die Massnahme alleine, obwohl sie eine aktive Einflussgrösse ist, wahrscheinlich nicht ausreichen wird, die Verwendung von RC-Beton zu steigern. Es müssen neben der Massnahme weitere Anreize geschaffen werden, die die Verwendung von RC-Beton begünstigen. Die



Wirksamkeit der Massnahme ist trotz einer Analyse durch System Q schwierig vorausszusagen, da im indirekten System die Massnahme als ambivalenter Faktor agiert. Sie ist eine vielseitig beeinflusste und somit schwierig zu kontrollierende Grösse (siehe Anhang 5). Die beiden von der Projektgruppe erarbeiteten Massnahmen lassen sich nicht ein System integrieren, da die Systeme, in denen sie wirken, zu unterschiedlich sind. Zentral ist jedoch bei beiden «der Abbau der Vorbehalte und des Unwissens».

## Weiteres Vorgehen

Die beiden Infotafeln werden an den Standorten des Greencity-Areals und des Triemlispitals aufgestellt. Deren Wirkungsweise auf Passanten kann so beurteilt und der Prototyp optimiert werden. Die weitere Umsetzung sowie die Kosten der Massnahme werden in den Kapiteln «Umsetzung der Massnahme» und «Kosten und Gewinne der Massnahme» dargelegt. Nach erfolgter Umsetzung schlägt die Projektgruppe folgende Schritte vor: Die Ausweitung der *ZÜRICH BAUT NACHHALTIG*-Kampagne auf weitere nachhaltige und ökologisch sinnvolle Bauweisen und die Erstellung einer Webseite [www.zürichbautnachhaltig.ch](http://www.zürichbautnachhaltig.ch) zur Kampagne. So könnten einerseits weitere Infotafeln, welche sich mit dem Nutzen der Wiederverwendung, Wärmeisolierung und Solarzellen beschäftigen, erstellt werden. Andererseits könnten mittels der Webseite [www.zürichbautnachhaltig.ch](http://www.zürichbautnachhaltig.ch) alle Standorte der Infotafeln digital abgebildet und weitere Informationen zu RC-Beton und nachhaltigem Bauen bereitgestellt werden.

## Fazit

Selbst für Fachleute ist es schwierig einzuschätzen, welche exakte Wirkung Infotafeln erzielen. Die Beurteilung, ob eine Diskussion über RC-Beton und schliesslich ein vermehrter Einsatz von RC-Beton erreicht werden, ist somit schwer vorausszusagen. Dieselbe Antwort liefert auch die Analyse von System Q. Sie zeigt, dass die Massnahme im System eine Wirkung erzielt. Wie stark diese aber ausfällt, ist mit System Q schwierig abzuschätzen. Mit Sicherheit kann die Projektgruppe allerdings davon ausgehen, dass Infotafeln, die an öffentlichen Standorten in der Stadt Zürich aufgestellt werden, viele Personen darunter auch beschriebene Stakeholder erreichen. Insbesondere in Kombination mit anderen Massnahmen, die die Verwendung von RC-Beton fördern, lässt sich somit die Nachfrage und damit die Verwendung von RC-Beton steigern. Die Nachhaltigkeitsüberprüfung der Projektgruppe zeigt, dass eine solche Entwicklung im Hinblick auf eine nachhaltigere Zukunft zu begrüßen ist.

- Baubüro Greencity. (2018). Grüner Beton für eine grüne Stadt.
- Birkenmeier, A. (2017). Schweiz macht sich beim Recycling von Bauschutt auf den Weg. Abgerufen von [https://www.gruenewirtschaft.admin.ch/grwi/de/home/Gruene\\_Wirtschaft\\_konkret/schweiz-macht-sich-beim-recycling-von-bauschutt-auf-den-weg.html](https://www.gruenewirtschaft.admin.ch/grwi/de/home/Gruene_Wirtschaft_konkret/schweiz-macht-sich-beim-recycling-von-bauschutt-auf-den-weg.html).
- Brundtland-Kommission. (1987). Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung., 51.
- Brunner, A.-C., Pfeuti, O., Rütli, J., Sempach, C., & Zogg, T. (2017). *Teilanalyse Ökonomisch Gruppe 4, Ein Haus aus Häusern bauen*. Abgerufen von:
- Bundesamt für Statistik. (2016). Die Bodennutzung in der Schweiz, Anteil an Deponieplatz.
- Crossvertise GmbH. (2018). Die wichtigsten Kennzahlen der Plakatwerbung im Überblick. Zugriff am 31.05. Abgerufen von <https://www.crossvertise.com/plakatwerbung/kennzahlen>.
- Eberhard AG. (2018). Baustoffe 2018.
- ETH Zürich. (2018, 20.06.13). Kies für Generationen. Zugriff am 30.05. Abgerufen von <https://www.srf.ch/wissen/natur/kies-das-graue-gold-der-schweiz>.
- Gauch, M., Matasci, C., Hincapié, I., Hörler, R., & Böni, H. (2016). *Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz*. Abgerufen von:
- Google Maps. (2018). Flugroute Zürich - New York. Zugriff am 20.5.18. Abgerufen von <https://www.google.ch/maps>.
- Gysin AG. (2018). Wir zeigen, was sie können. Zugriff am 28.5. Abgerufen von <http://www.gysin.ch>.
- KBOB. (2018). *Nachhaltiges Bauen: Bedingungen für Werkleistungen*;
- Kunaratnam, M., Brandao, A. L., Reichmuth, C., Stoop, M., & Wunderlin, E. (2017). *Teilanalyse Stofffluss Gruppe 1, Stoffflussanalyse und Ökobilanz zu Beton und Recycling-Beton*. Abgerufen von:
- Lalive d'Epina, A. (2018, 09.05) *Informationen und Daten zu bedeutenden Leuchtturmprojekten der Stadt Zürich/Interviewer: T. Zogg, C. O'Reilly, & P. Vollgraff*.
- Noger, P. (2018, 25.04) *Informationen und Daten zu bedeutenden Leuchtturmprojekten der Stadt Zürich/Interviewer: T. Zogg, C. O'Reilly, & P. Vollgraff*.
- Röthlisberger, H. (1999). *Günstiger Bauen*. Roeplaner.
- Schneider Umweltservice. (2017). Preiskatalog.
- Schober, C. (2018, 18.05.) *Informationen und Rückmeldungen zu den gestalteten Infotafeln/Interviewer: P. Vollgraff*.
- Betonbau (SIA Zürich).
- Stadt Zürich Amt für Hochbauten. (2004). *Situationsplan im Birch*. Abgerufen von:
- Stadt Zürich Amt für Hochbauten. (2017). *Beton Konkret*. Abgerufen von: <https://www.stadt-zuerich.ch/beton-konkret>
- Stadt Zürich Amt für Städtebau. (2014). *10 Leitsätze zur nachhaltigen Entwicklung im Amt für Städtebau*.
- Stadt Zürich Hochbaudepartement. (2018a). Reklame und Aussenwerbung. Zugriff am 28.5. Abgerufen von [https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/bewilligungen\\_und\\_beratung/aussenwerbung.html](https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/bewilligungen_und_beratung/aussenwerbung.html).
- Stadt Zürich Hochbaudepartement. (2018b). Stadt Zürich, 2000 Watt Gesellschaft. Zugriff am 19.05.18. Abgerufen von [https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/umwelt\\_energie/2000-watt-gesellschaft.html](https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/umwelt_energie/2000-watt-gesellschaft.html).
- System GmbH. (2013). Systemanalyse Manual.
- Verein Minergie. (2018). Minergie-Eco Vorgabenkatalog. Zugriff am 24.5.18. Abgerufen von <https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/eco/>.
- Weinzierl, C. (2018). Der Mount Everest. Zugriff am 25.5. Abgerufen von <https://www.planet-wissen.de/natur/gebirge/himalaja/pwimounteverest100.html>.
- Wiener, D., & Greiner, E. (2002). *Nachhaltige Entwicklung messen - Einblick in MONET*. Neuchatel.

- WWF Schweiz. (2018). Afrikanischer Elefant - Steckbrief. Zugriff am 24.5.18. Abgerufen von <http://www.pandaclub.ch/de/wissen/Tierlexikon/Afrikanische-Elefanten/#page=Steckbrief>.
- Zertifizierungsstelle Minergie-Eco. (2018). Vorgabenkatalog und Umsetzungshinweise Kleine Wohnbauten - Neubauten.
- Zürcher Kies und Transport AG. (2018). Transporte und Baumaschinen. Zugriff am 28.5. Abgerufen von [http://www.zuercherzuzwil.ch/xml\\_1/Internet/de/application/d3/f15.cfm](http://www.zuercherzuzwil.ch/xml_1/Internet/de/application/d3/f15.cfm).

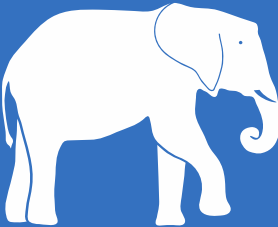
## Anhang

### Anhang 1 - Infotafeln

#### Stadtspital Triemli

# ZÜRICH BAUT NACHHALTIG

Wusstest Du, dass beim Neubau des Stadtspitals Triemli **98%** des eingesetzten Betons **Recyclingbeton** ist?



Bei diesem Projekt sind **79'968** Tonnen Recyclingbeton, welche verbaut wurden. Dies entspricht dem Gewicht von **13'330 Elefanten**. Aufeinandergestapelt würden diese einen Turm ergeben, der **4.5** mal so hoch ist wie der Mount Everest.

Durch den Einsatz von RC-Beton wurden bei diesem Projekt **10'000 Kubikmeter Schweizer Kiesressourcen** eingespart. Dies entspricht dem Volumen von **19 Einfamilienhäusern**.

**Facts zum Recyclingbeton**

Besteht zu mindestens 25% aus rezykliertem Gesteinskörnung (Abbruchmaterial welches beim Rückbau von Häusern anfällt). Schont das natürliche Schweizer Kiesvorkommen. Spart wertvollen und knappen Deponieplatz ein. Ist zum Teil eine «urbane» Ressource, da die verwendete rezyklierte Gesteinskörnung vor Ort in der Stadt anfällt und aufbereitet wird. So werden Transportwege eingespart!

**Recyclingbeton – Wir bauen auf eine nachhaltige Zukunft!**  
Mach auch du mit, baue auf eine nachhaltige Zukunft und verwende **Recyclingbeton!**

Weitere Infos unter:  
[www.stadt-zuerich.ch/beton-konkret](http://www.stadt-zuerich.ch/beton-konkret)




Abbildung 3: Infotafel zum Triemlispital

# GREENCITY BAUT NACHHALTIG

Wusstest Du, dass in der ersten Bauetappe des Greencityareals:

- Der Anteil an **Recyclingbeton** vom gesamtem verbauten Betonvolumen **75%** beträgt.
- Beim Rückbau der alten Papierfabrik, auf dem heutigen Greencityareal, wurden aus dem Abbruchmaterial vor Ort **11'500m<sup>3</sup> rezyklierte Gesteinskörnung** hergestellt, diese wurde zur Herstellung des verbauten **Recyclingbeton** eingesetzt.

Durch den Einsatz von RC-Beton wurden bei diesem Projekt **11'500 Kubikmeter Schweizer Kiesressourcen** eingespart. Dies entspricht dem Volumen von **23 Einfamilienhäusern**.



Wäre dieses Material mit einem Lastwagen von einer 5 km entfernten Kies/Granulat Lagerstätte hergebracht worden, hätte ein 40 Tonnen schwerer Lastwagen insgesamt eine Strecke von **6780 km** zurücklegen müssen, dies entspricht der Strecke Zürich – New York!

#### Facts zum Recyclingbeton

Besteht zu mindestens 25% aus rezyklierter Gesteinskörnung (Abbruchmaterial, welches beim Rückbau von Häusern anfällt). Schont das natürliche Schweizer Kiesvorkommen. Spart wertvollen und knappen Deponieplatz ein. Ist zum Teil eine «urbane» Ressource, da die verwendete rezyklierte Gesteinskörnung vor Ort in der Stadt anfällt und aufbereitet wird. So werden Transportwege eingespart!

**Recyclingbeton – Wir bauen auf eine nachhaltige Zukunft!**  
Mach auch du mit, baue auf eine nachhaltige Zukunft und verwende **Recyclingbeton!**

Weitere Infos zu Greencity:  
[www.greencity.ch/de/](http://www.greencity.ch/de/)



## Anhang 2 - Berechnungen

### Berechnungen Stadtspital Triemli

#### **Betonmenge und Gewicht**

34'000 m<sup>3</sup> Beton wurden insgesamt verbaut → davon sind 98% RC-Beton (33'320 m<sup>3</sup>) (Noger, 2018).

RC-Beton was 79'986 Tonnen entspricht (wenn 1m<sup>3</sup> 2.4 Tonnen wiegt) (Brunner, Pfeuti, Rütli, Sempach, & Zogg, 2017, S. 11)

#### **Elefantenvergleich**

Gewicht Elefant 6 Tonnen (WWF Schweiz, 2018):

$$79'986t / 6t = 13'328 \text{ Elefanten}$$

Höhe Elefant (WWF Schweiz, 2018):

$$3m * 13300 \text{ Elefanten} = 39900m \text{ Elefantenstapel}$$

#### **In Mount Everest Höhenmetern ausgedrückt**

Höhe Mount Everest (Weinzierl, 2018):

$$8884m.ü.M. \rightarrow 39900m/8884m = 4.491 \text{ x Mount Everest}$$

#### **Primärkieseinsparung**

Der RC-Beton besteht zu 30% aus RC-Granulat (Noger, 2018).

$$30\% \text{ RC-Granulat von } 33'320 \text{ m}^3 = 9'996 \text{ m}^3$$

ca. 10000 Kubikmeter an Primärkies die eingespart werden.

#### **Volumen Einfamilienhaus**

Einfamilienhaus Typ 1 (Röthlisberger, 1999):

$$520m^3 \rightarrow 10'000m^3 / 520 \text{ m}^3 = 19 \text{ Einfamilienhäuser}$$

## Berechnungen Greencity Areal

### **Streckenvergleich**

Hätte dieses Material mit den in der Schweiz grössten zulässigen Lastwagen (40t) mit einem Ladevolumen von  $17\text{m}^3$  (Zürcher Kies und Transport AG, 2018) von einer 5km entfernten Kies/Granulat Lagerstätte hergebracht werden müssen hätte dieser 40t Lkw insgesamt:

$$11500\text{m}^3 / 17\text{m}^3 = 677 \text{ Lastwagenladungen}$$

Hin- und Rückweg

$$2 * 5\text{km} \rightarrow 677 * 10\text{km} = 6780\text{km}$$

ca. Zürich-New York (Google Maps, 2018)

### **Primärkieseinsparung**

Auf dem Gelände wurde eine alte Papierfabrik rückgebaut und direkt vor Ort aus dem Rückbaumaterial  $11500\text{m}^3$  an RC-Granulat hergestellt welches dann auch vor Ort verbaut worden ist (Baubüro Greencity, 2018).

### **Volumen Einfamilienhaus**

Einfamilienhaus Typ 1 (Röthlisberger, 1999):

$$520\text{m}^3 \rightarrow 11\,500\text{m}^3 / 520 \text{ m}^3 = 23 \text{ Einfamilienhäuser}$$

## Anhang 3 - Nachhaltigkeitsbeurteilung

### Ziel und Relevanz der Nachhaltigkeitsbeurteilung

Die Infotafeln sollen vor dem Triemlisplatz, dem Greencity Areal und an weiteren öffentlichen Orten aufgestellt werden. So wird auf das Thema RC-Beton aufmerksam gemacht, die Öffentlichkeit darüber informiert und somit das Stigma von Architekten, Ingenieuren (den Planenden) und Bauherren gelöst. Dadurch steigt der Bekanntheitsgrad von RC-Beton, auf Dauer erhöht sich die Verwendung von RC-Beton und fördert den Wissensstand.

Mithilfe dieser Beurteilung macht sich die Projektgruppe ein Bild darüber, ob ihre Massnahme zur Förderung der Verwendung von RC-Beton zu mehr Nachhaltigkeit führt und somit unterstützungswürdig ist.

Die Projektgruppe geht von folgender Definition der Nachhaltigkeit aus: «Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können» (Brundtland-Kommission, 1987, S. 51).

### Methodik und Systemgrenze

Die Nachhaltigkeit wird in drei Dimensionen beurteilt: Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Die Nachhaltigkeitsbeurteilung erfolgt anhand verschiedener Indikatoren des «Monitoring der nachhaltigen Entwicklung» (MONET). Diese Indikatoren entstammen grösstenteils der Arbeit «Nachhaltige Entwicklung messen» der Bundesämter für Statistik (BFS), Raumentwicklung (ARE) und Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und sind dort Postulate (siehe Postulate MONET, weiter unten) zur jeweiligen Dimension. Die Nummer in Klammern beziehen sich jeweils auf die Position der Postulate (Wiener & Greiner, 2002, S. 6f). Hat ein Indikator keine nachgestellte Nummer, so wurde der Indikator von der Projektgruppe definiert. Gewählt wurden Indikatoren, welche durch die Massnahme am meisten tangiert und beeinflusst werden. Da die Massnahme in Zürich ausgeführt wird, sind die Indikatoren und Beurteilungen dementsprechend auf diesen Raum angepasst.

Beurteilt wird die Veränderung der Nachhaltigkeit bezüglich folgenden zwei Situationen: Heute werden 50 % des gesamten rückgebauten Betons in Deponien verfrachtet oder im Tiefbau eingesetzt (Kunaratnam, Brandao, Reichmuth, Stoop, & Wunderlin, 2017, S. 1). Diese Situation wird mit derjenigen verglichen, wo diese 50 % im Hochbau eingesetzt werden und somit weder auf Deponien oder im Tiefbau landen.



## Nachhaltigkeitsdimensionen und Indikatoren

### Gesellschaftliche Dimension

In der heutigen Situation hat RC-Beton ein eher schlechtes Image, da in der Baubranche immer noch Vorbehalte betreffend der Sicherheit und Stabilität von RC-Beton vorhanden sind. Zudem ist die Verwendung von RC-Beton relativ unbekannt und es fehlt an Wissen und Erfahrung (Brunner et al., 2017, S. 17f). Die Projektgruppe nimmt an, dass durch angesammeltes Wissen, Interesse und Know-How, die Planenden sich dazu entscheiden werden, RC-Beton zu verwenden. Bei der vermehrten Nutzung von RC-Beton kann es sein, dass es zu Änderungen auf dem Arbeitsmarkt kommt (siehe wirtschaftliche Leistungsfähigkeit).

### Indikatoren

- **Gesellschaftliches Image von wiederverwertetem Baumaterial:**
  - Trend: Das Image von RC-Beton hat sich stark verbessert.
  - Begründung: Die Projektgruppe nimmt an, dass sich dies in der Situation der Verwendung von RC-Beton zumindest teilweise ändert. Die Verwendung von RC-Beton legt ihr negatives Image ab, weil sie sich etabliert hat.

Beurteilung: 

- **Humankapital – Wissen der Bevölkerung über die Wiederverwertung von Baustoffen:**
  - Trend: Die Bauherren wissen mehr über RC-Beton – sie können spezifische Informationen von den Planenden verlangen.
  - Begründung: Da die Verwendung von RC-Beton verbreitet ist, ist die Thematik den Bauherren bekannt.

Beurteilung: 


### Wirtschaftliche Dimension

Heute landen noch 50 % des gesamten rückgebauten Betons auf Deponien oder im Tiefbau (Kunaratnam et al., 2017, S. 1). Die Projektgruppe geht davon aus, dass durch die vermehrte Verwendung von RC-Beton die Baustoffrecyclingbranche einen Aufschwung erhält. Das zusätzliche Wissen und Know-How fördert die Aus- und Weiterbildung in Zürich. Dies kurbelt den Forschungssektor an und somit entstehen dort mehr Arbeitsplätze. Auch kann die Branche von Primärressourcen längerfristig bestehen, denn die Abnahme primärer Ressourcen wird mithilfe der Verwendung von RC-Beton verlangsamt. Die Projektgruppe folgert somit, dass die gesamtwirtschaftliche Leistungsfähigkeit durch die vermehrte Verwendung von RC-Beton erhöht wird.

### Indikatoren


- **Förderung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (10a):**

- Trend: Eine Kreislaufwirtschaft wird angestrebt und somit werden Ressourcen schonender genutzt.
- Begründung: Durch die vermehrte Anwendung des RC-Betons werden Stoffe in den Stoffkreislauf zurückgeführt (Gauch, Matasci, Hincapié, Hörler, & Böni, 2016, S. 1)

Beurteilung: 

- **Forschungsförderung (10c):**

- Trend: Es wird viel in die Forschung von Rückbaumethoden allgemein investiert.
- Begründung: Da nur begrenztes Wissen zum Thema Rückbau vorhanden ist, gibt es ein grosses Verbesserungspotenzial in diesem Bereich. Durch die Förderung von RC-Beton entsteht eine grössere Nachfrage nach neuen Rückbaumethoden, dadurch wird die Forschung in diesem Bereich stark gefördert.

Beurteilung: 

- **Zusätzliche Arbeitsplätze:**

- Trend: Es entstehen neue Arbeitsplätze.
- Begründung: Die Projektgruppe geht davon aus, dass die Branche vom Primärbeton stabil genug ist, um ihre Arbeitsplätze trotz vermehrtem Einsatz von RC-Beton halten zu können. Da aber die Nachfrage nach RC-Beton gestiegen ist, werden in der Baustoffrecyclingbranche neue Arbeitsplätze geschaffen.

Beurteilung: 


## Ökologische Dimension

Momentan hat die Schweiz einen jährlichen Primärbetonzufluss von 39.79 Millionen Tonnen (Gauch et al., 2016, S. 28). Dieser Zufluss einer endlichen Ressource ist nicht nachhaltig. Durch die vermehrte Verwertung von rückgebauten Material zu RC-Beton werden sowohl die Primär- als auch die Sekundärressourcen geschont und effizienter genutzt. Dies hat ökologische Effekte, die sich meist positiv auf die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit auswirken.

### Indikatoren

- **Verbrauchsbegrenzung für nicht erneuerbare Ressourcen (16b):**

- Trend: Durch die Verwendung von RC-Beton werden endliche Ressourcen effizienter und somit schonender genutzt.
- Begründung: Das Ersetzen von Primärmaterialien durch recycelte Zuschlagstoffe schont unsere Primärressourcen (Kunaratnam et al., 2017, S. 14ff).

Beurteilung: 

- **Emissionen (17b):**

- Trend: Die Emissionen durch Transportwege von RC-Beton sind kleiner oder ökologisch gesehen gleichwertig im Vergleich zu Primärbeton.
- Begründung: Bis zu zusätzlichen 15 km Transportweg von RC-Beton werden Emissionen verringert, es ist jedoch nicht immer garantiert das sich der Transportweg unter dieser Limite hält (Kunaratnam et al., 2017, S. 14ff).

Beurteilung: 


- **Umweltbelastung:**

- Trend: RC-Beton ist umweltschonender als Primärbeton.
- Begründung: Beim Vergleich von RC-Beton und Primärbeton ist RC-Beton durchschnittlich 30 % umweltschonender (Kunaratnam et al., 2017, S. 14ff).

Beurteilung: 

- **Entsorgung:**

- Trend: Es wird an Deponieplatz gespart.
- Begründung: Durch das vermehrte Verwenden von RC-Beton reduziert sich die Menge an Abbruchmaterial auf den Deponien (Kunaratnam et al., 2017, S. 14ff).

Beurteilung: 

## **Fazit**

Die Nachhaltigkeitsbeurteilung zeigt, dass der vermehrte Einsatz von RC-Beton sich in allen drei Dimensionen nachhaltig auswirkt. Da die Massnahme zum Ziel hat, die Verwendung von RC-Beton zu erhöhen, kann die Projektgruppe behaupten, dass die Massnahme sich nachhaltig auswirkt. Die Indikatoren zeigen, dass vor allem die ökologische Verantwortung der Schweizer Bevölkerung durchwegs positiv beeinflusst wird. Auch die ökonomische Dimension kann längerfristig profitieren, indem die primären Ressourcen länger erhalten bleiben und die Baustoffrecycling-Branche gestärkt wird.

## Anhang 4 – System Q

### **Systemanalyse der Massnahme «ZÜRICH BAUT NACHHALTIG»**

#### **Zusammenfassung**

So wie sich das System präsentiert, gibt es ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen all den Einflussfaktoren. Die Bekanntheit von RC-Beton wirkt als aktive Einflussgrösse, sowohl direkt als auch indirekt. Gemäss der Einsicht ist dies eine der hauptsächlichen Systemeinflüsse, die es zu verändern gilt, um die Nachfrage von RC-Beton zu steigern. Dies deckt sich mit der von der Projektgruppe durchgeführten Systemanalyse. Die Massnahme der Projektgruppe ist ein mögliches Mittel, diese Grösse zu verändern. Im System der Projektgruppe ist zu sehen, dass die Massnahme alleine, obwohl sie eine aktive Einflussgrösse ist, wahrscheinlich nicht ausreichen wird, die Verwendung von RC-Beton zu steigern. Es müssen neben der Massnahme weitere Anreize geschaffen werden, die die Verwendung von RC-Beton begünstigen. Die Wirksamkeit der Massnahme ist trotz einer Analyse durch System Q schwierig vorausszusagen, da im indirekten System die Massnahme als ambivalenter Faktor agiert. Sie ist eine vielseitig beeinflusste und somit schwierig zu kontrollierende Grösse (siehe Anhang 5). Die beiden von der Projektgruppe erarbeiteten Massnahmen lassen sich nicht ein System integrieren, da die Systeme, in denen sie wirken, zu unterschiedlich sind. Zentral ist jedoch bei beiden «der Abbau der Vorbehalte und des Unwissens».

#### **Vorgehensweise**

Das System wurde mithilfe der Anwendung System Q von Systaim erarbeitet, wobei für jede Massnahme ein eigenes System entworfen wurde. Dies aus dem Grund, dass die beiden Massnahmen unterschiedliche Themen (Wiederverwendung und RC-Beton) aufgreifen und somit zwei Systeme in eines gepackt werden müssten. Dadurch geht aber der Zusammenhang verloren, dass beide Massnahmen die Vorbehalte und das Unwissen der beiden Themenbereiche abbauen möchten, weshalb hier nochmals explizit darauf hingewiesen wird.

Dementsprechend wurden die folgenden Schritte jeweils zweimal für jede Massnahme durchgeführt. Zuerst definierte die Projektgruppe die Bedürfnisvariablen sowie weitere wichtige Variablen, die in Variablenblättern (siehe Anhang 3) spezifiziert wurden. Die Variablen wurden laufend ergänzt oder nötigenfalls gestrichen. Als nächster Punkt wurden die Variablen in System Q nach längeren Diskussionen in der Gruppe miteinander in Verbindung gesetzt, sogenannte Einflüsse wurden erstellt.

### **Einflussgrössen (Erfolg/Misserfolg)**

Die Grundlage zur Analyse des Systems bildet das System Grid. Direkt und indirekt wird die Wirkungsweise des Systems beschrieben. Entscheidend für die Beurteilung, ob eine Variable ihre angestrebte Wirkung erzielt, ist somit im direkten sowie im nicht vorhersehbaren, indirekten System zu untersuchen. Erst im Vergleich dieser beiden Systeme lässt sich erahnen, wo der Ansatzpunkt für eine Veränderung des Gefüges liegt (System GmbH, 2013). Schliesslich werden folgende Überprüfungen durchgeführt:

- Die direkte und indirekte Betrachtung von System Grid
- Die Analyse der Rückkopplungsschleifen
- Die Wirksamkeitsüberprüfung mit Definition der Zielveränderungen

Nachfolgend werden dementsprechend diese drei Systemausgaben mittels Abbildungen und Lauftext dargestellt:

### **Wirkungsweise des Systems**

#### Direkte Wirkungsweise

Die direkte Systemzusammensetzung, wie in Abbildung 5 zu sehen, beschreibt die direkte Wirkungsweise des Systems. Es ist ersichtlich, dass drei ambivalente Faktoren (rot) auftreten. Mit den aktiven Variablen ist das System zu steuern. Diese sind in der direkten Analyse der Bekanntheitsgrad von RC-Beton, das Know-How und Umweltbewusstsein der Planenden und das Verhältnis vom Preis von Primär-/ zu RC-Beton (gelb).

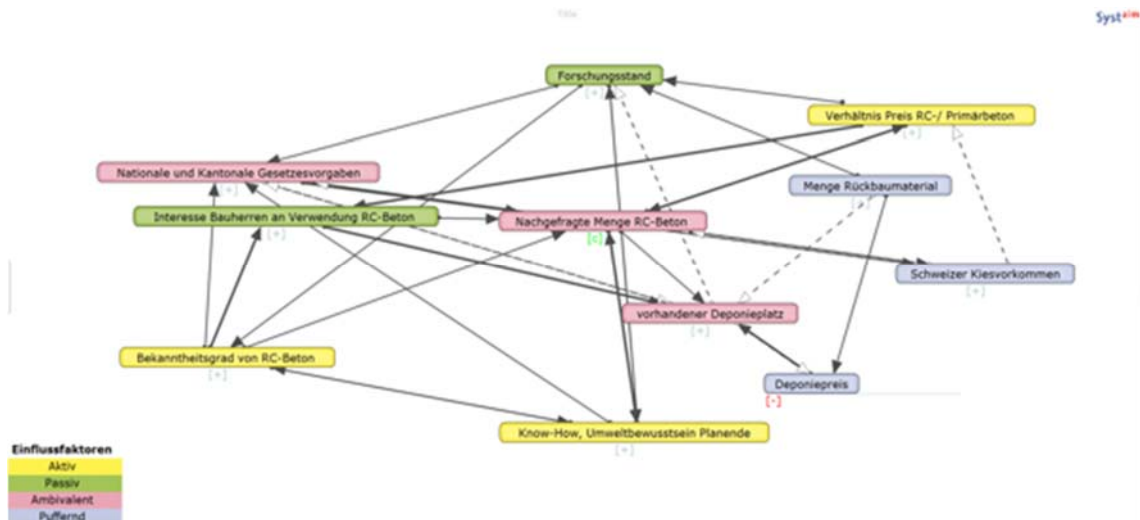


Abbildung 5: direkte Systemanalyse ohne Massnahme

Wird nun von der Projektgruppe die Massnahme ins System eingefügt, so ist ersichtlich, dass diese ebenfalls einen aktiven Charakter besitzt. Viele ambivalente Einflussgrößen verschieben sich in andere Sektoren. Die Variablen vorhandener Deponieplatz und die nationalen und kantonalen Gesetzesvorgaben werden passiv. Durch das Hinzufügen der Massnahme als zusätzliche Variable wird das gesamte System mit dessen Rückkopplungen vergrößert, was in diesem Fall zur Stabilisation des Systems führt. Mit Blick auf die Wirkungsweise des Systems ist dies insofern relevant, als dass neu vier aktive Einflussfaktoren im System wirksam sind. An diesen vier Faktoren kann ein Anreiz gesetzt werden.

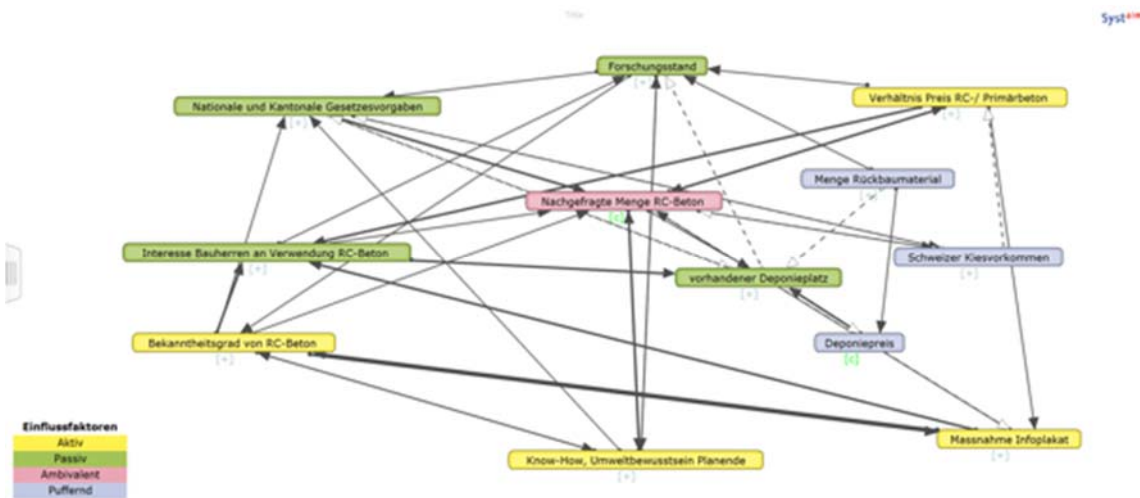


Abbildung 6: direkte Systemanalyse mit Massnahme

## Indirekte Wirkungsweise

Im Vergleich zum direkten System sind im indirekten System die Auswirkungen im Voraus nicht zu erahnen. Erst hier werden anfänglich unauffällige Beziehungen zwischen den Einflussfaktoren sichtbar. Geändert hat im indirekten System, dass das Preisverhältnis neu eine ambivalente Einflussgrösse geworden ist, der Forschungsstand wurde aktiv. Wie sind diese Änderungen zu erklären? Betrachtet man das Preisverhältnis zuerst im direkten System, verändert es sich im indirekten System zu einer ambivalenten Variable. Es ist einleuchtend, dass der Preis der beiden Baustoffe massgeblich im System die Fäden zieht. Betrachtet man nun im indirekten System noch die Faktoren, welche auf den Preis Einfluss nehmen, so wird klar, dass er selbst von vielen Variablen beeinflusst wird. Ähnlich verhalten sich andere Variablen, welche ihre Bedeutung vom direkten ins indirekte System verändert haben. Bei allen Faktoren wird erst hier klar, dass indirekte Einflüsse verstärkend oder abschwächend im Gefüge wirken können. Der Faktor Forschungsstand wird hinsichtlich der indirekten Betrachtung aktiv, weil viele Faktoren eine Wirkung über diese Variable verursachen. So wird beispielsweise der ambivalente Faktor Preisverhältnis aktiv durch den Forschungsstand beeinflusst. Wird mehr Forschung betrieben, können die Erkenntnisse im Produktionsverfahren von RC-Beton einbezogen werden, was deren Wirtschaftlichkeit steigen lässt.

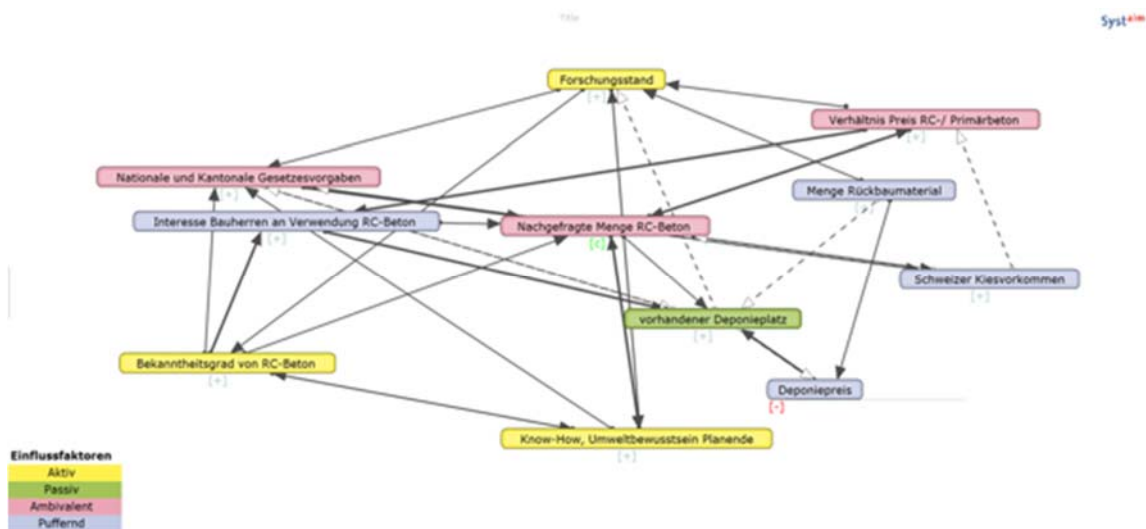


Abbildung 7: indirekte Systemanalyse ohne Massnahme

Wird von der Projektgruppe die Massnahme ins indirekte System eingefügt, so wird die eigentliche Wirkungsweise der Massnahme klar. Sie ist eine ambivalente Grösse, welche nicht leicht zu kontrollieren ist. Sie wird von vielen Faktoren beeinflusst. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Massnahme eine grosse Wirkung erzielt, da mit ihr der Bekanntheitsgrad von RC-Beton gesteigert werden kann. Die Massnahme wird aber auch von vielen Einflussgrössen beeinflusst und sobald diese Einflüsse negativen Ursprungs sind, kann es sein, dass die Massnahme ihre Wirkung nicht erreichen wird.

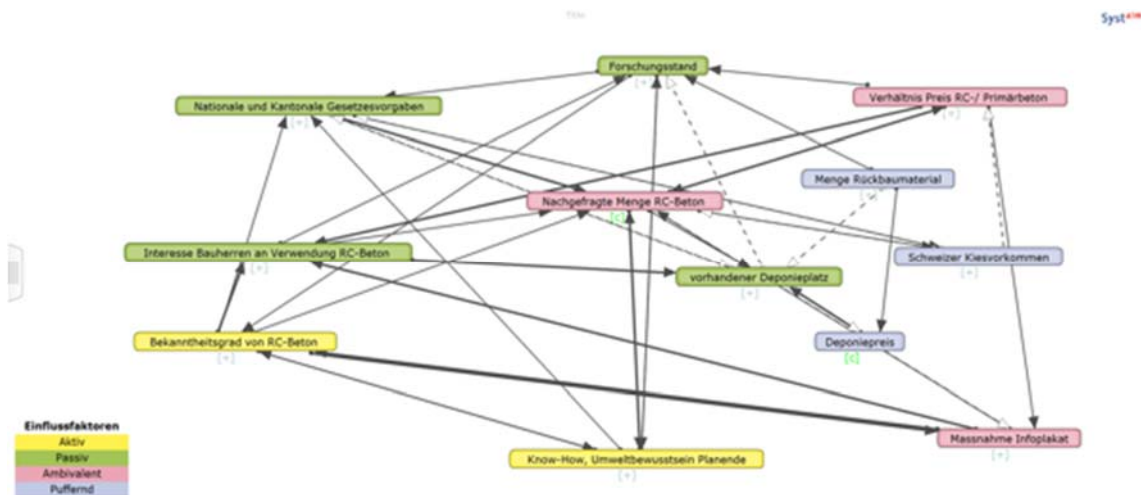


Abbildung 8: indirekte Systemanalyse mit Massnahme

## Rückkopplungen

Blickt man auf die Rückkopplung, dann wird ersichtlich, wie vernetzt das System ist. Es gibt insgesamt 243 Rückkopplungsschleifen. Es fällt auf, dass die Massnahme der Projektgruppe nicht direkt über die Einflussgrösse Nachgefragte Menge RC-Beton führt. Dementsprechend hat die Massnahme zwar einen Einfluss im System, aber nicht direkt auf die Zielvariable.

Die Wichtigste sei hier beschrieben: Startpunkt bildet die Betrachtung vom Schweizer Kiesvorkommen. Sinkt dieses, hat dies einen negativen Einfluss auf das Preisverhältnis der beiden Betonarten. Dies schlägt sich in einem direkten positiven Einfluss auf das Interesse der Bauherren nieder. Sinkt der Preis von RC-Beton, wird das Interesse der Bauherren geweckt, diesen Baustoff im Neubau zu verwenden. Das Interesse wiederum beflügelt die Forschung, denn wird es wirtschaftlich interessant den RC-Beton zu verwenden, wird auch die Forschung zur weiteren Förderung dieses Baustoffes vorangetrieben. Die Forschung wiederum schlägt sich in einer steigenden Bekanntheit vom RC-Beton nieder. Wird über eine Thematik geforscht und in den Medien berichtet, so steigt zwangsläufig dessen öffentliche Bekanntheit. Schlussendlich



würde die Politik fordern, in diesem Themenbereich eine erneuerte Gesetzgebung zu formulieren. Die nationale und kantonale Gesetzgebung wirkt sich wiederum auf das Schweizer Kiesvorkommen aus.

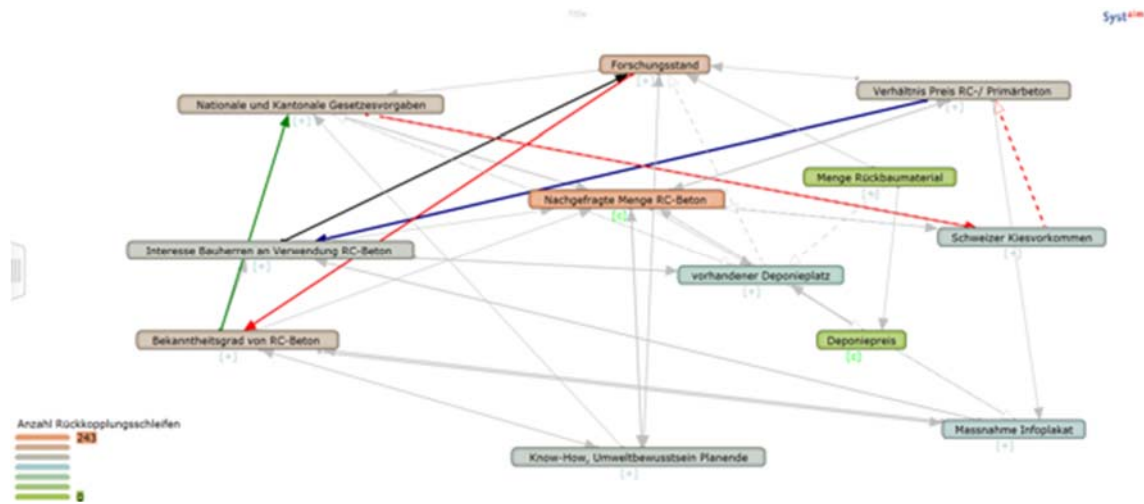


Abbildung 9: wichtigste Rückkopplung im System

## Wirksamkeitsüberprüfung

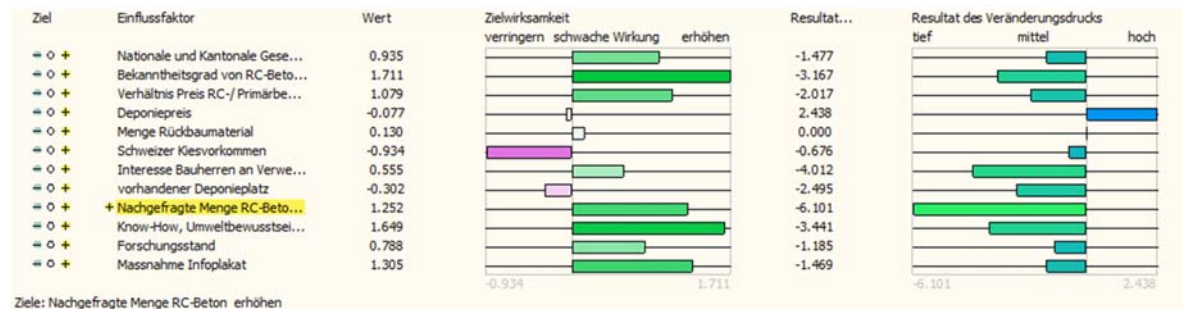


Abbildung 10: Wirksamkeitsanalyse, mit Zieldefinierung Die Nachfrage nach RC-Beton zu steigern.

Betrachtet man die Wirksamkeitsüberprüfung der einzelnen Einflussgrössen, so ergeben sich folgende Indizien für das System:

1. Die Massnahme «Infotafel» beeinflusst die Bekanntheit von RC-Beton, die einzige Variable, die im direkten und indirekten System als aktive Variable auftritt und somit als Steuergrösse angesehen werden kann.
2. Die Massnahme wirkt im direkten System als aktive Variable, im indirekten System als ambivalente Grösse. Die Massnahme ist also einerseits eine steuernde, andererseits eine vielseitig beeinflusste und somit schwierig zu kontrollierende Grösse.

- Solange das Schweizer Kiesvorkommen nicht einschneidend, durch übermässige Nutzung, verringert wird, hat diese Variable einen abschwächenden Einfluss auf die nachgefragte Menge RC-Beton.

Abschliessend kann somit beurteilt werden, dass unsere Massnahme, Informationen zu RC-Beton bereitzustellen, im direkten System als aktive Einflussgrösse systemwirksam ist. Der Veränderungsdruck auf die gewünschten Einflussgrössen ist gegeben. Aufgrund der Tatsache, dass die Massnahme im indirekten System als ambivalente Einflussgrösse auftritt, macht eine vorausschauende Beurteilung deren Wirksamkeit jedoch schwierig.

## Anhang 5 – Variablenblätter

Name	Preisverhältnis von Recycling- zu Primärbeton
<b>Beschreibung</b>	Die Variable beschreibt, wie viel RC-Beton im Vergleich zu Primärbeton kostet.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Der Primärbeton ist deutlich teurer als RC-Beton und kostet ein- einhalbmal so viel wie RC-Beton.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Der Primärbeton ist deutlich günstiger wie RC-Beton und kostet nur die Hälfte, somit ist RC-Beton auch wirtschaftlich deutlich attraktiver.
<b>Aktueller Zustand</b>	Preislich unterscheiden sich die jeweiligen RC-C und Primärbetonsorten kaum bis gar nicht. RC-M (RC-Beton aus Mischabbruchgranulat) hingegen ist um ca. 30 Fr. pro Kubikmeter günstiger als Primärbeton (z. B. A100 Beton RC-M: 134.30 Fr./m <sup>3</sup> , A100 RC-C und Primärbeton kosten jeweils 162.50 F.). Also können wir sagen RC-C steht im Verhältnis 1:1 zu Primärbeton und RC-M zu Primär im Verhältnis 0.85:1(Eberhard AG, 2018).
<b>Indikator</b>	Preislisten von Eberhard AG (2018)
<b>Hintergrund</b>	Ökonomisch/Baustoff

Name	Nachgefragte Gesamtmenge RC-Beton
------	-----------------------------------

<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt die gesamte Nachfrage nach RC-Beton innerhalb eines Kalenderjahres in der Schweiz.
<b>Hohe Ausprägung</b>	> 4.5 Mio. Tonnen
<b>Tiefe Ausprägung</b>	< 2 Mio. Tonnen
<b>Aktueller Zustand</b>	2.4 Mio. Tonnen (Kunaratnam et al., 2017)
<b>Indikator</b>	KAR-Modell / MatCH-Studien (Gauch et al., 2016)
<b>Hintergrund</b>	Ökonomisch, Stofffluss

<b>Name</b>	Nationale und kantonale Gesetze und Vorgaben
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable setzt sich damit auseinander, ob von nationaler oder kantonaler Ebene Gesetze und/oder Vorgaben vorhanden sind, die vorschreiben, dass die Verwendung eines gewissen Anteiles an RC-Beton beim Bau eines neuen Gebäudes obligatorisch ist oder, dass mindestens auf mögliche Einsetzbarkeit von RC-Beton geprüft werden muss.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Auf nationaler sowie auf kantonaler Ebene gibt es Gesetze, die vorschreiben, dass bei neuen Bauprojekten RC-Beton zu einem gewissen Anteil verwendet werden muss. Der Staat und die Kantone nehmen eine Vorreiterrolle ein und versuchen, bei den eigenen Bauprojekten so viel RC-Beton wie möglich zu verwenden.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Gesetze und Vorgaben, welche die Verwendung von RC-Beton fördern, sind weder auf nationaler noch auf kantonaler Ebene vorhanden. Staat und Kantone setzen als Bauherr auf primären Beton, die Verwendung von RC-Beton wird nicht in Betracht gezogen.
<b>Aktueller Zustand</b>	Auf nationaler und kantonaler Ebene gibt es keine Gesetze, die privaten Bauherren vorschreiben, einen Mindestanteil an RC-Beton zu verwenden. Gewisse Kantone wie Zürich oder Solothurn nehmen eine Vorreiterrolle ein und versuchen bei öffentlichen Bauten RC-Beton einzusetzen (Birkenmeier, 2017).

<b>Indikator</b>	Kantonale und nationale Gesetze
<b>Hintergrund</b>	Rechtliche Teilanalyse

<b>Name</b>	<b>Menge Rückbaumaterial</b>
<b>Beschreibung</b>	Menge am gesamten Rückbaumaterial in Millionen Tonnen pro Jahr inklusive Material, welches auf Deponie endet (15%) (Kunaratnam et al., 2017)
<b>Hohe Ausprägung</b>	> 8 Mio. Tonnen pro Jahr
<b>Tiefe Ausprägung</b>	< 5 Mio. Tonnen pro Jahr
<b>Aktueller Zustand</b>	6.58 Mio. Tonnen pro Jahr (Gauch et al., 2016)
<b>Indikator</b>	Zusammengezählte Abbruchmengen die auf Deponie, in den Hochbau und in den Tiefbau fließen.
<b>Hintergrund</b>	Stoffflussanalyse

<b>Name</b>	<b>Schweizer Kiesvorkommen</b>
<b>Beschreibung</b>	Kiesverbrauch in Millionen Tonnen pro Jahr
<b>Hohe Ausprägung</b>	> 100 Mio. Tonnen; alle regionalen Knappheiten sind inexistent
<b>Tiefe Ausprägung</b>	< 50 Mio. Tonnen; das Kiesvorkommen sinkt, nur noch im Mittelland genügend Rohstoffe vorhanden
<b>Aktueller Zustand</b>	62.5 Mio. Tonnen (Stand 2011) fast unerschöpflich, mit regionalen Unterschieden (ETH Zürich, 2018).

<b>Indikator</b>	Jährlicher Verbrauch an abgebautem Kies
<b>Hintergrund</b>	Stoffflussanalyse

<b>Name</b>	<b>Vorhandener Deponieplatz</b>
<b>Beschreibung</b>	Prozentual verfügbarer Platz zur Deponierung von Bauschutt in der Schweiz.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Auslastung > 80 %
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Auslastung < 50 %
<b>Aktueller Zustand</b>	ca. 55 - 65 %; eher hoch v.a. in städtischen Gegenden (Bundesamt für Statistik, 2016)
<b>Indikator</b>	Studien des Bundesamts für Statistik (Bundesamt für Statistik, 2016)
<b>Hintergrund</b>	Stoffflussanalyse

<b>Name</b>	<b>Deponiepreis</b>
<b>Beschreibung</b>	Preis zur Lagerung von Bauschutt (Mischabbruch) auf Schweizer Deponien
<b>Hohe Ausprägung</b>	Preis Mischabbruch (inkl. Transport) > 100 Fr./m <sup>3</sup>
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Preis Mischabbruch (inkl. Transport) < 50 Fr./m <sup>3</sup>

<b>Aktueller Zu-stand</b>	Preis Mischabbruch (inkl. Transport): 67 Fr./m <sup>3</sup> (Schneider Umweltservice, 2017)
<b>Indikator</b>	Der Indikator zeigt die aktuellen Preisentwicklungen zur endlichen Lagerung von Mischabbruch an (Schneider Umweltservice, 2017).
<b>Hintergrund</b>	Ökonomisch

Name	Know-How und Umweltbewusstsein der Planenden
<b>Beschreibung</b>	Der Grad des Know-Hows und des Umweltbewusstseins bei den Architekten und Ingenieuren (Planenden) bezüglich der Verwendung von RC-Beton.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Die Planenden wissen, wie und wo RC-Beton eingesetzt werden kann und sind sich der Vorteile für die Umwelt bewusst.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Gleichgültigkeit und Unwissen der Architekten und Ingenieure.
<b>Aktueller Zu-stand</b>	Das Know-How unter den Architekten ist relativ gering und es sind Vorbehalte gegenüber der Sicherheit und der Ästhetik der RC-Baustoffe vorhanden (Brunner et al., 2017).
<b>Indikator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Indikator ist im (Hoch-) Schulsystem: Wissen Ingenieure und Architekten Bescheid?</li> <li>• Wird RC-Beton in Bauten verwendet?</li> </ul>
<b>Hintergrund</b>	Technisch

Name	Bekanntheit von RC-Beton in der Bevölkerung
<b>Beschreibung</b>	Wie sehr ist die durchschnittliche Bevölkerung über RC-Beton informiert?

<b>Hohe Ausprägung</b>	Jedermann weiss was RC-Beton ist, wie dieser hergestellt wird und wo er verwendet wird.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Gleichgültigkeit und Unwissen der Gesamtbevölkerung inkl. Bauherren und Architekten. Nur Personen, die sich intensiv für nachhaltigen Ressourcenverbrauch interessieren, wissen was RC-Beton ist.
<b>Aktueller Zustand</b>	Momentan entspricht der aktuelle Zustand einer tiefen Ausprägung.
<b>Indikator</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gespräche mit "Durchschnittspersonen" geben Aufschluss (z. B. durch eine Umfrage auf der Strasse).</li> <li>• Kommt die Wiederverwendung in Beiträgen von Boulevardpressen (z. B. 20 Minuten) vor?</li> </ul>
<b>Hintergrund</b>	Wiederverwendung

<b>Name</b>	<b>Interesse der Bauherren an RC-Beton</b>
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable bestimmt das Interesse der privaten Bauherren an der Verwendung von RC-Beton.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Eine hohe Ausprägung korrespondiert mit einem starken Wunsch nach der Verwendung von RC-Beton.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Eine tiefe Ausprägung bedeutet die Ablehnung der Verwendung von RC-Beton.
<b>Aktueller Zustand</b>	Das momentane Interesse der privaten Bauherren ist relativ gering.
<b>Indikator</b>	Anzahl an Bauten, die mit RC-Beton gebaut werden.
<b>Hintergrund</b>	Stoffflussanalyse und ökonomische Teilanalyse

Name	Forschungsstand der Technik bezüglich RC-Beton
<b>Beschreibung</b>	Sie beschreibt, anhand der neusten Stand der Technik, die Eigenschaften von RC-Beton und wie diese in Bauten verwendet werden.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Es wird neueste Stand der Technik in der Praxis und Forschung vollkommen angewendet.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Es werden veraltete Techniken und Forschungsweisen in Neubauten verwendet.
<b>Aktueller Zustand</b>	Die neuesten Techniken werden noch nicht angewendet, weil die Forschung der Praxis meistens voraus ist. Zuerst müssen diese geprüft werden, bevor sie in den Richtlinien festgehalten werden. Erst dann können sie in der Praxis umgesetzt werden, was mehrere Jahre dauern kann (SIA Zürich, 2013).
<b>Indikator</b>	Aktuelle SIA Norm (SIA Zürich, 2013)
<b>Hintergrund</b>	Technische und rechtliche Teilanalyse

Name	Massnahme Infotafeln
<b>Beschreibung</b>	Infotafeln werden vor Gebäuden aufgestellt, bei deren Bau RC-Beton verwendet wurde. Diese Tafeln sind so gestaltet, dass sie die vorbeigehenden Leute auf eine innovative und kreative Art ansprechen. Damit sollen sie auf eine leicht zu verstehende, bildliche Art und Weise über die ökologischen Vorteile aufklären, die durch den Einsatz von RC-Beton entstehen.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Solche Infotafeln sind vor vielen Neubauten aufgestellt, in welchen RC-Beton verwendet wurde.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Noch keine Infotafeln vorhanden.
<b>Aktueller Zustand</b>	Infotafeln, die explizit auf die Verwendung von RC-Beton hinweisen und über den ökologischen Nutzen von RC-Beton aufklären, gibt es bis anhin nicht.



<b>Indikator</b>	Anzahl von erreichten Personen mit den entsprechenden Infotafeln erreicht werden (Crossvertise GmbH, 2018).
<b>Hintergrund</b>	Massnahme Projektgruppe 23

## Anhang 7 - Eigenständigkeitserklärung



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):

ZÜRICH BAUT NACHHALTIG

**Verfasst von** (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

**Name(n):**

Sittig

O'Reilly

Reichmuth

Schinz

Vollgraff

**Vorname(n):**

Fabian

Cara

Cécile

Linda

Pascal

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, 23.05.18

**Unterschrift(en)**

F. Bittig

Cara O'Reilly

Cécile

L. Schinz

P. Vollgraff

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



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):

ZÜRICH BAUT NACHHALTIG

**Verfasst von** (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

**Name(n):**

Zogg

**Vorname(n):**

Tim

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, 29.05.18

**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.