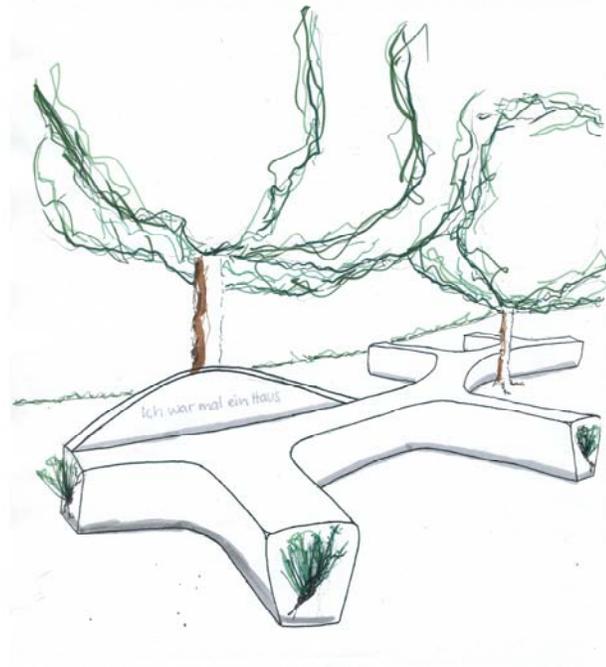


Von Recyclingbeton umgeben

Förderung von Recyclingbeton im Kanton Zürich



Dokumentation Gruppe 8,
Massnahme 2

Sarina Christen, Florian Dolci,
Eliane Hirt

1. Juni 2018

Zusammenfassung

Die vorliegende Massnahme hat das Ziel, die Anwendung von Recyclingbeton (RC-Beton) für private Bauten zu erhöhen. Dafür wird bei der Sensibilisierung der breiten Bevölkerung angesetzt. Die Massnahme besteht aus zwei Teilen. Erstens ist eine Informationstafel zu Minergie-ECO, RC-Beton und Daten zum Anbau des Landesmuseums Zürich (Minergie-ECO zertifiziert) geplant. Zweitens soll im Park hinter dem Neubau eine Sitzbank aus RC-Beton platziert werden. Die Infotafel ist am Anbau des Landesmuseums in guter Sichtweite vom Weg aus geplant und die Sitzbank würde zwei der aktuellen Sitzbänke im Park ersetzen. Mit der Sitzbank wollen wir die Passanten mit RC-Beton vertraut machen und die Vielfältigkeit aufzeigen. Damit sie sich nicht nur auf der Sitzbank ausruhen, schaffen wir mit Hilfe von kleinen Täfelchen eine Verbindung zur Infotafel. Das Projekt verbindet somit den Erholungsraum hinter dem Landesmuseum mit einem kleinen Informationszentrum zu Minergie-ECO und RC-Beton.

Ausgangslage und Ziel

Die Technik zur Herstellung von RC-Beton ist weit fortgeschritten und das Know-How vorhanden. Zusätzlich verzeichnet RC-Beton für übliche Anwendungen im Hochbau im Vergleich zu Primärbeton keine Qualitätseinbussen. Trotzdem ist das Potential bezüglich dem Einsatz von RC-Beton im privaten Hochbau im Kanton Zürich noch nicht ausgeschöpft, denn von den 85% des Beton- und Mischabbruchs, der recycelt wird, fliessen nur 25% zurück in den Hochbau. (Kaufmann, Maier, Scheiwiller, Strini, & Wiklund, 2017)

Das Wissen über die Vorteile von RC-Beton besteht bis jetzt nur in kleinen Kreisen, die sich selbst für das Thema interessieren oder man hat bereits davon gehört, wenn man in der Baubranche tätig ist. In der breiten Bevölkerung aber kennen die meisten Leute RC-Beton nicht. (Steinegger L. & Frei M., 2018)

Es ist schwierig, die Bevölkerung dafür zu sensibilisieren, da es sich um ein trockenes Thema handelt, welches die wenigsten Leute direkt betrifft, da die Mehrheit der Bevölkerung nicht als Bauherr oder -planer tätig ist. Doch ohne einen gewissen Sachverstand kann sich die Allgemeinheit keine Meinung zum Thema bilden. Ohne einen gewissen Informationsgrad und eine Sensibilisierung der Bevölkerung kann sich diese auch keine Meinung der Situation bilden. Und ohne diese Komponente wird auch nie die Grundlage der Erwartung geschaffen, dass Bautätige RC-Beton einsetzen. Diese Wirkungskette endet damit, dass RC-Beton vermindert eingesetzt wird, da viele Bauplaner (Architekten und Ingenieure) und private Bauherren eine verfälschte Ansicht von RC-Beton haben. Architekten haben Ästhetikbedenken und Ingenieure zweifeln an seiner Qualität. (Schubert, 2017) Bauherren vertrauen auf ihre Bauplaner.

In Bezug auf die obige Einsicht, ergeben sich folgende Problemstellungen:

1. Ein Bauunternehmen, das RC-Beton verbaut. Denn es hat ein Interesse, so viele Bauaufträge mit RC-Beton zu erhalten wie möglich, damit es seine Tätigkeit und sein Unternehmen aufrechterhalten kann. Jedoch könnte die Nachfrage noch erhöht werden, indem das Konzept von RC-Beton bekannter gemacht wird. Die Unternehmen sind dann auch konkurrenzfähiger, da sie bereits Erfahrung mit RC-Beton haben. Es gibt viele Leute, die RC-Beton nicht kennen, und so besteht auch kein sozialer Druck auf Bauherren, diesen umweltverträglicheren Baustoff einzusetzen.
2. Die Firmen, die RC-Beton herstellen haben Interesse, so viel RC-Beton wie möglich zu verkaufen. Die Existenz dieser Recyclingfirmen hängt sowohl von der Nachfrage als auch vom Angebot ab. Die Komponente des Angebots ist zwar schon gut abgedeckt, die Nachfrage jedoch ist stark auf Aufträge von Bauunternehmen angewiesen. Von der Seite der Bauunternehmen könnten mehr Aufträge kommen, da auch dort das Potenzial noch nicht vollends ausgeschöpft wird (siehe erste Problemstellung). (Gevecke A. et al., 2017)
3. Verbände und Vereine, wie der arv und eco-bau, wollen die Idee und das Wissen über nachhaltiges Bauen verbreiten und in die Gesellschaft inkorporieren. Jedoch fehlen ihnen die finanziellen Mittel für ein gezieltes Marketing, womit sie nicht nur einen Kreis von Bauexperten, sondern ein breiteres, öffentliches Publikum ansprechen könnten.
4. Die Stadt Zürich will bei der Bevölkerung gut ankommen und als Vorbild dienen. Sie hat die Aufgabe für Sauberkeit und Ordnung zu sorgen, sowie die Umwelt zu schützen, vor allem in einem Kanton wie Zürich, in dem so viel gebaut wird. In diese letzte Rubrik fällt unter anderem eine nachhaltige Bauweise. Jedoch interessiert sich die allgemeine Bevölkerung nicht für die Bautätigkeit der Stadt Zürich, weil das Wissen und der Bezug zum Thema fehlt. Die Stadt Zürich hat somit das Problem, dass sie die Bevölkerung bezüglich Nachhaltigkeit nicht ausreichend erreichen kann. (Steinegger L. & Frei M., 2018)

Das oberste Ziel der Massnahme ist es, den Einsatz von RC-Beton im Hochbau zu erhöhen. Wie im Insight angesprochen, soll dies durch die Aufklärung der breiten Bevölkerung erreicht werden.

Zum einen wollen wir mit Hilfe einer Sitzbank aus RC-Beton die Bevölkerung mit diesem Baustoff vertraut machen.

Zum anderen trägt die Förderung von Minergie-ECO dem Ziel bei. Die Vereine Minergie und eco-bau setzen sich für eine nachhaltige Bauweise ein. Das Label Minergie-ECO (seit 2006), welches ein Kooperationsprojekt der beiden Vereine ist, verbindet die Themen Energieeffizienz (Minergie) mit Bauökologie und Gesundheit (eco-bau). Der Verbrauch von RC-Beton ist durch das Minergie-ECO Label, welches unter anderem die Verwendung von mindestens 50% RC-Beton vorschreibt, stark angestiegen. Jedoch wurden bisher erst 3.5% aller Minergie-Gebäude nach diesem Standard gebaut. Während das Label Minergie in der Bevölkerung sehr bekannt ist, kennen viele Leute das „Zusatzprodukt ECO“ nicht. Das ist auch auf das mangelnde Marketing zurückzuführen (Lenel, 2018; Zertifizierungstelle Minergie-Eco, 2018).

Die Hoffnung besteht darin, dass das Wissen um das Label die Anzahl der zertifizierten Minergie-ECO Gebäude ansteigen lässt, was gleichzeitig mit einem Anstieg der verbauten RC-Beton Menge verbunden ist. Somit besteht die Zielsetzung darin, die Bevölkerung mittels

einer Informationstafel mehr über Minergie-ECO zu informieren und ihr Interesse für nachhaltiges Bauen zu wecken.

Stand der Entwicklung

Der Verein Minergie ist um ein umfangreiches Weiterbildungsangebot bemüht, welches sich an Architekten, Planer und allgemein Baubeteiligte richtet. Laut Severin Lenel sprechen diese Angebote jedoch vor allem Personen an, welche ohnehin schon mit dem Label vertraut sind. Viele kennen jedoch das Minergie-ECO Label gar nicht und werden dadurch nicht erreicht. Eine Massnahme im öffentlichen Raum, welche die breite Bevölkerung (z.B. potenzielle private Bauherren) anspricht, gibt es noch nicht (2018).

Eine ähnliche Massnahme wie die Sitzbank ist die Musterwand aus RC-Beton in Zürich (Werkhof Bederstrasse, Bederstrasse 132, 8002 Zürich). Diese stellt die Gesteinskörnung und Zementsorte (verschiedene Betonsorten) in einen Zusammenhang mit den Umweltbelastungspunkten, der Grauen Energie und den Treibhausgasemissionen. Für Personen ohne Vorwissen sind die Informationen jedoch wegen Fachbegriffen und Abkürzungen (RC-C, CEM) mehrheitlich unverständlich. Auch kann die Musterwand nur nach Absprache besichtigt werden (Amt für Hochbauten Stadt Zürich, 2017). Die Sitzbank spricht im Gegensatz zur Musterwand auch Personen ohne Vorwissen an.

Der vorgegebene RC-Betonanteil von 50%, welcher ein Ausschlusskriterium für das Zertifikat Minergie-ECO ist, wird vom grössten Teil der Anwärter freiwillig überschritten (Lenel, 2018). Dadurch erwies sich das Verbesserungspotenzial als eher gering, wodurch sich unser Fokus mehr auf die Bekanntheit richtet.

Darstellung der Massnahme

Informationstafel

Der erste Teil der Massnahme ist eine Informationstafel zum Minergie-ECO Label, wobei das Thema RC-Beton als Bestandteil dieses Labels zusätzlich vertiefter dargestellt wird. Die Tafel richtet sich hauptsächlich an die breite Öffentlichkeit, dementsprechend sind auch die Inhalte so gewählt.

Als Standort für die Tafel ist der Park hinter dem Neubau des Landesmuseums in Zürich vorgesehen. Weil der Neubau ein Minergie-ECO Zertifikat besitzt, kann die Tafel gut ins Umfeld integriert werden. Dadurch erhoffen wir uns, dass die Informationen auf mehr Interesse stossen, da sie gleich mit einem Anschauungsobjekt in Verbindung gebracht werden können. Des Weiteren ist der Park hinter dem Landesmuseum (zumindest an schönen Tagen) ein belebter Ort.

Die Tafel ist in der Grösse A0 geplant und wird nahe am Eingang des Parks unmittelbar am Gebäude selbst aufgestellt (Abbildung 1). Da beim Neubau eine Ecke des Gebäudes quer in den Fussgängerweg hineinragt, ist sichergestellt, dass man die Tafel nicht übersehen kann.

Die Informationen der Tafel lassen sich in folgende Bereiche unterteilen:

Ein erster Teil enthält die wichtigsten Merkmale und Vorteile des Labels Minergie. Der Fokus liegt beim "Zusatzprodukt ECO", weil dieses eine Verbindung zum Recycling von Baumaterialien aufweist.

Eine Karte zeigt auf, wo im Umkreis der Stadt Zürich weitere Gebäude mit dem Minergie-ECO Label zu finden sind.

Für das Thema RC-Beton soll zuerst graphisch aufgezeigt werden, woraus dieser Baustoff überhaupt besteht. Danach liegt der Fokus auf der Problematik der endlichen Kiesressourcen.

Damit der Bezug zum Landesmuseum noch gestärkt wird, wird beschrieben, wie viel m³ RC-Beton beim Neubau verbaut wurden.

Auf der Tafel wird auch auf die RC-Betonsitzbank verwiesen und mit einem QR-Code gelangt man gleich auf die Homepage von Minergie.

Die Informationstafel ist im Anhang zu finden.

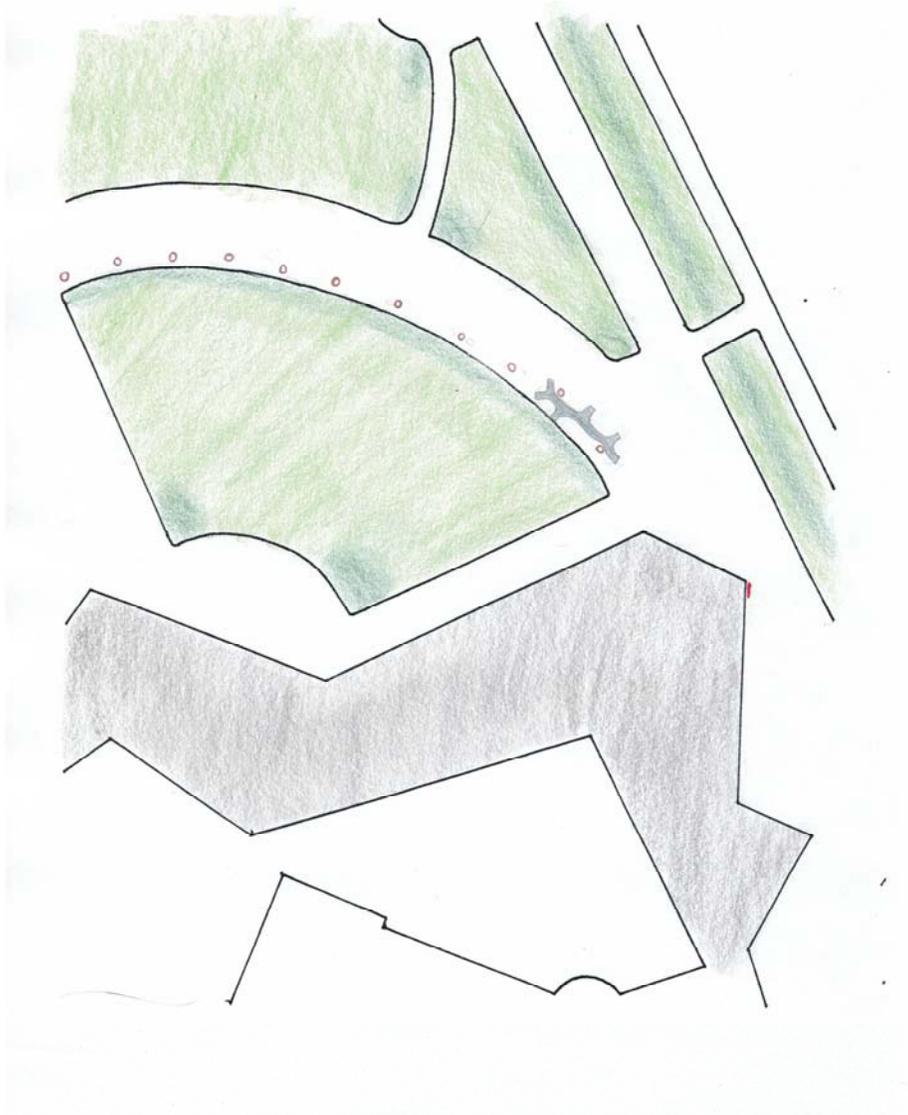


Abbildung 1: Standort der Informationstafel (rot) und der Sitzbank aus RC-Beton

Sitzbank aus RC-Beton

Der zweite Teil der Massnahme Minergie-ECO wird ebenfalls auf dem Gelände des Landesmuseums umgesetzt. Zwischen dem Kiesweg und der kissegmentförmigen Grünfläche bei der Parkanlage sind zwischen Bäumen je zwei Sitzbänke aufgestellt. Die Massnahme besteht nun darin, dass wir zwei der vielen Sitzbänke durch eine RC-Betonsitzbank ersetzen (Abbildung 2).

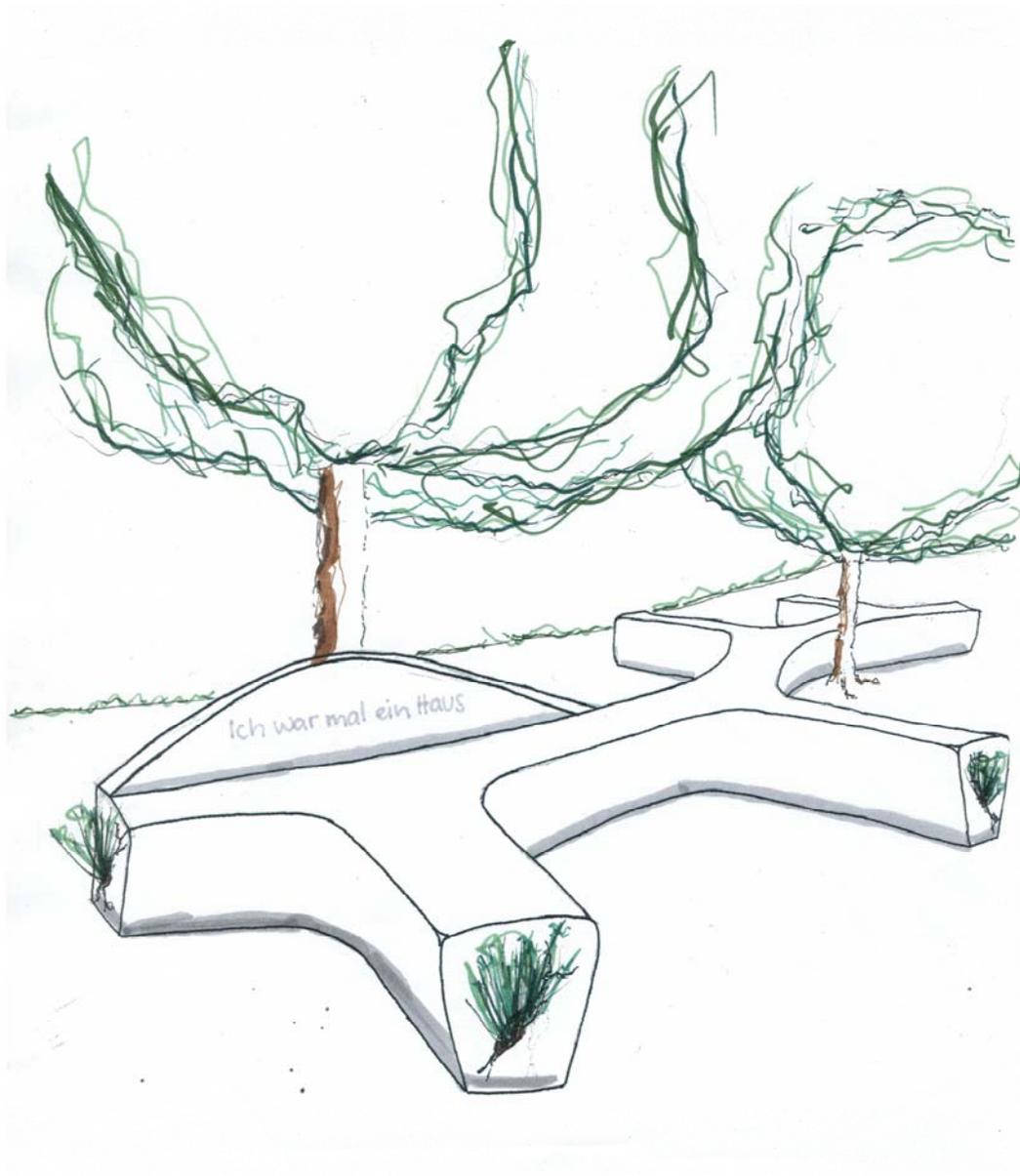


Abbildung 2: Perspektive Sitzbank aus RC-Beton

Mehr Infos rund um
Recyclingbeton
auf der Infotafel.
(30 m Richtung Limmat, an der
Wand des Gebäudes)

Abbildung 3: Täfelchen für den Verweis von der Sitzbank zu Informationstafel

Die Form soll nicht die typischen Eigenschaften des Materials, sondern mehr die Vielfältigkeit von RC-Beton unterstreichen. So haben wir uns für eine eher weiche Form entschieden, da man normalerweise Beton als hart, massiv oder kühl beschreiben würde. Damit von Auge erkennbar ist, dass es sich um RC-Beton handelt, wird RC-M (RC-Beton mit Mischgranulat) verwendet und die Oberfläche abgetragen. Um das Design noch interessanter zu gestalten, werden an allen Endflächen künstliche Risse mit Grünelementen ergänzt. Die Sitzbank wird ungefähr 10 m lang sein (Abbildung 2). Um die Aufmerksamkeit der Passanten auf die Sitzbank zu lenken, haben wir uns für eine Substitution entschieden, da dann der Unterschied zu den aktuellen Sitzbänken deutlicher wird. Mit dem kurzen Spruch "Ich war mal ein Haus" auf der Lehne soll die Neugier der Passanten geweckt werden und mit den kleinen Täfelchen auf den Sitzflächen verweisen wir auf die Infotafel, wo weitere Informationen und der Hintergrund zum Spruch zu finden sind (Abbildung 3).

Ein solches Projekt wurde von Minergie-ECO gutgeheissen. Die Sitzbank in Verbindung mit den Informationen auf der Infotafel würde den Passanten eine gute Gelegenheit bieten, sich über RC-Beton und Minergie-ECO zu informieren. Da Minergie-ECO nicht die finanziellen Mittel für Werbung hat, begrüssen sie jegliche Art von Werbung (Lenel, 2018)

Die Umsetzung von beiden Teilen der Massnahme hängt von der Finanzierung und der Erlaubnis des Inhabers ab.

Die Finanzierung würde von einem oder mehreren Sponsoren gedeckt. Hierfür haben bereits zwei Unternehmungen, namentlich arv und Eberhard, ihr Interesse bekannt gegeben. Wir haben uns entschieden, genauere Absprachen erst im Fall der Umsetzung vorzunehmen. Der restliche Teil der Kosten wollen wir mit anderen Interessenten ausserhalb der Baubranche decken. Die Stadt Zürich hätte zum Beispiel auch Interesse an einer Förderung von RC-Beton, da sie eine Vorreiterrolle übernimmt und Verpflichtungen in der Nachhaltigkeit hat. Andere mögliche Sponsoren sind Umweltverbände, Banken oder die Mobiliar, welche jedes Jahr 15'000 Franken für Kunstförderung ausgibt.

Die Tafel könnte beispielsweise beim Holtenuerverlag (Lehrpfadservice) gedruckt werden. Am besten würde sich die Harzverbundplatte eignen, welche besonders für den dauerhaften Ausseneinsatz geeignet ist. Die Kosten für das Format A0 und die Plattendicke 4mm wären 328.00 Franken (Holtenuer Verlag, 2018). Hinzu kommen noch die Transportkosten.

Die Sitzbank aus RC-Beton könnte bei einem Unternehmen, welches Anfertigungen nach Mass und mit dem gewünschten Material herstellt, in Auftrag gegeben werden. Die zwei Unternehmen, die wir bis jetzt angefragt haben (BetonChristen und CreaBeton) konnten zwar die Kosten aufgrund der Skizze auf 25'000 bis 30'000 Franken schätzen, stellen aber selbst keine Objekte aus RC-Beton mit Mischgranulat her (BetonChristen, 2018). Eine Alternative wäre es, das Unternehmen ARTconcrete anzufragen, welches auch die Massnahme „RC-Betonkunst für die Förderung einer nachhaltigen Denkweise“ ausführen würde (<https://www.art-concrete.ch>).

Die kleinen Täfelchen könnten bei Signomatic hergestellt werden. Für drei Stück Aluminiumtäfelchen mit den Massen 5 x 8 cm wären die Kosten bei ca. 65 Franken (Signomatic, 2018)

Die Erlaubnis des Landesmuseums steht noch aus. Möglicherweise könnten noch Kosten für die Bewilligung entstehen.

Die Gewinne mit der Massnahme sind nicht in Zahlen messbar. Es handelt sich hierbei um soziale Gewinne im Sinne von gewonnenem Wissen und Bewusstseinerweiterung. In einem idealen, langfristigen Endeffekt führen die genannten Gewinne zu einer Steigerung der Nachfrage an RC-Beton. Die Gewinne würden sich auf die Gesellschaft in Form von Wissen, die Recyclingfirmen und Bauunternehmen als Arbeit und die Natur als Schonung verteilen.

Nachhaltigkeit der Massnahme

Um die Nachhaltigkeit unserer Massnahmen zu beurteilen, verwenden wir die Methode der Ökobilanzierung. Grundsätzlich bewirken die Massnahmen eine vermehrte Verwendung von RC-Beton, welcher eine geringere Umweltbelastung vorweist. Deshalb machen wir im Rahmen dieser Arbeit keine eigene Ökobilanz auf unsere Massnahme bezogen, da wir keine Zahlen zur Auswirkung unserer Massnahme haben. Somit würden wir nur mit Annahmen und Schätzungen rechnen, wodurch die schliessliche Rechnung praktisch nichts aussagen würde.

Um die genaue Umweltbelastung von RC-Beton und Primärbeton zu vergleichen, kommen viele verschiedene Betontypen in Frage. Je nachdem, wie viel Recyclinggranulatanteil ein RC-Beton enthält, fällt die Umweltbelastung sehr unterschiedlich aus. Die Verminderung mit dem minimalen Anteil an Recyclinggranulat von 25 Prozent liegt nach Knoeri et al. bei 15 Prozent. Die tiefste Umweltbelastung hat der Beton mit 40% Recyclinganteil. Generell sinkt die Umweltbelastung mit höherem Recyclinggranulatanteil, weshalb man schliessen kann, dass RC-Beton insgesamt ökologischer ist als herkömmlicher Beton (2013).

Ein weiterer Aspekt, den es zu berücksichtigen gilt, wenn man die Nachhaltigkeit von RC-Beton betrachtet, ist der Stoffkreislauf, der durch RC-Beton zum Teil geschlossen wird. Da die zugänglichen Kiesressourcen in der Schweiz langsam zur Neige gehen, muss langfristig ein Weg gefunden werden, damit trotzdem mit Beton gebaut werden kann. Da RC-Beton ebenfalls einen Anteil von Primärbeton enthält, ist es sinnvoll RC-Beton schon frühzeitig zu fördern (Kaufmann et al., 2017).

Das Zertifikat Minergie-ECO stellt zum einen Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden (Minergie) und zum anderen Anforderungen an nachhaltige Baustoffe (eco-bau). Somit führt ein Anstieg an zertifizierten Gebäuden gleich in mehreren Bereichen zu einer nachhaltigen Entwicklung. Die grösste Wirkung entsteht bei den 12 Ausschlusskriterien (z.B. 50% RC-Beton) und durch die hohe Energieeffizienz.

Massnahme im System

Im System ist ersichtlich, dass die Variable „verbrauchte Menge RC-Beton“ am passivsten ist, da sie nur von anderen Variablen beeinflusst wird. Sie ist zugleich die Zielvariable beider Massnahmen und erfüllt beispielsweise das Bedürfnis von Recyclingfirmen oder Bauunternehmen, die mit RC-Beton arbeiten.

Das System ist relativ linear. Vom Ansatzpunkt beider Massnahmen gibt es je eine Wirkungskette vom Wissen zum Minergie-ECO Label, bzw. RC-Beton bis zur verbrauchten Menge RC-Beton (Zielvariable). Dass die eingefügten Massnahmen eine Wirkung bei der Zielvariable zeigen, setzt jedoch voraus, dass die Bekanntheit von Minergie-ECO, bzw. RC-Beton tatsächlich einen Druck auf Bauplaner ausübt (vgl. Insight). Ansonsten wird der lineare Verlauf der Wirkungsketten durchbrochen und die Zielvariable wird nicht beeinflusst. Ein weiterer Punkt ist die Abhängigkeit von der Jahreszeit und dem Wetter, da beide Massnahmen im Freien geplant sind und die Stärke der Wirkung auch von der Menge an Besuchern abhängt.

Im System sind auch zwei Loops zu beobachten. Erstens gibt es einen Loop zwischen der Bekanntheit von Minergie-ECO unter Bauplanern, der Akzeptanz bei ihnen und der Anzahl Minergie-ECO Gebäuden. Es handelt sich dabei um eine positive Rückkoppelung. Sobald die Massnahme eine Wirkung bis zur Bekanntheit von Minergie-ECO unter Bauplanern erzielt hat, wird sich diese in einem automatischen Prozess verstärken. Somit steigen die Zahlen an zertifizierten Gebäuden stärker an, was parallel auch die Zielvariable erhöht. Eine zweite Rückkoppelung zeigt sich zwischen der Akzeptanz von RC-Beton bei Bauplanern und der Anzahl Aufträge mit RC-Beton, da sich hier die Variablen gegenseitig fördern.

Weiteres Vorgehen

Der nächste Schritt in der Ausführung der Massnahme wäre es, die Genehmigung der Inhaber des Grundstücks zu erhalten.

Der Inhalt und das Layout der Informationstafel müssen anschliessend noch bei der allgemeinen Geschäftsstelle von Minergie abgeklärt werden, da Minergie eine geschützte Marke ist.

Danach müsste das Sponsoring konkretisiert werden. Erst nachdem diese Schritte gemacht sind, kann der Auftrag an potenzielle Hersteller geschickt werden, um Offerten einzuholen und sich für einen Hersteller zu entscheiden.

Fazit

Eine Massnahme, die bei einer Verbesserung des Informationsgrades der Bevölkerung ansetzt, ist zwar ein sehr langwieriger Prozess bis die ersten Auswirkungen zu sehen sind, aber wohl der effektivste Weg zu einer kompletten Veränderung. Jedoch ist der Weg zum Ziel nicht unbedingt gewährleistet, da die Wirkung im System sehr linear ist. Wenn also gewisse Annahmen im System nicht zutreffen, versagen alle folgenden Auswirkungen.

Unsere zwei Massnahmen setzen beide zu Beginn dieser Wirkungskette (beim Informationsgrad der breiten Bevölkerung) an. Um aber den Weg zum Ziel zu gewährleisten, wäre es vorteilhaft, zusätzliche Massnahmen zu entwickeln, die später in der Wirkungskette ansetzen, zum Beispiel direkt beim Informationsgrad der Bauplaner mittels speziellen Seminaren oder neuen Vorlesungen zur Wiederverwendung an Hochschulen.

Die Massnahmen führen zwar zu einer nachhaltigeren Zukunft, jedoch entsteht diese Wirkung erst ab einer gewissen Zeit, nachdem die Massnahmen angesetzt wurden. Dies ist ein allgemeines Problem, weil oft erwartet wird, dass eine Massnahme sofort eine Wirkung zeigt. Durch diese Zeitverzögerung entsteht auch keinen unmittelbaren Nutzen für einzelne Akteure, sich dafür einzusetzen.

Was sich immer wieder durch den Arbeitsprozess bestätigt hat, ist, dass die Massnahmen Leute faszinieren und sie ihnen gegenüber sehr offen und interessiert eingestellt waren. Dieselbe Reaktion war auch bei Aussenstehenden zu beobachten und deswegen sind wir zuversichtlich, einen ähnlichen Effekt in der breiten Bevölkerung zu erzielen.

Referenzen

- Amt für Hochbauten Stadt Zürich. (2017). *Beton konkret, Musterwand Recyclingbeton*.
Abgerufen von: <https://www.stadt-zuerich.ch/beton-konkret>
- BetonChristen (2018). Angaben zu den Herstellungsmöglichkeiten und Kosten für die Sitzbank aus Recyclingbeton [persönliche Mitteilung].
- Gevecke A., Illmer D., Mégroz J., Pettersson F., Steinegger L., & Stübi N. (2017). *Baustoffrecycling aus ökonomischer Sicht*. Abgerufen von:
Holtenauer Verlag. (2018). Lehrpfad Service, Schautafeln. Zugriff am 26.5. Abgerufen von <http://www.lehrpfad-service.de/schautafeln.html>.
- Kaufmann, A., Maier, A., Scheiwiller, M., Strini, L., & Wiklund, K. (2017). Teilanalyse Stoffflussanalyse und Ökobilanz Gruppe 2.
- Knoeri, C., Sanyé-Mengual, E., & Althaus, H. J. (2013). Comparative LCA of recycled and conventional concrete for structural applications.
- Lenel, S. (2018). Auskunft zum Minergie-eco und externe Meinung zum Projekt [persönliche Mitteilung].
- Schubert, R. (2017). Skript zur Vorlesung Ökonomie - Kapitel 7: Verhaltensökonomie.
- Signomatic. (2018). Aluminiumschild. Abgerufen von <https://www.signomatic.ch/de/schildautomat/aluminiumschild-open-toolbox-design>.
- Steinegger L., & Frei M. (2018, 09.05.2018). Umfrage zur Bekanntheit und persönlichen Einstellung zum Thema Recyclingbeton [persönliche Mitteilung].
- Zertifizierungstelle Minergie-Eco. (2018). Minergie-Eco, Vorgabenkatalog und Umsetzungshinweise für Neubauten. St. Gallen.

Anhang

Informationstafel



Das im Jahr 2006 gegründete Label *Minergie-Eco* ist ein Kooperationsprojekt zwischen den beiden Vereinen „*Minergie®*“ und „*eco-bau*“.

Das Zertifikat *Minergie* zeichnet komfortable Gebäude mit hoher Energieeffizienz aus. Je nach Anforderung an die Energieeffizienz wird zwischen *Minergie*, *Minergie-P* und *Minergie-A* unterschieden, wobei *Minergie-A* die höchsten Anforderungen stellt. Zu jedem der drei Baustandards können Zusatzprodukte gewählt werden, zu denen auch *Minergie-Eco* gehört. Die Qualität und Effizienz der Gebäude wird in der Planungs-, Bau- und Betriebsphase angestrebt. Die erhöhten Kosten durch die hohe Bauqualität können langfristig durch das Einsparen von Energie kompensiert werden. Das Hauptkriterium für alle drei *Minergie*-Standards ist die sogenannte *Minergie*-Kennzahl, welche die total verwendete Energie während der Betriebsphase vorschreibt.



• Minergie-Eco Gebäude
 • Minergie-Eco Gebäude
 • Minergie-Eco Gebäude
 • Minergie-Eco Gebäude

Gesundheit

Schallschutz

- Schallschutz durch dämmende Bauteile
- Schallschutz durch dämmende Bauteile

Innenraumklima

- Innenraumklima durch dämmende Bauteile
- Innenraumklima durch dämmende Bauteile
- Innenraumklima durch dämmende Bauteile

Tageslicht

- Tageslicht durch dämmende Bauteile
- Tageslicht durch dämmende Bauteile

Graue Energie

- Graue Energie durch dämmende Bauteile
- Graue Energie durch dämmende Bauteile
- Graue Energie durch dämmende Bauteile



Bauökologie

Gebäudekonzept

- Gebäudekonzept durch dämmende Bauteile
- Gebäudekonzept durch dämmende Bauteile
- Gebäudekonzept durch dämmende Bauteile

Materialien und Bauprozesse

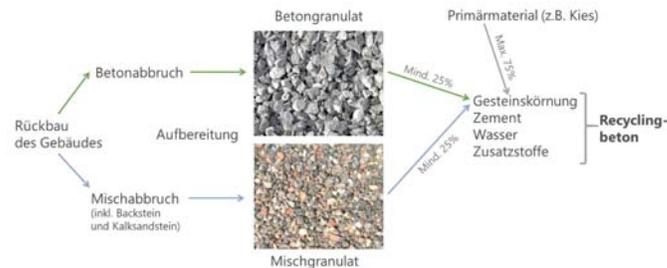
- Materialien und Bauprozesse durch dämmende Bauteile
- Materialien und Bauprozesse durch dämmende Bauteile
- Materialien und Bauprozesse durch dämmende Bauteile

Recyclingbeton

• Recyclingbeton durch dämmende Bauteile
 • Recyclingbeton durch dämmende Bauteile
 • Recyclingbeton durch dämmende Bauteile
 • Recyclingbeton durch dämmende Bauteile

Anbau des Landesmuseums

- Anbau des Landesmuseums durch dämmende Bauteile
- Anbau des Landesmuseums durch dämmende Bauteile



- Recyclingbeton durch dämmende Bauteile
- Recyclingbeton durch dämmende Bauteile
- Recyclingbeton durch dämmende Bauteile



Ergänzung zur Nachhaltigkeit der Massnahme

Der Hauptanteil der Umweltbelastung von Recyclingbeton ist der Zement. Dessen Anteil muss bei Recyclingbeton erhöht werden, da Recyclinggranulat meist ein grösserer Durchmesser hat und deshalb mehr Bindemittel benötigt. Da Zement der Hauptanteil der Umweltbelastung ausmacht, wirkt dies den ökologischen Vorteilen vom Recyclingbeton entgegen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Umweltbelastung von Beton ist die Transportdistanz. Sobald diese 15 Kilometer überschreitet, ist es nicht mehr vorteilhaft Recyclingbeton vom weiter entfernten Ort zu verwenden. Dies sollte in der Entscheidung der Betonwahl berücksichtigt werden (Kaufmann et al., 2017).