

Neugestaltete Preisliste

Gruppe 16

19. Dezember 2018



Barbier Jill, Falk Hannah, Girlanda Omar, Lauber Chiara

Strozzega Ayla, Vogelsanger Basil

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

Zusammenfassung

Durch eine Umstrukturierung der Preisliste von Betonproduzenten wird der Fokus des Kunden auf Recyclingbeton gelenkt und dadurch dessen Nachfrage gesteigert. Ziel ist es, dass Planer, welche früher nicht in Betracht gezogen hätten mit RC-Beton zu bauen, noch einmal mit der Frage konfrontiert, sowie auch auf die Vorteile des RC-Materials hingewiesen werden.

Auf der neuen Preisliste werden die Betonsorten aus Primärmaterial und aus Abbruchmaterial nicht mehr voneinander getrennt, sondern direkt untereinander aufgelistet und lediglich mit M (Beton aus Mischgranulat), B (Beton aus Betongranulat) und P (Beton aus Primärmaterial) bezeichnet. Auf die Begriffe *Primär* und *Recycling* wird verzichtet, soweit es mit vorgegebenen Normen möglich ist. Die nötigen Informationen bleiben jedoch erhalten, sodass man weiterhin bei jeder Betonsorte erkennen kann, woraus sie besteht.

Die Massnahme umfasst eine exemplarische Umgestaltung der Preisliste der Richi AG. Diese soll als Vorlage für andere Unternehmen dienen.

Ausgangslage und Ziel

Einsicht

Da es sich bei Recyclingbeton um ein vergleichsweise neues Produkt handelt, sind viele Planer mit der Anwendung von Recyclingbeton noch nicht vertraut und über die technischen Möglichkeiten mangelhaft informiert.

Aus Primärmaterial kann sehr widerstandsfähiger Beton hergestellt werden, der für spezielle Anwendungsbereiche, wie zum Beispiel den Brückenbau, erforderlich ist. Diese „Topklassen“ können mit Beton aus Recyclingmaterialien nicht erreicht werden. Für den Hochbau übertreffen sie jedoch die Anforderungen und es können problemlos gleichwertig anwendbare RC-Sorten hergestellt werden. Dass Primärmaterialien die Möglichkeiten bergen, Beton herzustellen, dessen physikalische und technische Eigenschaften den Beton aus Recyclingmaterial übertrifft, trägt dazu bei, dass das Image von letzterem geschädigt wird.

Aus Gewohnheit, wegen des geringeren Aufwands, dem schlechten Image des RC-Betons oder mangelndem Wissen bevorzugen heute viele Planer Beton aus primären Materialien.

Problemstellungen

RC-Beton-Hersteller

Die RC-Beton-Hersteller haben das Problem, dass die Nachfrage nach ihrem Produkt gering ist. Sie möchten, dass der RC-Markt generell grösser und lukrativer wird und leiden darunter, wenn aufgrund eines schlechten Images die Nachfrage nach ihrem Produkt sinkt.

Architekten

Die Architekten haben das Bedürfnis, gutes Material zu verwenden. Sie wollen in der Gestaltung mit der Zeit gehen. Für sie ist es wichtig, ohne grossen Aufwand ein hochwertiges Produkt zu bekommen. Es ist ein Problem, dass vielen Architekten die Verwendung von RC-Beton nicht vertraut ist und sie deshalb zwecks Einfachheit Primärbeton bevorzugen. Zudem befürchten viele, dass beim RC-Beton ästhetische Mängel auftreten könnten (Zangger, 2018).

Ingenieure

Die Ingenieure haben das Bedürfnis qualitativ, hochwertiges Material zu verwenden. Ihnen sind auch ästhetische, aber vor allem technische Eigenschaften wichtig. Sie bevorzugen oft die Verwendung der Materialien, die sich bereits in der Vergangenheit bewährt haben. Da ihnen die Eigenschaften des herkömmlichen Betons aus Primärmaterial bekannt sind, verwenden viele diesen Beton.

Baumeister

Die Baumeister kaufen den Beton vom Hersteller. Dabei ist für sie besonders der Preis entscheidend. Auch sie werden in vielen Fällen von den Erfahrungen aus der Vergangenheit geprägt sein und daher oft ohne nachzudenken, auf den ihnen vertrauten Beton aus Primärmaterial zurückgreifen.

Bauherren

Bauherren wollen ihr Geld sicher investiert wissen. Sie möchten ein hochwertiges Produkt, das ihren Erwartungen entspricht, für einen möglichst geringen Preis. Oft lassen sie bei technischen Fragen die Entscheidungsgewalt bei den Bauplanern. Da sie die Auftraggeber sind, können sie jedoch in allen Bereichen Einfluss nehmen und Anforderungen stellen.

Stand der Entwicklung

In der Schweiz können die Anbieter über die Form und Gestaltung der Preisliste entscheiden. Es gibt einige einschränkende Normen, die einen gewissen Rahmen vorgeben. In diesem Fall ist von Bedeutung, dass bei jeder Betonsorte auf die zugehörige Norm verwiesen werden muss, die die Zusammensetzung angibt. Im Übrigen lassen die Normen jedoch viel Spielraum. Dies führt zu einer grossen Variabilität unter den Preislisten und es lässt sich schwer eine typische Form für Preislisten finden.

Folglich gibt es Preislisten, die bereits in die von uns gewünschte Richtung gehen, andere trennen Primär- und Recyclingmaterial noch voll und ganz. Eine solch konsequente Zusammenstellung, gemäss unserem Vorschlag, konnten wir jedoch nirgends finden. Mehrheitlich ist das andere Extrem anzutreffen; nämlich Preislisten, auf denen RC-Beton und Primärbeton stark getrennt werden und die den RC-Beton nicht optimal fördern. Aktuell ist es in der Schweiz beinahe Standard, die beiden Sorten in getrennten Tabellen, meist auch auf getrennten Seiten aufzuführen. Dazu kommt, dass einige Anbieter nur RC- oder nur Primärbeton verkaufen. Der Übergang zur Umsetzung der Massnahme kann stufenweise erfolgen. In einigen Fällen muss viel verändert werden, andere Unternehmen haben bereits Schritte in diese Richtung gemacht.

Die Schweiz nimmt bezüglich Baustoffrecycling eine Art Vorreiterrolle ein (Caprani, 2018). Im Allgemeinen wird im Ausland nicht in diesem Mass recycelt. Es ist anzunehmen, dass wenn im Ausland RC-Beton angeboten wird, dieser dem primären nicht gleichgestellt wird. In den Niederlanden wird, neben der Schweiz, das Recycling von Abbruchmaterial am konsequentesten durchgeführt (Morgan, 2018). Auch von dort fanden wir keine Preisliste in diesem Stil, woraus wir schliessen, dass eine solche Massnahme noch nicht umgesetzt wurde. Ihr Anwendungsbereich ist momentan noch auf wenige Länder limitiert, da an den meisten Orten das Recycling von Baustoffen zuerst noch einen grösseren Umfang erreichen muss.

Darstellung der Massnahme

RC- und Primärbeton werden auf der Preisliste nicht mehr voneinander getrennt. Dies ist sinnvoll, da sie dieselben Eigenschaften erfüllen und somit auch dieselben Anwendungsbereiche haben. Sie können mit identen Sortennummern als gleich angesehen werden.

Für den Hersteller ist es selbstverständlich nicht trivial, aus welchen Anteilen Primärkies und Abbruchmaterial der Beton hergestellt wird, doch den Kunden sollte es eigentlich nicht interessieren, wie sein Produkt zusammengesetzt wurde, da sowohl Primärbeton, als auch RC-Beton für dasselbe verwendet werden können. Die Nachfrage bestimmt jedoch, was produziert wird. Somit entscheidet der Kunde, welcher eigentlich indifferent sein sollte, wie viel RC-Beton produziert wird. Leider sind Planer und Baumeister oft beeinflusst von einem schlechten Image des RC-Materials und entscheiden sich ohne anderen konkreten Grund für den gewohnten Primärbeton.

Die Massnahme setzt nun bei der Entscheidung der Planer an. Die Bauherren, Architekten und Ingenieure, die Beton für ihre Projekte kaufen, sollen sich vermehrt für RC-Beton entscheiden. Dies soll eine Umstrukturierung der Preisliste der Anbieter bewirken.

Durch eine neue Auflistung der Betonsorten soll klar werden, dass der RC-Beton qualitativ dem primären gleichgesetzt werden kann und es wird indirekt darauf hingewiesen, dass RC-Beton in den meisten Fällen günstiger ist. Zudem werden einige kleine Veränderungen vorgenommen, um möglichst auf die Begriffe „Recyclingbeton“ und „Primärbeton“ zu verzichten.

Alte Preisliste:

Bei der alten Preisliste werden Recyclingbeton aus Mischgranulat (RCM), Recyclingbeton aus Betongranulat (RCB) und Beton aus Primärmaterial auf verschiedenen Seiten und in verschiedenen Tabellen aufgeführt, obwohl die Betonsorten dieselben sind (siehe Sortennummer).

Dies verleitet dazu, sich gar nicht mit dem RC-Material zu befassen, sondern auf der Seite der Primärmaterialien zu bleiben und den gewohnten Primärbeton zu bestellen.

Tabelle der Betone aus Primärkies in der alten Preisliste

Transportbeton - Primärkies

Beton nach Eigenschaften SN EN 206

| Sortennummer | Festigkeitsklasse | Konsistenz (Zielwert) | Nennwert Grösstkorn D_{max} , mm | Maximaler W/Z | Mindestzement- gehalt kg/m ³ | Dauerhaftigkeits- Prüfung | Anwendungen/ Eigenschaften | Preis ab Werk Weinigen per m ³ |
|--|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------|--|------------------------------|-------------------------------|---|
| Expositionsklassengruppe A (XC1, XC2) | | | | | | | | |
| NPK A100 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 173.50 |
| NPK A101 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 176.50 |
| NPK A153 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 185.50 |
| NPK A105 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 183.- |
| NPK A106 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 186.- |
| NPK A154 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 197.- |
| Expositionsklassengruppe B (XC3) | | | | | | | | |
| NPK B200 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Kranbeton | 176.- |
| NPK B201 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Pumpbeton | 179.- |
| NPK B251 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.60 | 308 | KW | Pumpbeton | 188.- |
| Expositionsklassengruppe C (XC4, XF1, XD1, XD2a) | | | | | | | | |
| NPK C300 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 194.50 |
| NPK C301 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Pumpbeton | 197.50 |
| NPK C304 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Monobeton | 201.- |
| NPK C305 | C35/45 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 203.- |
| NPK C351 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.50 | 330 | KW | Pumpbeton | 206.50 |
| «Weisse Wanne»-Beton (Erfüllt die Betonanforderungen der SIA 272) | | | | | | | | |
| W200 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Kranbeton | 185.- |
| W201 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Pumpbeton | 188.- |
| W251 | C25/30 | 1.05 | 16 | | 308 | ew/KW | Pumpbeton | 197.- |
| Pfahlbeton - Einbringen im Trockenen | | | | | | | | |
| NPK H236 | C25/30 | F4 | 32 | 0.50 | 330 | - | Pfahlbeton (P1) | 196.- |
| NPK H336 | C30/37 | F4 | 32 | 0.50 | 330 | - | Pfahlbeton (P1) | 206.- |
| Pfahlbeton - Einbringen unter Wasser | | | | | | | | |
| NPK I236 | C25/30 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 202.- |
| NPK I336 | C30/37 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 212.- |
| Selfpact - der selbstverdichtende Beton (XC4, XF1, XD1, XD2a) | | | | | | | | |
| NPK C366 | C30/37 | SF | 16 | 0.50 | 330 | KW | selbstverdichtend | 245.- |

KW Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1 Anhang I
ew Wassereindringtiefe ≤ 0.50 mm nach SN EN 12390-8

Festigkeitsentwicklung

Alle in der Preisliste aufgeführten Betone nach Eigenschaften entsprechen mindestens der Festigkeitsentwicklung «mittel».
Für Selfpact gilt eine «langsame» Festigkeitsentwicklung. Die mindest erreichbare Festigkeitsentwicklung gem. SN EN 206 wird garantiert. Generell gilt, dass die Festigkeitsentwicklung abhängig ist von der aktuellen Einbausituation.

Preise in CHF exkl. 7,7% MwSt. / 30 Tage 2% Skonto / 45 Tage netto

Transportbeton mit RC-Komponenten

Diese Betonsorten entsprechen **MINERGIE-ECO**.

Beton nach Eigenschaften SN EN 206

| Sortennummer | Festigkeitsklasse | Konsistenz (Zielwert) | Nennwert Grösstkorn D_{max} mm | Maximaler W/Z | Mindestzement- gehalt kg/m ³ | Dauerhaftigkeits- Prüfung | Anwendungen/ Eigenschaften | Preis ab Werk Weinigen per m ³ |
|--|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------|--|------------------------------|-------------------------------|---|
| RC-C Betongranulat / Konstruktionsbeton | | | | | | | | |
| Expositionsklassengruppe A (XC1, XC2) | | | | | | | | |
| RCB A100 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 168.50 |
| RCB A101 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 171.50 |
| RCB A153 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 180.50 |
| RCB A105 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 178.- |
| RCB A106 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 181.- |
| RCB A154 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 192.- |
| Expositionsklassengruppe B (XC3) | | | | | | | | |
| RCB B200 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Kranbeton | 171.- |
| RCB B201 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Pumpbeton | 174.- |
| RCB B251 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.60 | 308 | KW | Pumpbeton | 183.- |
| Expositionsklassengruppe C (XC4, XF1, XD1, XD2a) | | | | | | | | |
| RCB C300 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 189.50 |
| RCB C301 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Pumpbeton | 192.50 |
| RCB C304 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Monobeton | 196.- |
| RCB C351 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.50 | 330 | KW | Pumpbeton | 201.50 |
| «Weisse Wanne»-Beton (Erfüllt die Betonanforderungen der SIA 272) | | | | | | | | |
| RCB W200 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Kranbeton | 180.- |
| RCB W201 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Pumpbeton | 183.- |
| RCB W251 | C25/30 | 1.05 | 16 | | 308 | ew/KW | Pumpbeton | 192.- |

KW Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1 Anhang I
ew Wassereindringtiefe ≤ 0.50 mm nach SN EN 12390-8

Festigkeitsentwicklung

Alle in der Preisliste aufgeführten Betone nach Eigenschaften entsprechen mindestens der Festigkeitsentwicklung «mittel».
Die mindest erreichbare Festigkeitsentwicklung gem. SN EN 206 wird garantiert.
Generell gilt, dass die Festigkeitsentwicklung abhängig ist von der aktuellen Einbausituation.

Preise in CHF exkl. 7,7% MwSt. / 30 Tage 2% Skonto / 45 Tage netto

Tabelle der Betone aus Mischabbruch in der alten Preisliste

Transportbeton mit RC-Komponenten

Diese Betonsorten entsprechen **MINERGIE-ECO.**
MINERGIE-ECO P.

Beton nach Eigenschaften SN EN 206

| Sortennummer | Festigkeitsklasse | Konsistenz (Zielwert) | Nennwert Grösstkorn D_{max} mm | Maximaler W/Z | Mindestzement- gehalt kg/m ³ | Dauerhaftigkeits- Prüfung | Anwendungen/ Eigenschaften | Preis ab Werk Weinigen per m ³ | |
|---|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------|--|------------------------------|-------------------------------|---|------|
| RC Mischgranulat / Konstruktionsbeton | | | | | | | | | |
| Expositionsklassengruppe A (XC1, XC2) | | | | | | | | | |
| RCM A100 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 165.50 | |
| RCM A101 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 168.50 | |
| RCM A153 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 177.50 | |
| RCM A105 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 175.- | |
| RCM A106 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 178.- | |
| RCM A154 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 189.- | |
| Expositionsklassengruppe B (XC3) | | | | | | | | | |
| RCM B200 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Kranbeton | 168.- | |
| RCM B201 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Pumpbeton | 171.- | |
| RCM B251 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.60 | 308 | KW | Pumpbeton | 180.- | |
| Expositionsklassengruppe C (XC4, XF1, XD1, XD2a) | | | | | | | | | |
| RCM C300 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 186.50 | |
| RCM C301 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Pumpbeton | 189.50 | |
| RCM C304 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Monobeton | 193.- | |
| RCM C351 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.50 | 330 | KW | Pumpbeton | 198.50 | |
| Pfahlbeton - Einbringen im Trockenem (XC3) | | | | | | | | | |
| RCM H236 | C25/30 | P1 | 32 | 0.60 | 350 | - | Pfahlbeton | 188.- | |
| RCM H336 | C30/37 | P1 | 32 | 0.60 | 400 | - | Pfahlbeton | 198.- | |
| Pfahlbeton - Einbringen unter Wasser | | | | | | | | | |
| RCM I236 | C25/30 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 194.- | |
| RCM I336 | C30/37 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 204.- | |
| Zuschlag: Pfahlbeton 16 Körnung | | | | | | | | pro m ³ | 15.- |

KW Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/11 Anhang I
ew Wassereindringtiefe ≤ 0.50 mm nach SN EN 12390-8

Festigkeitsentwicklung

Alle in der Preisliste aufgeführten Betone nach Eigenschaften entsprechen mindestens der Festigkeitsentwicklung «mittel».
Die mindest erreichbare Festigkeitsentwicklung gem. SN EN 206 wird garantiert.
Generell gilt, dass die Festigkeitsentwicklung abhängig ist von der aktuellen Einbausituation.

Preise in CHF exkl. 7,7% MwSt. / 30 Tage 2% Skonto / 45 Tage netto

Neue Preisliste:

Alle Betonsorten werden am selben Ort aufgelistet. An erster Stelle wird immer RCM aufgelistet, dies soll als Nudge dienen. RCM wird priorisiert, da das Potential zum Recyceln bei diesem am wenigsten ausgeschöpft ist und somit hier am meisten bewirkt werden kann. Danach kommt RCB und zuletzt folgt der Beton aus Primärmaterial. Dies macht auch Sinn, da die Preise in dieser Reihenfolge aufsteigend sind (im Fall der Preisliste von Richi). Dieselben Betonsorten aus den verschiedenen Bestandteilen werden jeweils grau markiert. Einerseits dient dies der Übersichtlichkeit, andererseits werden so die gleichen Sorten hervorgehoben, die denselben Verwendungszweck haben. Dabei werden die unterschiedlichen Betone nur noch mit M, B und P gekennzeichnet. Der Kunde wird die gewünschte Sorte in der Liste suchen und dabei feststellen, dass davon drei verschiedene Varianten erhältlich sind. Sein Interesse wird dabei vermutlich auf die Billigste gelenkt, denn es ist deutlich zu erkennen, dass die oberste Variante M (RCM) am billigsten ist. Der Preisunterschied wird durch die neue Zusammenstellung hervorgehoben, was sich wiederum unterstützend auf die Nachfrage nach den RC-Varianten auswirkt. Die Preisunterschiede aufzuzeigen und auf die kostengünstigeren RC-Varianten aufmerksam zu machen, ist ein weiterer Nudge, der die Nachfrage nach RC-Beton steigern soll.

Obwohl die Bezeichnungen M, B und P relativ intuitiv verständlich sind, möchte der Kunde bestimmt genau wissen, was er kauft und was die Unterschiede zu den anderen Varianten sind. Es ist nicht das Ziel der Massnahme, jemandem unbewusst RC-Material zu verkaufen, vielmehr soll der Kunde durch transparente Information über RC-Material überzeugt werden. Deshalb ist in einer Legende (unterhalb dargestellt) klar verständlich und korrekt erklärt, was die Bezeichnungen bedeuten. Zusätzlich ist dort auch erwähnt, dass die RC-Sorten einem Minergie Standard entsprechen. Dies soll als dritter Nudge wirken und den Kunden die ökologischen Vorteile des RC-Materials aufzeigen.

Legende auf der Neuen Preisliste

| | |
|-----------|---|
| B | Recyclingbeton aus Betongranulat, (entspricht RC-C der Norm SN EN 206) diese Betonsorten entsprechen MINERGIE-ECO |
| M | Recyclingbeton aus Mischgranulat, diese Betonsorten entsprechen MINERGIE-ECO und MINERGIE-ECO P |
| P | Beton aus Primärkies (gemäss Norm SN EN 206). |
| KW | Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1 Anhang I |
| ew | Wassereindringtiefe m 0.50 mm nach SN EN 12390-8 |

Die bestehende Legende wurde mit den Bezeichnungen M, B, P und den dazugehörigen Informationen ergänzt. Bei M und B werden zusätzlich die jeweiligen Minergie Standards aufgeführt.

Erste Seite der gemischten Tabelle in der neuen Preisliste

Diverser Transportbeton

Beton nach Eigenschaften SN EN 206

| | Sortennummer | Festigkeitsklasse | Konsistenz (Zielwert) | Nennwert Grosskorn D_{max} mm | Maximaler W/Z | Mindestzement- gehalt kg/m ³ | Dauerhaftigkeits- Prüfung | Anwendungen/ Eigenschaften | Preis ab Werk Weinigen per m ³ |
|--|--------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------|--|------------------------------|-------------------------------|---|
| Expositionsklassengruppe A (XC1, XC2) | | | | | | | | | |
| M | A100 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 165.50 |
| B | A100 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 308 | - | Kranbeton | 168.50 |
| P | A100 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 173.50 |
| M | A101 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 168.50 |
| B | A101 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 171.50 |
| P | A101 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 176.50 |
| M | A153 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 177.50 |
| B | A153 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 180.50 |
| P | A153 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 185.50 |
| M | A105 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 175.- |
| B | A105 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 178.- |
| P | A105 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Kranbeton | 183.- |
| M | A106 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 178.- |
| B | A106 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 181.- |
| P | A106 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.65 | 280 | - | Pumpbeton | 186.- |
| M | A154 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 189.- |
| B | A154 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 192.- |
| P | A154 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.65 | 308 | - | Pumpbeton | 197.- |

Expositionsklassengruppe B (XC3)

| | | | | | | | | | |
|---|------|--------|------|----|------|-----|----|-----------|-------|
| M | B200 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Kranbeton | 168.- |
| B | B200 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Kranbeton | 171.- |
| P | B200 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Kranbeton | 176.- |
| M | B201 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Pumpbeton | 171.- |
| B | B201 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Pumpbeton | 174.- |
| P | B201 | C25/30 | 1.05 | 32 | 0.60 | 280 | KW | Pumpbeton | 179.- |
| M | B251 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.60 | 308 | KW | Pumpbeton | 180.- |
| B | B251 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.60 | 308 | KW | Pumpbeton | 183.- |
| P | B251 | C25/30 | 1.05 | 16 | 0.60 | 308 | KW | Pumpbeton | 188.- |

Preise in CHF exkl. 7,7% MwSt. / 30 Tage 2% Skonto / 45 Tage netto

Seite 9

Expositionsklassengruppe C (XC4, XF1, XD1, XD2a)

| | | | | | | | | | |
|---|------|--------|------|----|------|-----|----|-----------|--------|
| M | C300 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 186.50 |
| B | C300 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 189.50 |
| P | C300 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 194.50 |
| M | C301 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Pumpbeton | 189.50 |
| B | C301 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Pumpbeton | 192.50 |
| P | C301 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Pumpbeton | 197.50 |
| M | C304 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Monobeton | 193.- |
| B | C304 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Monobeton | 196.- |
| P | C304 | C30/37 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Monobeton | 201.- |
| P | C305 | C35/45 | 1.05 | 32 | 0.50 | 300 | KW | Kranbeton | 203.- |
| M | C351 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.50 | 330 | KW | Pumpbeton | 198.50 |
| B | C351 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.50 | 330 | KW | Pumpbeton | 201.50 |
| P | C351 | C30/37 | 1.05 | 16 | 0.50 | 330 | KW | Pumpbeton | 206.50 |

«Weisse Wanne»-Beton (Erfüllt die Betonanforderungen der SIA 272)

| | | | | | | | | | |
|---|------|--------|------|----|--|-----|-------|-----------|-------|
| B | W200 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Kranbeton | 180.- |
| | W200 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Kranbeton | 185.- |
| B | W201 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Pumpbeton | 183.- |
| | W201 | C25/30 | 1.05 | 32 | | 280 | ew/KW | Pumpbeton | 188.- |
| B | W251 | C25/30 | 1.05 | 16 | | 308 | ew/KW | Pumpbeton | 192.- |
| | W251 | C25/30 | 1.05 | 16 | | 308 | ew/KW | Pumpbeton | 197.- |

Pfahlbeton-Einbringen im Trockenem

| | | | | | | | | | |
|---------|------|--------|----|----|------|-----|---|-----------------|-------|
| M (XC3) | H236 | C25/30 | P1 | 32 | 0.60 | 350 | - | Pfahlbeton | 188.- |
| P | H236 | C25/30 | F4 | 32 | 0.50 | 330 | - | Pfahlbeton (P1) | 196.- |
| M (XC3) | H336 | C30/37 | P1 | 32 | 0.60 | 400 | - | Pfahlbeton | 198.- |
| P | H336 | C30/37 | F4 | 32 | 0.50 | 330 | - | Pfahlbeton (P1) | 206.- |

Pfahlbeton-Einbringen unter Wasser

| | | | | | | | | | |
|---|------|--------|----|----|------|-----|---|-----------------|-------|
| M | I236 | C25/30 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 194.- |
| P | I236 | C25/30 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 202.- |
| M | I336 | C30/37 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 204.- |
| P | I336 | C30/37 | F4 | 32 | 0.50 | 380 | - | Pfahlbeton (P2) | 212.- |

Zuschlag (für M): Pfahlbeton 16 Körnung pro m³ 15.-

Selfpact - der selbstverdichtende Beton (XC4, XF1, XD1, XD2a)

| | | | | | | | | | |
|---|------|--------|----|----|------|-----|----|-------------------|-------|
| P | C366 | C30/37 | SF | 16 | 0.50 | 330 | KW | selbstverdichtend | 245.- |
|---|------|--------|----|----|------|-----|----|-------------------|-------|

B Recyclingbeton aus Betongranulat, (entspricht RC-C der Norm SN EN 206) diese Betonsorten entsprechen MINERGIE-ECO

M Recyclingbeton aus Mischgranulat, diese Betonsorten entsprechen MINERGIE-ECO und MINERGIE-ECO P

P Beton aus Primärkies.

KW Karbonatisierungswiderstand nach SIA 262/1 Anhang I

ew Wassereindringtiefe m 0.50 mm nach SN EN 12390-8

Festigkeitsentwicklung

Alle in der Preisliste aufgeführten Betone nach Eigenschaften entsprechen mindestens der Festigkeitsentwicklung «mittel». Für Selfpact gilt eine «langsame» Festigkeitsentwicklung. Die mindest erreichbare Festigkeitsentwicklung gem. SN EN 206 wird garantiert. Generell gilt, dass die Festigkeitsentwicklung abhängig ist von der aktuellen Einbausituation.

Preise in CHF exkl. 7,7% MwSt. / 30 Tage 2% Skonto / 45 Tage netto

Umfang und Umsetzung der Massnahme

Die Massnahme wird exemplarisch anhand der Preisliste der Richi AG umgesetzt. Ihren Kunden soll fortan die neue Preisliste zur Verfügung gestellt werden, mit dem Ziel, die Nachfrage nach RC-Beton zu steigern. So kann im Rahmen einer ausgewählten Firma die Wirkung der Massnahme beobachtet und dokumentiert werden. Die neu erstellte Preisliste soll jedoch nicht nur der Richi AG, sondern vielmehr als Vorlage für alle Baufirmen dienen. Ziel ist, dass alle Unternehmen in der Schweiz ihre Preislisten mit Hilfe der Vorlage im Sinne dieser Massnahme anpassen. Die Massnahmen müssen sowohl firmenintern, als auch extern gegenüber Kunden, sorgfältig kommuniziert werden. Dabei soll hervorgehoben werden, dass die Kunden dank der neuen Preisliste befähigt werden, fundierte Entscheidungen zu treffen, da die Informationen transparenter und übersichtlicher zur Verfügung stehen. Das Ziel mehr Recycling-Material zu verkaufen, soll nicht im Fokus stehen, es soll jedoch auch nicht verschwiegen werden. Auch die Mitarbeiter sollten über die Änderungen und deren Gründe gut informiert werden, um den Kunden bei Fragen kompetent Auskunft geben zu können.

Die Kosten für die Umsetzung der Massnahme sind sehr gering, da im Herstellungsprozess nichts verändert wird und eigentlich nur Kommunikationsaufwand anfällt. Jede Firma muss lediglich einige Arbeitsstunden für die Umgestaltung der Informationen aufwenden. Da alle Firmen unterschiedlich sind, bedarf es einer individuellen Umsetzung in jedem Einzelfall.

Ein entscheidender Vorteil der Massnahme ist ihre sehr einfache Umsetzung. Durch eine kleine Veränderung kann ein grosser Effekt erzeugt werden. Die Umsetzung wird dadurch noch erleichtert, da diejenigen, die mit dem Problem der geringen Nachfrage nach RC-Beton konfrontiert sind, auch diejenigen sind, die die Massnahme umsetzen können. So liegt das Interesse, die RC-Beton-Nachfrage zu steigern bei den Herstellern und diese können auch die Veränderung ihrer Preisliste selbst vornehmen. Da Recyclingbeton in den meisten Fällen billiger ist, bringt die Massnahme auch Vorteile für die Bauherrschaft und die Kunden.

Verschiedene Unternehmen ziehen im Moment in Betracht solche Veränderungen durchzuführen oder können sich vorstellen in Zukunft eine solche Preisliste zu verwenden (Caprani, 2018; Morgan, 2018). Dies zeigt, dass bei den Betonherstellern ein Interesse für die hier vorgeschlagene Massnahme besteht. Da die Betonhersteller sich dem Problem bewusst sind und auch Interesse zeigen gegen die Problematik vorzugehen, ist es besonders günstig, dass sie es sind, die die Entscheidungsgewalt über eine Umsetzung der Massnahme haben. Sie sehen die Massnahme als Möglichkeit an, eine Veränderung zu bewirken, die ökologische und ökonomische Vorteile mit sich bringt. Der Anfang der Umsetzung ist darum ein ausgewertetes Pilotprojekt, das den anderen Herstellern die Umsetzung erleichtern und sie für eine Umstrukturierung gewinnen soll.

Nachhaltigkeit der Massnahme

Dieser Text basiert auf einer ausführlichen Nachhaltigkeitsbeurteilung (im Folgenden als NHB bezeichnet) im Anhang.

Das Ziel dieser NHB ist es zu prüfen, ob ein erhöhter Verbrauch von RC-Beton tatsächlich ressourcenschonender ist. Dafür wird mit einer vereinfachten Form der MONET-Methode gearbeitet.

Indikatoren

















| Rohstoff | Erwünschter Trend | Heutiger beobachteter Trend | Trend mit Einfluss der Massnahmen | Dienen die Massnahmen dem Ziel? |
|--------------------------------------|---|---|--|---|
| CO ₂ -Emissionen |  |  |  |  |
| Menge an gefördertem Kies |  |  |  |  |
| Menge an gefördertem Kalk und Mergel |  |  |  |  |
| Benötigtes Deponievolumen |  |  |  |  |

Tabelle 1: Beurteilung der Indikatoren nach Monet

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Beurteilung der Indikatoren kurz zusammengefasst. Im Folgenden werden sie jeweils noch etwas ausführlicher erläutert.

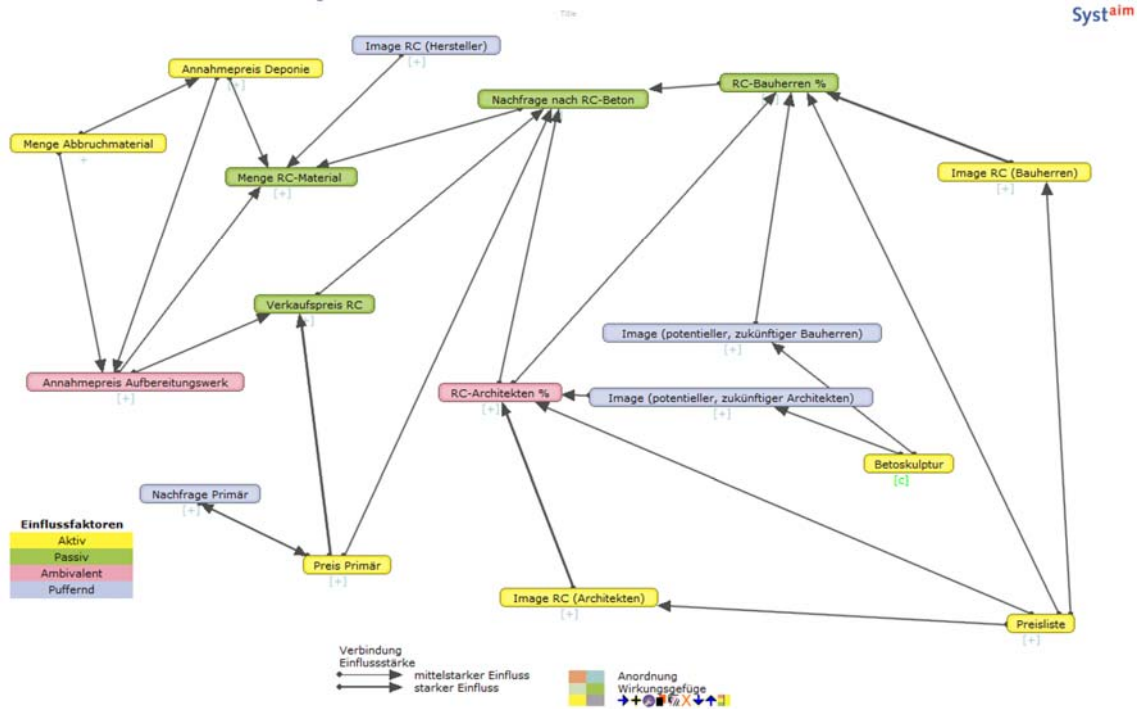
Aus dem SystemQ-Modell geht hervor, dass durch die Umsetzung der Massnahmen die Menge an verwendetem RC-Beton steigen wird. Dieser sind aber Grenzen gesetzt. Aufgrund der Diskrepanz zwischen abgebrochenen und neugebauten Häusern kann nie der ganze Bedarf an Baustoffen mit RC-Material gedeckt werden. Die zusätzlich nachgefragte Menge würde wahrscheinlich von den 30% des aufbereiteten Betonabbruchs gedeckt werden, der heute noch deponiert wird.

Ist dies ressourcenschonender? Sicher werden das Deponievolumen und die Menge an abgetragenem Kies verringert. Die Menge an Kalk und Mergel verändert sich wahrscheinlich nicht massgeblich. Im schlechtesten Fall erhöht sie sich jedoch. Zement ist nicht recycelbar und muss deshalb auch bei der Verwendung von RC-Beton neu hergestellt und beigemischt werden. Um bei diesem Indikator einen Rückgang zu erzielen, müssen Materialien, Techniken und Verfahren weiterentwickelt werden. Auf dem Gebiet geschieht heute schon viel und in den nächsten Jahren wird es sicher einige Fortschritte geben. Daraus ergibt sich die Hoffnung, dass der Verbrauch generell sinkt oder zumindest bei RC-Beton nicht steigt. Die Menge an CO₂-Emissionen hängt von der Menge und Art des verwendeten Zements und den Transportwegen ab. Auch darauf nimmt die Massnahme keinen direkten Einfluss. Dennoch bietet die Verwendung von RC-Beton gute Möglichkeiten die CO₂-Emissionen zu senken.

Insgesamt kann demnach gesagt werden, dass eine gesteigerte Verwendung von RC-Beton an sich noch nicht unbedingt zu mehr Nachhaltigkeit führt. Die veränderte Situation bietet jedoch mehr Möglichkeiten zur Verbesserung als die heutige. Wichtiger als die absolute Menge an RC-Beton zu erhöhen, ist genau abzuklären, von wo der Beton kommt, wie er zusammengesetzt ist und wie langlebig das Gebäude ist.

Die Massnahmen führen also zu einer leicht verbesserten Situation. Um das Baugeschäft wirklich nachhaltiger zu gestalten, müssten jedoch weitere Massnahmen umgesetzt werden, die zum Beispiel über die Herkunft der Rohstoffe informieren oder die Forschung vorantreiben.

Massnahme in System



Wirksamkeitsanalyse: Wie die Einflussfaktoren zu den Zielen beitragen



Ziele: Menge RC-Material erhöhen und Nachfrage nach RC-Beton erhöhen

Die Zielvariable, deren Ausprägung erhöht werden soll, ist *Menge RC-Material*. Für die Massnahmen bedeutet das, dass auch die *Nachfrage nach RC-Beton* für uns eine Zielvariable ist, da nur durch sie die erste Zielvariable erreicht werden kann. Das System weist nur einen Loop auf. Dies ist die Verbindung von *Nachfrage Primär* und *Preis Primär*, die sich jeweils gegenseitig beeinflussen. Das System, vor allem im rechten Teil, ist von der Massnahme ausgehend, sehr linear aufgebaut. Es beeinflusst die Zielvariablen durch die Variablen *RC-Bauherren %* und *RC-Architekten %*, welche von diversen anderen Variablen abhängen. Allerdings hat das Image aufgrund der Einsicht jeweils einen stärkeren Einfluss als die Übrigen.

Beide Massnahmen setzen im rechten Subsystem an, wirken jedoch unterschiedlich.

Preisliste beeinflusst hauptsächlich Variablen, welche das System steuern, während die Massnahme *Betonskulptur* auf puffernde Variablen wirkt. Diese haben relativ geringen Einfluss auf das System. Die Wirkung der Massnahme wird verzögert und eingeschränkt.

Des Weiteren liegt ein direkter Einfluss der *Preisliste* auf *RC-Architekten %* und *RC-Bauherren %* vor, wenn die veränderte Preisliste dazu führt, dass Architekten und Bauherren einen RC-Baustoff wählen, ohne seine sekundäre Herkunft zu beachten. Um die Wirkung der Massnahme abschätzen zu können, müssen bei der Planung die Entscheidungsprozesse gut untersucht werden.

Die Variable *RC-Architekten %* beeinflusst ihrerseits *RC-Bauherren %*, da die Architekten oftmals die Bauherren beraten. Dadurch gewinnt diese Variable an Wichtigkeit.

Die Massnahme *Preisliste* wirkt auf direkterem und breiterem Weg auf die Zielvariablen als die Massnahme *Betonskulptur* und zeigt dem Modell nach auch mehr Wirkung. Möglicherweise wäre es für die Erreichung des Ziels besser, wenn die Massnahmen an noch unterschiedlicheren Orten ansetzen würden, statt beide im selben Teil und nur mit unterschiedlichen Zielgruppen.

Weiteres Vorgehen

Als nächsten Schritt sollte man versuchen den Effekt der Massnahme an einem Unternehmen zu testen. Nachdem eine Probephase gezeigt hat, dass die Nachfrage nach Recyclingbeton tatsächlich gesteigert wird, muss dafür gesorgt werden, dass andere Unternehmen ähnliche Preislisten formulieren. Dazu wird vermutlich einige Überzeugungsarbeit nötig sein. Mit den Ergebnissen einer Testphase sollte dies jedoch nicht sehr schwierig sein. Erleichtern sollte es die Tatsache, dass durch den Verkauf von mehr Recyclingbeton für viele auch ein ökonomischer Nutzen entsteht (Alonso, Beber, Flury, Gauye, & Strozzege, 2017). Falls ein Grossteil der Unternehmen die Massnahme nicht umsetzen möchte, muss in Betracht gezogen werden, die Massnahme durch eine Normänderung den Unternehmen «aufzuzwingen». Dies dürfte wahrscheinlich nicht nötig sein und ist auch nicht der gewünschte Weg. Es ist davon auszugehen und gewünscht, dass die Unternehmen aus eigener Überzeugung die Veränderungen durchführen werden. Man muss sich bewusst sein, dass dies keine Massnahme ist, die man grossräumig von einem Tag auf den andern umsetzt, sondern dass die Anpassung aller Unternehmen eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen wird.

Fazit

Das System zeigt, dass die Massnahme den gewünschten Zweck erfüllt und so die Nachfrage nach RC-Beton gesteigert werden kann. Dieses Ziel wird durch eine einfache Umgestaltung der Preisliste erreicht, die die Massnahme kostengünstig und simpel, aber trotzdem effektiv macht. Gemäss der Nachhaltigkeitsbeurteilung kann durch die Massnahme ein positiver Effekt auf die Umwelt erzielt werden. Stakeholder bekräftigen, dass bei den Herstellern ein Interesse besteht, die Massnahme umzusetzen. Eine tatsächliche Durchführung der Massnahme geschieht jedoch nicht von einem Tag auf den anderen, vielmehr muss bei jeder Firma ein individueller Prozess durchlaufen werden. Die Schweizer Betonproduzenten werden angehalten, mit der Umsetzung der Massnahme zu beginnen.

Referenzen

- Alonso, A., Beber, L., Flury, M., Gauye, C., & Strozzege, A. (2017). *Teilanalyse Ökonomische Situation Gruppe 1*.
- Caprani, B. (2018, 09.05.2018). Prototypentest Umweltproblemlösen [persönliche Mitteilung].
- Kytzia, S., Rota, A., Wenk, F., Stüssi, U., Lier, S., & Bless, N. (2009, 31.12.2009). *Vorzüge nachhaltigen Bauens mit Beton*.
- Morgan, K. (2018, 24.05.2018). Prototypentest Umweltproblemlösen [persönliche Mitteilung].
- VollConcrete. (2018). Zugriff am 31.05.18. Abgerufen von <https://baustoffrecycling.wildert.ch>.
- Zanger, T. (2018, 25.05.2018). Prototypentest Umweltproblemlösen [persönliche Mitteilung].

Anhang

[Inhaltsverzeichnis Anhang](#)

- Wirkung der Massnahme im System Q
- Nachhaltigkeitsbeurteilung
- Alte Preisliste
- Neugestaltete Preisliste
- Eigenständigkeitserklärung

Die alte und eine Vorlage für die neugestaltete Preisliste wurden uns von der Richi AG zur Verfügung gestellt.

Der vollständige Anhang befindet sich im PDF.

Wirkung der Massnahmen im System

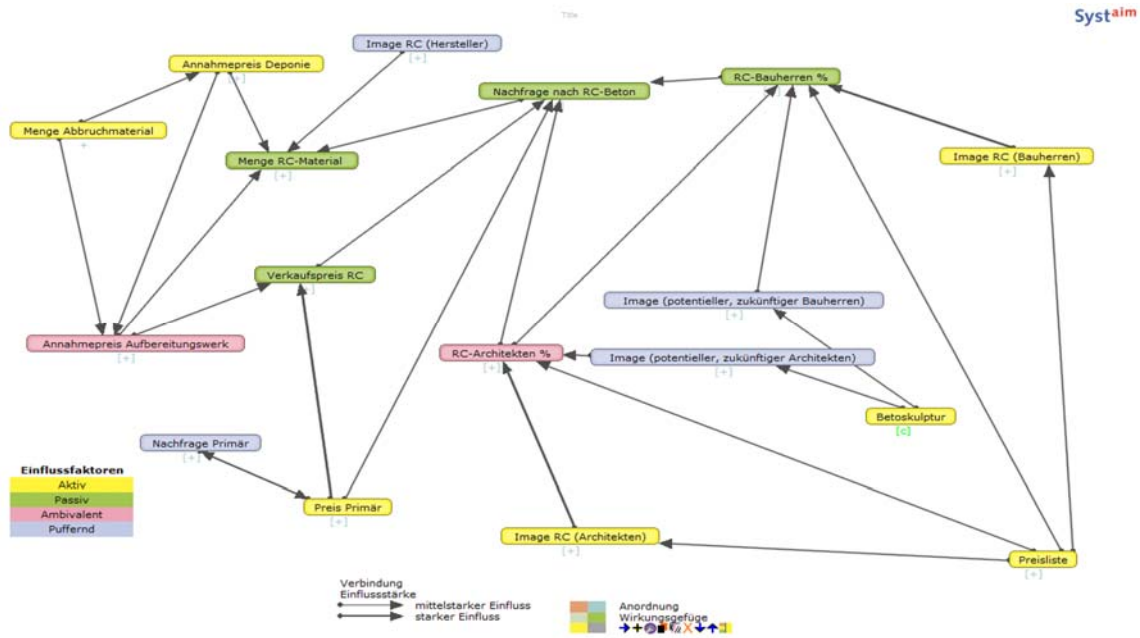


Abbildung 1: Systemmodell mit SystemQ, mit Einfluss der Massnahmen

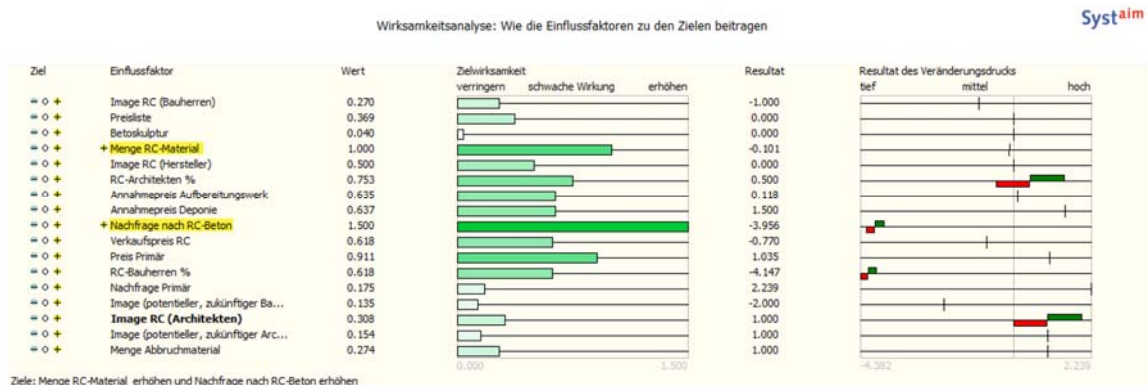


Abbildung 2: Einfluss der Variable Image RC (Architekten) auf die Zielvariablen



Abbildung 3: Einfluss der Variable Image (potentieller zukünftiger Bauherren) auf die Zielvariablen.

Zur Übersicht werden die Namen der Variablen *kursiv* gedruckt. Die genauen Definitionen befinden sich im Variablenblatt.

Die Zielvariable, deren Ausprägung erhöht werden soll, ist *Menge RC-Material*. Das System besteht sichtbar aus zwei Teilen, die lediglich über die Variable *Nachfrage nach RC-Beton* verknüpft sind. Im Folgenden werden sie als linkes und rechtes Subsystem bezeichnet. Für den rechten, durch die Massnahmen direkt beeinflussten Teil ist *Nachfrage nach RC-Beton* deshalb eine zweite Zielvariable.

Der linke Teil des Systems stellt in sich geschlossene Kreisläufe dar. Diese werden durch die Massnahmen nicht verändert. Durch ihre Wirkung auf die *Nachfrage nach RC-Beton* wird lediglich das Gleichgewicht zu Gunsten von *Menge RC-Material* verschoben.

Die aktiven, von aussen beeinflussenden Variablen in diesem Teil sind die *Annahmepreise der Deponie* und die verfügbare *Menge an Abbruchmaterial*, sowie der *Preis von Primärbeton*. Diese hängen hauptsächlich von Einflussfaktoren ab, die nicht ins System aufgenommen wurden. Der *Annahmepreis Deponie* beeinflusst sogar direkt die Zielvariable. Das System könnte also über diese Variable stark beeinflusst werden.

Kritisch ist in diesem Teil die Variable *Annahmepreis Aufbereitungswerk*. Es ist zentral, ob es sich für die Baufirma finanziell lohnt, das Material zum Aufbereitungswerk zu bringen. Durch den eben erwähnten, starken Einfluss von *Annahmepreis Deponie* wird ihre Bedeutung jedoch wieder etwas abgeschwächt.

Das System weist nur einen Loop auf. Dies ist die Verbindung von *Nachfrage Primär* und *Preis Primär*, die sich jeweils gegenseitig beeinflussen. Das System, vor allem im rechten Teil ist sehr linear aufgebaut. Von den Massnahmen ausgehend geschieht ein Schritt nach dem anderen. Die einzige Abweichung davon ist die Verbindung *RC-Architekten %* zu *RC-Bauherren %*. In Wirklichkeit gäbe es wahrscheinlich viel mehr Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Gruppen und dadurch mehr Loops, denn Menschen sind nie unabhängig von ihrem Umfeld. So beeinflusst das Image einer Gruppe unwillkürlich das Image einer anderen und die Berufsgruppen arbeiten stärker zusammen als es hier den Anschein erweckt. Im System wäre dies allerdings sehr unübersichtlich geworden. Aufgrund der Einsicht haben die Variablen *Image RC Architekten* und *Bauherren* jeweils einen stärkeren Einfluss als die übrigen.

Die beiden Massnahmen unterscheiden sich in ihrer Wirkungsweise.

Preisliste beeinflusst sowohl das *Image RC* der *Bauherren* sowie der *Architekten*. Beides sind aktive Variablen. Das heisst, durch sie kann das System gesteuert werden.

Des Weiteren liegt ein direkter Einfluss auf *RC-Architekten %* und *RC-Bauherren %* vor, wenn die veränderte Preisliste dazu führt, dass Architekten und Bauherren einen RC-Baustoff wählen ohne seine sekundäre Herkunft zu beachten. Um die Wirkung der Massnahme abschätzen zu können, müssen bei der Planung die Entscheidungsprozesse gut untersucht werden.

Die Variable *RC-Architekten %* beeinflusst ihrerseits *RC-Bauherren %*, da die Architekten oftmals die Bauherren beraten. Dadurch wird *RC-Architekten %* zu einer ambivalenten Variable. Sie ist also eine kritische Grösse mit viel Einfluss auf das System, die aber schwierig zu steuern ist, da sie von vielen anderen Variablen abhängt. Es wäre möglich, diesen Einfluss in beide Richtungen zu modellieren. Allerdings wird den Architekten in der Einsicht mehr Einfluss zugesprochen.

Betonskulptur beeinflusst das *Image* der *potentiellen, zukünftigen Bauherren* und *Architekten*. Sie wirkt somit spezifisch auf zwei Zielgruppen. Es ist entscheidend, dass diese richtig gewählt und in passender Weise angesprochen werden, ansonsten geht die Wirkung ins Leere. Für die Planung bedeutet dies, dass die Bedürfnisse dieser Gruppen besonders sorgfältig abgeklärt werden müssen. Beide direkt beeinflussten Variablen sind jedoch puffernde Variablen, das heisst sie haben relativ geringen Einfluss auf das System. Die Wirkung der Massnahme wird verzögert und eingeschränkt.

Die Massnahme *Preisliste* wirkt auf direkterem Weg auf die Zielvariable als die Massnahme *Betonskulptur* und zeigt, dem Modell nach, auch mehr Wirkung. Möglicherweise wäre es für die Erreichung des Ziels besser, wenn die Massnahmen an noch unterschiedlicheren Orten ansetzen würden, statt beide im selben Teil und nur mit unterschiedlichen Zielgruppen.

Variablenblatt

Die Reihenfolge der Variablen entspricht dem Kapitel Wirkungsweise des SystemQ-Modells. Die Variablen *Preisliste* und *Betonskulptur* sind die Einflüsse, die auf in diesem Semester erdachten Konzepten beruhen.

Die Zielvariable* ist *Menge RC-Material*. Eine zweite Zielvariable ist *Nachfrage nach RC-Beton* *.

| Name | Gibt der Variable einen kurzen, prägnanten und auch für Dritte verständlichen Namen |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Beschreibt die Variable. Welches Element des Rich Picture soll damit abgebildet werden. Erwähnt, ob die Variable zu den 3-4 Bedürfnisvariablen gehört. |
| Hohe Ausprägung | Beschreibt eine hohe Ausprägung der Variable (z.B. Eine hohe Lebensqualität bedeutet, dass ...) |
| Tiefe Ausprägung | Beschreibt eine tiefe Ausprägung der Variable (z.B. Eine niedrige Lebensqualität bedeutet, dass ...) |
| Aktueller Zustand | Beschreibt die aktuelle Ausprägung der Variable (z.B. Die Lebensqualität ist tief) |
| Indikator | Überlegt, mit welchem Indikator die Ausprägung der Variable gemessen oder beschrieben werden könnte. |

| Name * | Menge RC-Material |
|--------------------------|---|
| Beschreibung | Diese Variable bezeichnet das Material, das wiederaufbereitet wird, und als Recyclingmaterial im Hochbau verwendet wird. |
| Hohe Ausprägung | Das Ziel in diesem System ist eine hohe Ausprägung an RC-Material, so wird kein Material unnötig deponiert. Hoch bedeutet, (fast) 100% des aufbereiteten Materials wird verwendet. |
| Tiefe Ausprägung | Eine tiefe Menge an RC-Material bedeutet entweder eine geringe Nachfrage, sehr niedrige Deponiekosten und/oder hohe Annahmepreise der Aufbereitungswerke. Mehr als 30% wird deponiert. |
| Aktueller Zustand | Im Moment besteht die Möglichkeit mehr RC-Material zu produzieren, als es schon getan wird. 30% des aufbereiteten Materials wird dennoch deponiert. |
| Indikator | Die Menge an Baumaterialien, die auf Deponien gebracht werden, obwohl sie für einen Wiederaufbereitungsprozess geeignet wären, können als Indikatoren für Verbesserung genommen werden. |

| Name * | Nachfrage nach RC-Beton |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt, wie oft RC-Beton nachgefragt wird, anstatt Primärbeton zu verwenden. |
| Hohe Ausprägung | Bei einer hohen Ausprägung wird (nahezu) alles vorhandene RC-Material wieder verbaut, da die Nachfrage dazu analog ist. |
| Tiefe Ausprägung | Bei einer tiefen Ausprägung ist viel RC-Material vorhanden, bei dem keine Nachfrage besteht, es als Baustoff zu verwenden. |
| Aktueller Zustand | Es wird viel RC-Material wieder zu Baustoffen verarbeitet, jedoch nicht alles. |
| Indikator | Die Anzahl an Baufirmen, die Baustoffe wieder verarbeiten und die Menge an Material, das nicht wiederaufbereitet wird, weil es keine Nachfrage danach gibt, können als Indikatoren verwendet werden. |

| Name | Annahmepreis Deponie |
|--------------------------|---|
| Beschreibung | Diese Variable bezeichnet die Kosten, die eine Firma hat, wenn sie Baumaterial auf eine Deponie bringt. |
| Hohe Ausprägung | Bei hohen Deponiekosten, wird die Menge an wiederaufbereitetem Baumaterial grösser. Hoch bedeutet deutlich höher als die Annahmepreise der Aufbereitungswerke. |
| Tiefe Ausprägung | Bei niedrigen Deponiekosten, wird die Menge an wiederaufbereitetem Baumaterial kleiner. Tief bedeutet deutlich tiefer als die Annahmepreise der Aufbereitungswerke. |
| Aktueller Zustand | Deponiekosten sind so hoch, dass einiges aber nicht alles Material wiederaufbereitet wird. |
| Indikator | Die ausgeschriebenen Preise der Deponien können als Indikatoren verwendet werden. |

| Name | Menge Abbruchmaterial |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt alle Materialien die als Bauabfall entstehen, wenn Häuser abgebrochen werden. |
| Hohe Ausprägung | Es werden überdurchschnittlich viele Häuser rückgebaut. Bei einer grossen Menge an Abbruchmaterial, kann viel wiederaufbereitet werden oder viel Material auf der Deponie landen. |
| Tiefe Ausprägung | Es werden unterdurchschnittlich viele Häuser rückgebaut. Bei einer kleinen Menge an Abbruchmaterial, kann wenig wiederaufbereitet werden oder wenig Material auf der Deponie landen. |
| Aktueller Zustand | Im Moment entsteht viel Material beim Abbruch von Häusern aus den 50ern, 60ern und 70ern. |
| Indikator | Es können Zahlen von Abbruchfirmen beachtet werden. |

| Name | Nachfrage Primär |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt, wie oft Primärbeton nachgefragt wird. |
| Hohe Ausprägung | Eine hohe Nachfrage bedeutet, dass in absoluten Zahlen viel Primärbeton gekauft wird. |
| Tiefe Ausprägung | Eine niedrige Nachfrage bedeutet, dass in absoluten Zahlen wenig Primärbeton gekauft wird. |
| Aktueller Zustand | Die Nachfrage nach Primärbeton ist vorhanden und scheint auch nicht zurück zu gehen. |
| Indikator | Als Indikatoren gelten die Referenzen von Primärbetonherstellern. |

| Name | Preis Primär |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable bezeichnet die Kosten des Primärbetons für den Konsumenten. |
| Hohe Ausprägung | Ein hoher Preis bedeutet, dass tendenziell mehr Recyclingbeton nachgefragt wird. Hoch bedeutet deutlich höher als RC-Beton. |
| Tiefe Ausprägung | Ein niedrigerer Preis bedeutet, dass tendenziell mehr Primärbeton nachgefragt wird. Tief bedeutet deutlich tiefer als RC-Beton. |
| Aktueller Zustand | Der Preis von Primärbeton ist in einer Höhe, sodass er im Allgemeinen leistbar ist. Je nach Anbieter ist er über oder unter demjenigen von RC-Beton. |
| Indikator | Als Indikatoren gelten Preislisten von Primärbetonherstellern. |

| Name | Annahmepreis Aufbereitungswerk |
|--------------------------|---|
| Beschreibung | Diese Variable bezeichnet die Kosten, die eine Firma hat, wenn sie Baumaterial aufbereiten lässt. |
| Hohe Ausprägung | Bei hohen Aufbereitungskosten, wird die Menge an wiederaufbereitetem Baumaterial kleiner. Hoch bedeutet, höher als die Annahmepreise der Deponien. |
| Tiefe Ausprägung | Bei niedrigen Aufbereitungskosten, wird die Menge an wiederaufbereitetem Baumaterial grösser. Tief bedeutet, tiefer als die Annahmepreise der Deponien. |
| Aktueller Zustand | Die Annahmepreise der Aufbereitungswerke sind leicht unter demjenigen der Deponien. |
| Indikator | Es können Preise bei Firmen, die Abbruchmaterial wiederaufbereiten, erfragt werden. |

| Name | RC-Architekten % |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Diese Variable beinhaltet den prozentuellen Anteil aller Architekten, die vorzugsweise mit RC-Beton arbeiten. |
| Hohe Ausprägung | Falls über 50% der Architekten regelmässig mit RC-Baustoffen arbeiten, gilt dies für uns als hohe Ausprägung. |
| Tiefe Ausprägung | Falls unter 20% der Architekten regelmässig mit RC-Baustoffen arbeiten, gilt dies für uns als tiefe Ausprägung. |
| Aktueller Zustand | Im Kanton Zug beträgt der Anteil an RC-Architekten rund 15%. |
| Indikator | Durch Analysen der Aufträge verschiedener Baufirmen kann eruiert werden, wie viele Architekten RC-Material bevorzugen. |

| Name | RC-Bauherren % |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Diese Variable beinhaltet den prozentuellen Anteil aller Bauherren, die vorzugsweise mit RC-Beton bauen wollen. |
| Hohe Ausprägung | Falls über 50% aller Bauherren mit RC-Baustoffen bauen wollen, gilt dies für uns als hohe Ausprägung. |
| Tiefe Ausprägung | Falls unter 20% aller Bauherren mit RC-Baustoffen bauen wollen, gilt dies für uns als tiefe Ausprägung. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt will keine bemerkenswerte Zahl an Bauherren mit RC-Beton bauen. |
| Indikator | Durch Analysen der Aufträge verschiedener Baufirmen kann eruiert werden, wie viele Bauherren RC-Material bevorzugen. |

| Name | Image RC (Bauherren) |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt das irrationale Bild, das Bauherren von RC-Beton haben. |
| Hohe Ausprägung | Ein gutes Image hat zur Folge, dass viel Recyclingbeton gekauft und eingesetzt wird. Hohe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass Vertrauen in den Baustoff und seine Ästhetik vorhanden sind. Der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten sind bekannt. |
| Tiefe Ausprägung | Ein schlechtes Image führt dazu, dass statt Recyclingbeton Primärbeton verwendet wird. Tiefe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass Vertrauen in den Baustoff und seine Ästhetik nicht vorhanden sind. Der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten sind unbekannt. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt ist das Image oft schlecht. |
| Indikator | Diese Variable kann durch Umfragen ermittelt werden. |

| Name | Image RC (Architekten) |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt das irrationale Bild, das Architekten und Ingenieure von RC-Beton haben. |
| Hohe Ausprägung | Ein gutes Image hat zur Folge, dass viel Recyclingbeton gekauft und eingesetzt wird. Hohe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass Vertrauen in den Baustoff und seine Ästhetik vorhanden sind. Der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten sind bekannt. |
| Tiefe Ausprägung | Ein schlechtes Image führt dazu, dass statt Recyclingbeton Primärbeton verwendet wird. Tiefe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass Vertrauen in den Baustoff und seine Ästhetik nicht vorhanden sind. Der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten sind unbekannt. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt ist das Image oft schlecht. |
| Indikator | Diese Variable kann durch Umfragen ermittelt werden. |

| Name | Image RC (potentielle, zukünftige Bauherren) |
|--------------------------|---|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt das irrationale Bild, das Studierende von RC-Beton haben, die in der Zukunft einmal Bauherren werden. |
| Hohe Ausprägung | Ein gutes Image hat zur Folge, dass in der Zukunft viel Recyclingbeton gekauft und eingesetzt werden wird. Eine Hohe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten bekannt sind und positiv assoziiert werden. |
| Tiefe Ausprägung | Ein schlechtes Image führt dazu, dass in der Zukunft statt Recyclingbeton Primärbeton verwendet werden wird. Eine tiefe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten wenig bekannt sind und eher negativ assoziiert werden. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt ist das Image oft schlecht. |
| Indikator | Diese Variable kann durch Umfragen ermittelt werden. |

| Name | Image RC (potentielle, zukünftige Architekten) |
|--------------------------|---|
| Beschreibung | Die Variable beschreibt das irrationale Bild, das Studierende von RC-Beton haben, die einmal Architekten werden. |
| Hohe Ausprägung | Ein gutes Image hat zur Folge, dass in der Zukunft viel Recyclingbeton gekauft und eingesetzt werden wird. Eine Hohe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten bekannt sind und positiv assoziiert werden. |
| Tiefe Ausprägung | Ein schlechtes Image führt dazu, dass in der Zukunft statt Recyclingbeton Primärbeton verwendet werden wird. Eine tiefe Ausprägung des guten Images bedeutet, dass der Baustoff und seine Verwendungsmöglichkeiten wenig bekannt sind und eher negativ assoziiert werden. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt ist das Image oft schlecht. |
| Indikator | Diese Variable kann durch Umfragen ermittelt werden. |

| Name | Preisliste |
|--------------------------|---|
| Beschreibung | Die Massnahme mit dem Titel «Neugestaltete Preisliste» ist eine Umstrukturierung einer Preisliste, dabei sind Primär- und RC-Beton nicht mehr separat aufgelistet, sondern sind zusammen nach Qualitätsmerkmalen sortiert. |
| Hohe Ausprägung | Bei einer hohen Ausprägung, wird die Preisliste bei der Auswahl beachtet und so entweder einfach die günstigere Alternative gewählt oder realisiert, dass RC-Beton im Hochbau genügend grosse Qualitätsmerkmale aufweist und problemlos verwendet werden kann. Hoch bedeutet, dass (nahezu) alle Preislisten so gestaltet sind. |
| Tiefe Ausprägung | Bei einer tiefen Ausprägung, wird die Preisliste nicht ernsthaft beachtet oder gezielt versucht herauszufinden, bei welchem Beton es sich um Primärbeton handelt, um diesen zu verwenden. Tief bedeutet, dass nur vereinzelte Preislisten so gestaltet sind. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt ist die Preisliste noch nicht im Einsatz und damit beeinflusst diese Variable zum jetzigen Zeitpunkt nicht. |
| Indikator | Als Indikator könnte die Zahl der RC-Beton-Käufe nach Einsicht der Preisliste verwendet werden. |
| Hintergrund | In der Massnahmendokumentation lassen sich weitere Informationen finden. |

| Name | Betonskulptur |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Massnahme mit dem Titel «Betonskulptur als Aufklärungs- & Diskussionsmittel» ist ein Kunstobjekt, auf dem Fakten über RC- und Primärbeton stehen. Es soll im Frühling 2019 auf dem ETH-Campus stehen, um von vielen Studierenden gesehen und beachtet zu werden. |
| Hohe Ausprägung | Bei einer hohen Ausprägung, nehmen viele Studierende das Kunstwerk wahr, wenn sie daran vorbeilaufen und beschäftigen sich danach noch genauer mit dem Thema Recycling von Baustoffen. Hohe Ausprägung bedeutet, dass viele Menschen erreicht und nachhaltig beeinflusst werden. |
| Tiefe Ausprägung | Bei einer tiefen Ausprägung, laufen viele Studierenden einfach an der Skulptur vorbei und beschäftigen sich nicht weiter damit. Die Massnahme wäre (fast) keine Beeinflussung mehr. Tiefe Ausprägung bedeutet, dass wenige Menschen erreicht und nachhaltig beeinflusst werden. |
| Aktueller Zustand | Zum aktuellen Zeitpunkt ist die Betonskulptur noch nicht ausgestellt und beeinflusst das System somit nicht. |
| Indikator | Als Indikator können die Zugriffe mittels QR-Code auf eine Website mit weiterführender Information genannt werden. |
| Hintergrund | In der Massnahmendokumentation lassen sich weitere Informationen finden. |

| Name | Verkaufspreis RC |
|--------------------------|--|
| Beschreibung | Die Variable bezeichnet die Kosten des Recyclingbetons für den Konsumenten. |
| Hohe Ausprägung | Ein hoher Preis bedeutet, dass auch der Preis von Primärbeton hoch ist und in Folge die Nachfrage nach RC-Beton sinken wird. Hoch bedeutet, höher als der Preis von Primärbeton. |
| Tiefe Ausprägung | Ein niedrigerer Preis bedeutet, dass tendenziell mehr Recyclingbeton nachgefragt wird. Tief bedeutet, tiefer als der Preis von Primärbeton. |
| Aktueller Zustand | Der Preis von Recyclingbeton ist je nach Anbieter über oder unter dem Preis von Primärbeton. |
| Indikator | Als Indikatoren gelten Preislisten von Recyclingbetonherstellern. |

Nachhaltigkeitsbeurteilung

Einleitung

Nachhaltige Entwicklung ist ein weit gefasster Begriff. Im Brundtland-Bericht wurde nachhaltige Entwicklung definiert als „Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ Das Ziel dieser Nachhaltigkeitsbeurteilung (im Folgenden als NHB bezeichnet) ist herauszufinden, ob die vorgestellten Massnahmen dazu beitragen, das Baugeschäft nachhaltiger zu gestalten. Da es das Ziel der Massnahmen ist, einen erhöhten Verbrauch von RC-Beton zu erzielen, liegt der Fokus dieser NHB auf der Prüfung, ob diese Absicht auch wirklich ressourcenschonender ist.

Methoden

Wir arbeiten mit einer vereinfachten Form der MONET-Methode. Für vier Indikatoren bestimmen wir eine gewünschte Entwicklung (steigend, stabilisierend oder sinkend). Anschliessend beurteilen wir die tatsächliche Entwicklung und ziehen daraus Schlüsse über die Nachhaltigkeit des Baugeschäftes. Dazu stützen wir uns auf das Systemmodell mit *SystemQ*, die Ergebnisse der Teilanalysen vom letzten Semester sowie den Schlussbericht einer Gruppe der Hochschule für Technik Rapperswil „Vorzüge nachhaltigen Bauens mit Beton“(Kytzia et al., 2009).

Die gewählten Indikatoren sind: Primärkiesförderung, Kalk- und Mergelförderung, CO₂-Emissionen und die benötigte Deponiefläche. Sie stehen im direkten Zusammenhang mit effizienter Ressourcennutzung und schädlichen Emissionen. Genauer werden die Indikatoren im Kapitel „Indikatoren“ beschrieben.

Für diese Beurteilung vergleichen wir die heutige mit einer möglichen zukünftigen Situation. Dazu müssen zeitliche und räumliche Systemgrenzen definiert werden. Wir schauen relativ weit in die Zukunft. Obschon die Massnahme „Neugestaltete Preisliste“ bereits kurz nach der Realisierung eine Veränderung bewirken kann, entfaltet die Massnahme „Betonskulptur als Informations- und Diskussionsmittel“ ihre Wirkung erst in rund 20 Jahren, wenn die heutigen Studenten ihr Studium abgeschlossen haben und ihren Beruf ausüben. Die Beurteilung bezieht sich auf die kombinierte Wirkung der beiden Massnahmen. Das Wirkungsgebiet ist auf die Schweiz begrenzt. Betroffen sind, nebst den direkt an der Entwicklung und Umsetzung der Massnahmen beteiligten Stakeholdern, Kunden der Richi AG und die Betrachter des Kunstwerkes. Indirekt ist es jedoch die ganze Bevölkerung. In dieser NHB werden wir nicht weiter auf einzelne betroffene Gruppen eingehen.

Die Projekte befinden sich in der Planungsphase. Ihre genauen Auswirkungen sind noch unklar. Daher ist es schwierig exakte Angaben zu machen bezüglich der zukünftigen Situation. Da wir uns auf Sekundärquellen stützen sind Ungenauigkeiten der technischen Daten wahrscheinlich. Aus diesen Gründen und wegen des eher geringen Umfanges dieser NHB werden viele Aspekte vernachlässigt und sie bietet kein umfassendes Bild, sondern dient der Orientierung.

Ergebnisse

Beton gilt als nicht erneuerbare Ressource, da sich die benötigten Rohstoffe nur sehr langsam regenerieren. Dazu gehören hauptsächlich Kies, Zement (bestehend aus Mergel und Kalk) und Wasser.

Pro hergestellter Tonne Beton werden 2.3 Tonnen CO₂ ausgestossen. Der grösste Teil davon entsteht bei der Zementherstellung. Ansonsten spielt der Transportweg die grösste Rolle. Weiter wird auch beim Bau und Abbruch des Gebäudes CO₂ emittiert. Für die Herstellung von Betongranulat werden nur halb so hohe CO₂-Emissionen angegeben.

Dies obwohl bei der Wiederverwendung von Betongranulat immer neuer Zement beigemischt werden muss, denn Zement ist nicht recycelbar. Je nachdem wird sogar mehr Zement benötigt als bei der Verwendung von Primärmaterialien. Tiefere CO₂-Emissionen lassen sich jedoch damit erklären, dass der Transportweg dank mobilen Aufbereitungsstationen beeinflussbar ist. Nur bei deutlich kürzeren Transportwegen ist deshalb die CO₂-Bilanz von RC-Beton signifikant besser. Eine Art dies zu beurteilen sind Umweltbelastungspunkte (UBP). Sie sind Emissionswerte, die in der Ökobilanz verwendet werden, um Vergleiche zwischen den Umweltverträglichkeiten verschiedener Stoffe ziehen zu können. Primärmaterial wie natürliche Gesteinskörnung verursacht pro hergestellter Tonne 35'300 UBP. Recyclinggranulat verursacht etwa 15-mal weniger. Dabei wird wahrscheinlich von einem Optimalfall ausgegangen, das heisst sehr kurze Transportwege und ein tiefer Zementanteil.

Heutige Situation

Die Stoffkreisläufe können nicht ganz geschlossen werden, einerseits, da Zement immer neu hergestellt werden muss, andererseits aufgrund der Diskrepanz zwischen Betonbedarf im Hochbau und der Abbruchmenge: Es wird sieben- bis zehnmal mehr verbaut als abgebrochen. Das rückgebaute Material wird nicht vollständig verwendet: Obwohl 100% des Abbruchmaterials wiederaufbereitet werden, fliessen nur 25% davon wieder in den Hochbau. Der Rest wird entweder im Tiefbau wiederverwendet und 30% werden sogar deponiert.

Veränderte Situation

Laut dem Systemmodell wird die Nachfrage nach Recyclingprodukten steigen und dadurch die Menge an verwendetem RC-Material. Dennoch wird die Nachfrage nach Kies und Zement aus den oben genannten Gründen bestehen bleiben. Es wird lediglich das Gleichgewicht verschoben.

Indikatoren

| Rohstoff | Erwünschter Trend | Heutiger beobachteter Trend | Trend mit Einfluss der Massnahmen | Dienen die Massnahmen dem Ziel? |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| CO ₂ -Emissionen | | | | |
| Menge an gefördertem Kies | | | | |
| Menge an gefördertem Kalk und Mergel | | | | |
| Benötigtes Deponievolumen | | | | |

Tabelle 1: Beurteilung der Indikatoren nach Monet (siehe Legende am Schluss des Dokuments)

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Beurteilung der Indikatoren kurz zusammengefasst. Im Folgenden werden sie jeweils noch etwas ausführlicher erläutert.

Indikator „CO₂-Emissionen“

CO₂ ist ein Treibhausgas und trägt zur Klimaerwärmung bei. Die Menge an ausgestossenem CO₂ sollte für eine intakte Umwelt möglichst klein gehalten werden. Die jährlich ausgestossene Menge kann direkt gemessen werden. Mit der vermehrten Verwendung von Recyclingbeton können die Emissionen gesenkt werden. Allerdings nehmen die Massnahmen nicht direkt Einfluss auf die relevanten Prozesse zur Senkung der Emissionen, weshalb zu diesem Trend keine Vorhersage möglich ist.

Indikator „Menge an gefördertem Kies“

Kies ist eine endliche Ressource. Zwar sind die Vorräte in der Schweiz gross, oftmals jedoch unzugänglich, weil sie unter Siedlungs- oder Naturschutzgebieten liegen. Der Kiesabbau birgt ökologische Probleme wie die Abwertung von Gewässern und die Zerstörung von Lebensräumen. Gemessen werden kann die Entwicklung dieses Indikators anhand der Nachfrage nach natürlichen Gesteinskörnungen. Durch die vermehrte Verwendung von RC-Beton kann die Nachfrage leicht gesenkt werden. Sie bleibt jedoch gross, da die Nachfrage nach Baustoffen nicht komplett durch Recyclingmaterial gedeckt werden kann. Der Trend geht also in die gewünschte Richtung, für wirklich nachhaltigen Umgang mit dieser Ressource braucht es aber noch andere Massnahmen.

Indikator „Menge an gefördertem Kalk und Mergel“

Kalk und Mergel sind Bestandteile von Zement. Die Vorkommen in der Schweiz sind begrenzt. Schätzungen zufolge könnten die Schweizer Zementressourcen in zehn Jahren erschöpft sein. Wie bei Kies birgt der Abbau ökologische Probleme. Gemessen werden kann die Veränderung anhand der Nachfrage nach Zement. Diese wird bei der vermehrten Verwendung von RC-Beton gleich hoch bleiben oder sogar steigen. Auch hier sind weitere Massnahmen nötig, um die Zementherstellung rundum nachhaltiger zu gestalten.

Indikator „Benötigtes Deponievolumen“

Platz und Landressourcen sind in der Schweiz knapp, nur 40 bis 50 % der Fläche gilt als besiedelbar. Es ist schwierig neue Deponieplätze zu finden. Falls ein Gebiet zur Deponie wird, ist es für nichts anderes nutzbar, das Material liegt dann lange dort. Bei einer erhöhten Nachfrage nach RC-Beton wird weniger Deponievolumen benötigt, da ein grösserer Anteil des abgebrochenen Material auch wiederverwendet wird.

Wasser

Wasser ist eine wichtige Ressource. Sie ist endlich, auch wenn das Vorkommen in der Schweiz gross ist. In den verwendeten Quellen wird sie nicht behandelt, deshalb wird sie auch in dieser NHB vernachlässigt.

Fazit

Aus dem SystemQ-Modell geht hervor, dass durch die Umsetzung der Massnahmen die verwendete Menge an RC-Beton steigen wird. Dieser sind aber Grenzen gesetzt. Aufgrund der Diskrepanz zwischen abgebrochenen und neugebauten Häusern kann nie der ganze Bedarf an Baustoffen mit RC-Material gedeckt werden. Die zusätzlich nachgefragte Menge würde also von den 30% des aufbereiteten Betonabbruchs gedeckt, der heute noch deponiert wird.

Ist dies ressourcenschonender?

Sicher kann man dies behaupten in Bezug auf das benötigte Deponievolumen und die Menge an abgetragenen Kies. Die Verringerung dieser beiden Faktoren lässt sich als positiv bewerten.

Die Menge an Kalk und Mergel verändert sich durch einen erhöhten RC-Beton Verbrauch wahrscheinlich nicht massgeblich. Im schlechtesten Fall erhöht sie sich jedoch. Um bei diesem Indikator einen Rückgang zu erzielen, müssen Materialien, Techniken und Verfahren weiterentwickelt werden. Auf diesem Gebiet geschieht heute schon viel und in den nächsten Jahren wird es sicher einige Fortschritte geben. Daraus ergibt sich die Hoffnung, dass der Verbrauch generell sinkt oder zumindest bei RC-Beton nicht steigt.

Im Kapitel „Heutige Situation“ wird erwähnt, dass RC-Beton das Potential hat, die Menge an CO₂-Emissionen erheblich zu reduzieren. Da dies aber hauptsächlich von der Menge und Art des verwendeten Zements und den Transportwegen abhängt und die Massnahmen auf diese Faktoren keinen Einfluss nehmen, kann die Veränderung an dieser Stelle nicht bewertet werden.

Die Massnahmen führen also einerseits zu positiven (Deponievolumen und Kies), andererseits zu neutralen oder unklaren (Zement- und CO₂-) Auswirkungen. Insgesamt kann man also sagen, dass eine gesteigerte Verwendung von RC-Beton zwar zu Verbesserungen aber noch nicht umfassend zu mehr Nachhaltigkeit führt. Die veränderte Situation bietet jedoch mehr Möglichkeiten zur Erhöhung der Nachhaltigkeit als die heutige. Wichtiger als die absolute Menge an RC-Beton ist, genau abzuklären, von wo der Beton kommt, wie er zusammengesetzt ist und wie langlebig das Gebäude ist.

Wir empfehlen abschliessend, die Massnahmen umzusetzen und zur Verbesserung der nicht beachteten Faktoren Begleitmassnahmen zu treffen. Diese sollten darauf abzielen, über die Herkunft der Rohstoffe im Beton aufzuklären und die Entscheidungsfindung zu erleichtern, wie das zum Beispiel unsere Partner von ("VollConcrete," 2018) tun. Ausserdem sollte in die Forschung investiert werden, damit Ressourcen wie Kalk, Mergel und Wasser reduziert werden können.

Da die Massnahmen per se nicht eine enorm starke Steigerung der Nachfrage hervorrufen werden, sind die ökologischen Auswirkungen vielleicht geringer als es den Eindruck erweckt. Für diese Massnahmen ist es von ebenso grosser Bedeutung, die Menschen allgemein auf die Thematik des nachhaltigen Bauens zu sensibilisieren und das schlechte Image von RC-Produkten zu verringern. Diese Einstellungen können sich auch in anderen Bereichen auswirken als bei RC-Beton. Hier spielt Psychologie und Menschlichkeit eine grosse Rolle und manchmal braucht es nur einen kleinen Input um Grosses auszulösen. Obwohl also die Systemgrenzen in der Schweiz gesetzt sind, ist nicht vorherzusagen, wo überall sich Auswirkungen bemerkbar machen werden.

Legende Tabelle 1

Angestrebte Entwicklung



ZUNAHME ABNAHME STABILISIERUNG

Beobachtete Entwicklung



ZUNAHME ABNAHME KEINE WESENTLICHE VERÄNDERUNG UNBEKANNT

Beobachtete Entwicklung mit Massnahmen



ZUNAHME ABNAHME KEINE WESENTLICHE VERÄNDERUNG UNBEKANNT

Zusammenfassung*



POSITIV NEGATIV UNVERÄNDERT UNBEKANNT

*Monet System: beobachtete Entwicklung im Vergleich zur angestrebten Entwicklung
 Hier: beobachtete Entwicklung im Vergleich zur beobachteten Entwicklung mit Massnahme