

Umweltproblemlösen II  
Dokumentation Projektgruppe 13

# Ausstellung «Recyclingbeton – belastbar, nachhaltig, ästhetisch»

01. Juni 2018

Saskia Aeschbach, Daniel Andersen,  
Fabiana Chiriatti, Emanuel Kissling,  
Annina Maier, Tina Sidler



Abbildung Titelblatt: Angeschliffener Beton aus Betonabbruch, aus Mischabbruch und aus Primärkies (v. l. n. r.) (eigene Darstellung)

Um den Text übersichtlicher zu gestalten, ist bei Wörtern, die eine maskuline und eine feminine Form haben können, nur die maskuline Form erwähnt. Dies ist in keiner Weise diskriminierend zu verstehen und schliesst alle Geschlechter mit ein.

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

## Zusammenfassung

Unsere Massnahme ist eine Ausstellung zum Thema Recyclingbeton. Ziel ist es, bei Architekten und Ingenieuren die Akzeptanz von Recyclingbeton zu fördern und Vorurteile abzubauen.

Die Ausstellung, welche durch verschiedene Elemente eine möglichst breite Betrachtung des Themas ermöglicht, wird während drei Monaten öffentlich zugänglich sein und von verschiedenen Sponsoren und Architekturbüros finanziell und materialtechnisch unterstützt werden.

Eingeleitet wird die Ausstellung mit einer Eröffnungsveranstaltung, an welcher Fachreferate von verschiedenen Akteuren der Baubranche zum Thema Recyclingbeton gehalten werden. Ebenfalls wird die Ausstellung durch zwei Themenabende ergänzt werden. Zum Abschluss wird eine Abschlussveranstaltung stattfinden, welche eine Podiumsdiskussion beinhaltet, bei der eingeladene Stakeholder miteinander diskutieren können. Sollte die Ausstellung beim Zielpublikum wirklich Anklang finden, wird sie vermutlich auch die Akzeptanz gegenüber Recyclingbeton fördern.

## Ausgangslage und Ziel

### Einsicht

Zurzeit wird in der Schweiz ca. 80 - 85 % des Misch- und Betonabbruchs aufbereitet. Von diesem aufbereiteten Material gelangt jedoch nur 20 % wieder in den Hochbau. (Kaufmann, Maier, Schweißler, Strini, & Wiklund, 2017) und dies obwohl ein Grossteil des aufbereiteten Materials eine Qualität aufweist, die für den Hochbau ausreichend wäre (Van der Haegen, 2018).

Durch die geringe Nachfrage nach Recyclingbeton im Hochbau landet ein grosser Teil des aufbereiteten Beton- oder Mischabbruchs in Zwischenlagern oder wird im Tiefbau eingesetzt (Gauch, Matasci, Hincapié, Hörler, & Heinz, 2016).

Um die Nachfrage nach Recyclingbeton zu erhöhen, muss die Bauherrschaft vom Produkt Recyclingbeton überzeugt werden, wobei diese ungenügend bis gar nicht über Recyclingbeton informiert ist. Generell wendet sich die potentielle private Bauherrschaft, um an Wissen über den Hausbau zu gelangen, zuerst an einen Architekten, welcher anschliessend Rücksprache mit einem Bauingenieur hält (Knoeri, Binder, & Althaus, 2011). Häufig raten beide dann aufgrund fehlender Erfahrungen oder Vorurteile gegenüber Recyclingbeton zur Verwendung von Primärbeton (Moser et al., 2004). Dies erklärt die tiefe Nachfrage nach Recyclingbeton und ist eine wichtige Ursache für dessen geringen Anteil im Hochbau.

### Problemstellung öffentliche Bauherrschaft (Kanton)

Die öffentliche Bauherrschaft wird mit dem zunehmenden Anfall von Beton- und Mischabbruch konfrontiert, wobei kantonale Unterschiede vorhanden sind. Zudem möchte er

im Hinblick auf eine schonende Nutzung natürlicher Ressourcen eine Verringerung des Material-Fussabdrucks erzielen, sowie die umweltgerechte Produktion im Inland fördern (Bundesamt für Statistik, 2018a).

### **Problemstellung der Ingenieure und Architekten**

Bauingenieure und Architekten möchten einen möglichst sicheren und ästhetischen Bau planen. Ihr Entscheidungsspielraum oszilliert zwischen relativ schwammig formulierten Normen und der Einstellung der Bauherrschaft gegenüber Recyclingbaustoffen. Dementsprechend orientieren sie sich häufig an der öffentlichen Bauherrschaft und ihren eigenen Vorkenntnissen oder stützen sich auf die Kenntnisse aus ihrer Ausbildung, wobei Recyclingbeton bislang wenig bis gar nicht thematisiert wurde.

### **Problemstellung private Bauherrschaft**

Viele private Bauherren sind an einem nachhaltigen Bau interessiert, die Kosten und die Langlebigkeit sind jedoch die wichtigsten Punkte, welche sie berücksichtigen. Recyclingbeton wird im Allgemeinen als kostspieliger eingeschätzt und dessen Einsatz in kleineren Projekten als zu aufwendig erklärt, wodurch sich die private Bauherrschaft oftmals für Primärbeton entscheidet (Christen, 2018).

Das Thema Nachhaltigkeit im Bau wird mehrheitlich nicht mit dem Einsatz von Recyclingbeton in Verbindung gebracht, da die private Bauherrschaft mehrheitlich nur ungenügend über Recyclingbeton informiert ist.

### **Problemstellung arv Baustoffrecycling Schweiz**

Die Hauptanliegen des arv Baustoffrecycling Schweiz (arv) bestehen darin, die Akzeptanz des Baustoffrecyclings bei Behörden, Bauherren und Unternehmen zu fördern, innovative und marktgerechte Lösungen zu erarbeiten sowie Einfluss auszuüben, um die Umsetzung des Baustoffkreislaufdenkens voranzutreiben (arv, unbekannt).

### **Ziel**

Das Ziel unserer Massnahme ist, bei Architekten und Ingenieuren bestehende Vorurteile gegenüber Recyclingbeton abzubauen und die Akzeptanz zu fördern, indem diese Stakeholder über Recyclingbeton informiert werden.

Das Erreichen unseres Ziels hat zur Folge, dass Architekten und Ingenieure vermutlich eher dazu bereit sind, Recyclingbeton im Hochbau einzusetzen, was dem Hauptanliegen des arvs entspricht. Ebenfalls nehmen wir an, dass das Baustoffkreislaufdenken bei den Architekten und Ingenieuren durch unsere Massnahme gefördert wird.

Durch den vermehrten Einsatz von Recyclingbeton würde der Material-Fussabdruck der Ressource Kies gesenkt und weniger Abbruchmaterial deponiert. Dies würde der öffentlichen Bauherrschaft helfen, ihr Ziel, der schonenden Nutzung natürlicher Ressourcen, zu erreichen (Bundesamt für Statistik, 2018a).

Wenn die Architekten und Ingenieure bezüglich Recyclingbeton gut informiert sind, werden sie der Bauherrschaft Recyclingbeton eher weiterempfehlen oder ihnen zumindest nicht davon abraten. Durch die Empfehlung von Recyclingbeton als nachhaltigere Alternative zu Primärbeton werden sich die privaten Bauherren vermehrt für diesen Baustoff entscheiden

und in ihren Bauprojekten einsetzen, was zu einer höheren Nachfrage nach Recyclingbeton führt.

## Stand der Entwicklung

Ausstellungen zum Thema Beton und Recyclingbeton wurden in der Schweiz bereits durchgeführt, beispielsweise von Betonsuisse oder der Schweizer Baumuster-Centrale (SBCZ) (Betonsuisse, 2017; Ebinger, 2018). Diese Ausstellungen hatten ebenfalls Architekten und Ingenieure als Zielpublikum, wobei dann auch laut Ebinger (2018) 90% der Besucher tatsächlich auch Architekten waren.

Trotz diesen vergleichbaren Events könnte die Ausstellung „Recyclingbeton: belastbar - nachhaltig - ästhetisch“ eine Neuheit darstellen, denn wir versuchen die Wahrnehmung von Recyclingbeton als Baustoff auf unterschiedlichen Wegen und aus verschiedenen Blickwinkeln zu verändern (Witry, 2018).

## Darstellung der Massnahme

Die auf drei Monate begrenzte Ausstellung lehnt sich an das Konzept der SBCZ. Diese Ausstellung ist als Wanderausstellung konzipiert und kann deshalb an verschiedenen Standorte situationsabhängig präsentiert werden.

Die Ausstellung startet mit einer Eröffnungsveranstaltung, in welcher Stakeholder der Baubranche, beispielsweise Kantonsbaumeister, Architekten, Ingenieure und Baufirmen Fachreferate halten, um ihre Sichtweise und Erfahrung mit Recyclingbeton zu teilen. Zu Beginn jedes Monats wird ein Themenabend stattfinden, an dem Fachreferate von Stakeholdern der Baubranche anderer Kantone gehalten werden (Tab. 1). Für die Abschlussveranstaltung ist eine Podiumsdiskussion vorgesehen, wobei Kantonsbaumeister, welche an den Themenabenden und dem Eröffnungsanlass referierten, zusammen mit einem Vertreter des arv und der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) diskutieren.

Akteur	Unternehmen	Person
Bauunternehmen	Eberhard	Patric Van der Haegen
Forschung	EMPA	Cathleen Hoffmann
Kanton	Baudirektion Amt für Hochbauten, Kanton Zürich, Kanton Luzern, Kanton Basel	Dr. Matthias Haag, Hans-Urs Baumann, Beat Aeberhard,
Architekt	David Chipperfield Architects, Boltshauser Architekten, Florian Felder Architekten, SSA Architekten Ag	David Chipperfield, Roger Boltshauser, Florian Felder, Peter Steinmann
Ingenieur	Berner Fachhochschule BFH, Basler & Hofmann Innerschweiz AG, Jauslin Stebler AG	Stephan Wüthrich, Thomas Kaufmann, Patrick Kiener
Weitere Stakeholder	arv Baustoffrecycling Schweiz	Laurent Audergon

Tab. 1: Mögliche Stakeholder für die Fachreferate (eigene Darstellung)

### Eröffnungsveranstaltung

Diese Abendveranstaltung eröffnet die Ausstellung. Der Anlass beginnt mit einem Film über die Gewinnung und die Aufbereitung von Recyclingbeton. Im Anschluss erhalten drei eingeladene Experten die Möglichkeit, über ihre spezifischen Erfahrungen mit Recyclingbeton zu berichten. Für die Referate sind Architekten, Ingenieure, Kantonsbaumeister, Vertreter von Baufirmen und der Forschung denkbar. Diese Veranstaltung wird mit einem Apéro abgerundet.

### Themenabend

Für jeweils einen Monat wird einem Kanton spezielle Aufmerksamkeit geschenkt, indem Bauprojekte dieses Kantons ausgestellt werden. Im Rahmen dieser Veranstaltung finden

Fachreferate von Architekten, Ingenieuren und des Kantonsbaumeisters des jeweiligen Gastkantons statt.

### **Schlussveranstaltung**

Zum Abschluss der Ausstellung findet eine Podiumsdiskussion statt. Eingeladene Stakeholder der Baubranche und Vertreter der Forschung erhalten die Chance, miteinander über ein Thema von Recyclingbeton, wie z.B. die Nutzung von Recyclingbeton für öffentliche Projekte oder die Nachhaltigkeit dieses Baustoffs, zu diskutieren. Denkbar wäre, dass zusätzlich alle Vertreter der Hochbauämter eingeladen werden, welche an einem vorhergehenden Anlass teilgenommen haben. Zum Abschluss gibt es eine Fragerunde für das Publikum.

### **Bereiche der Ausstellung**

Im folgenden Grundriss der Schweizer Baumuster-Centrale werden die verschiedenen Bereiche während der Ausstellung aufgezeigt. Der Aufbau ist so gestaltet, dass die Besucher den Prozess des Recyclingbetons symbolisch durchlaufen. Die aktive Teilnahme am Baustoffkreislauf hilft dem Verständnis der einzelnen Schritte des Prozesses. Der Weg durch die Ausstellung startet bei den Abbruchmaterialien und endet mit der "Hall of Fame" von fertiggestellten Bauprojekten aus Recyclingbeton.



Abb. 1: Grundriss der Ausstellung (eigene Darstellung)

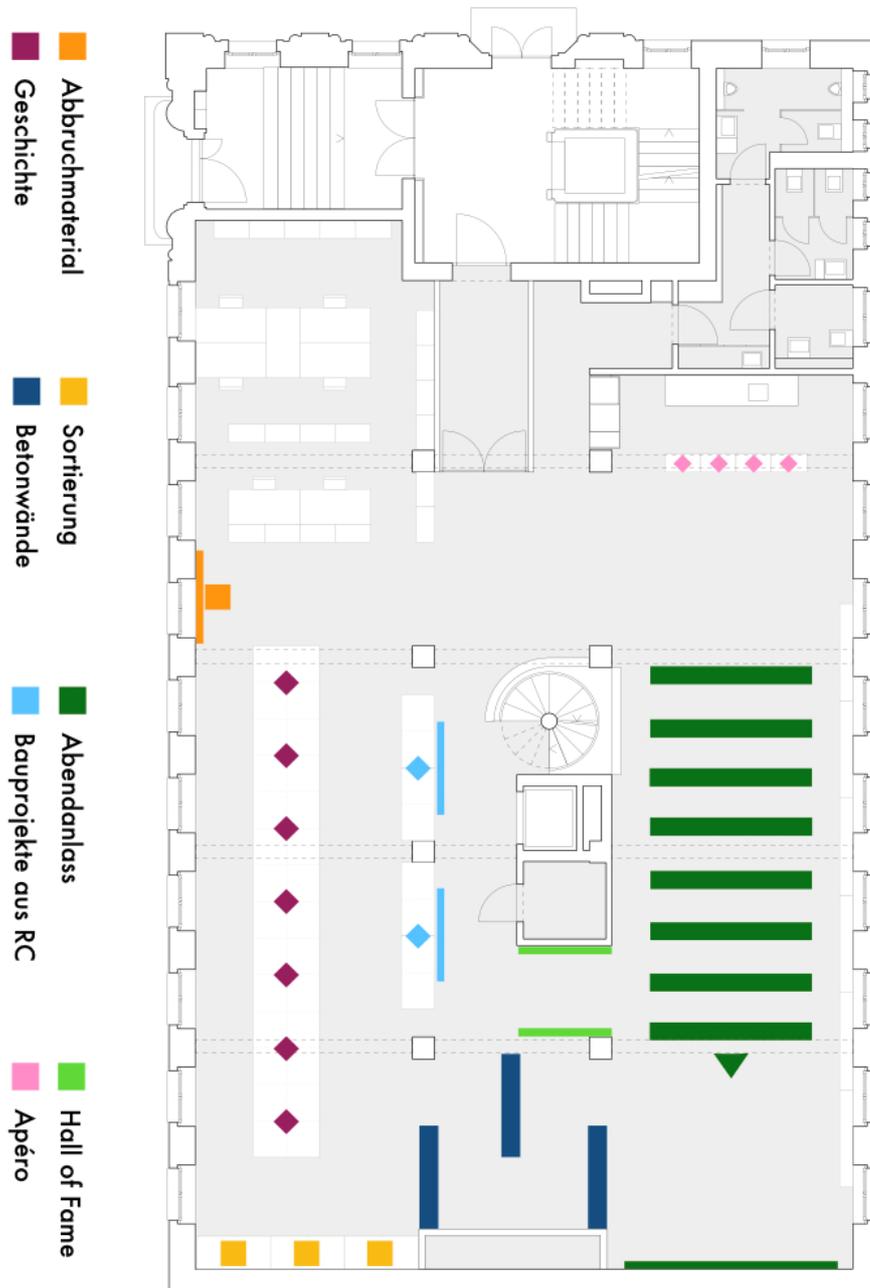


Abb. 2: Grundriss der Ausstellung bei einer Abendveranstaltung (eigene Darstellung)

Detaillierte Informationen zur Ausstellung befinden sich in der Konzeptmappe (Anhang A).

### Entstehende Kosten und Gewinne

Die grösste Herausforderung für die Umsetzung einer Ausstellung dieser Grösse ist die Finanzierung. Aus diesem Grund haben wir einen möglichst genauen Budgetplan erstellt (Tab. 2).

## Budgetierung Konzept

Budgetplan		CHF
<i>Raum</i>		<u>10'000</u>
▪ Raummiete mit Ausstattung		
<i>Events</i>		<u>16'600</u>
▪ Apéro		
▪ Fachreferate und Podiumsdiskussion		
▪ Fotograf		
<i>Einrichtung</i>		<u>16'285</u>
▪ Ausstellungsstücke		
▪ Auf- und Abbau		
<i>Grafik</i>		<u>17'580</u>
▪ Broschüren und Flyer		
▪ Design Ausstellungsstücke		
▪ Plakat für Präsentation		
<i>Druck</i>		<u>5'320</u>
▪ Broschüre und Flyer		
▪ Bilder Ausstellungsstücke		
▪ Plakat für Präsentation		
<i>Konzeption und Inhalt</i>		<u>5'320</u>
▪ Recherche und Ideenfindung		
▪ Konzept		
▪ Prototypentests		
▪ Präsentation		
<i>Transport</i>		<u>1'000</u>
▪ Transport Betonwände und Abbruchgranulat		
▪ Verpackung für Transportierung		
<b><i>Gesamt</i></b>		<b><u>72'105 CHF</u></b>

Tab. 2: Übersicht über unseren Budgetplan (eigene Darstellung)

Den Budgetplan wurde mit Hilfe von Stakeholdern, Internetquellen, Preislisten und eigenen Berechnungen zusammengestellt. Die ausführliche Version des Budgetplan befindet sich ebenfalls in der Konzeptmappe (siehe Anhang A).

## Nachhaltigkeit der Massnahme

Im Folgenden wird unsere Massnahme anhand von vier MONET-Indikatoren sowie einer Ökobilanz auf ihre Nachhaltigkeit beurteilt. Folgende Indikatoren wurden einbezogen, um unser Ziel, den vermehrten Einsatz von Recyclingbeton im Hochbau, auf seine Nachhaltigkeit zu beurteilen:

1. Bildung Nachhaltigkeit
2. Material-Fussabdruck
3. Materialintensität
4. Gütertransportintensität

Durch unsere Massnahme steigt der erste Indikator, also die Zahl der Personen, die auf Nachhaltigkeit sensibilisiert werden. Dadurch resultiert eine nachhaltigere Situation.

Beim zweiten Indikator kommen wir zum Schluss, dass der Rohstoffverbrauch abnimmt. Dabei gilt, dass der Fussabdruck umso kleiner wird, je grösser der Anteil an recyceltem Material und je kleiner der Zementanteil im Recyclingbeton ist.

Beim dritten Indikator wird die gleiche volkswirtschaftliche Leistung mit weniger Ressourcen erbracht, d.h. der Indikator verändert sich in eine nachhaltigere Richtung.

Wie sich der letzte Indikator, welcher die Transportleistung im Verhältnis zum BIP angibt, verändert, ist sehr situationsabhängig, weshalb zur Veränderung des Indikators keine abschliessende Aussage gemacht werden kann.

Insgesamt wird das Ziel unserer Massnahme, der erhöhte Einsatz von Recyclingbeton, vermutlich eine nachhaltigere Situation entstehen lassen. Dabei gilt es zu beachten, dass es sehr stark von den einzelnen Projekten abhängt, in wie grossem Masse dies der Fall sein wird. Auch durch die Ökobilanz kommt man zu keinem klaren Schluss über die Nachhaltigkeit von Recyclingbeton (siehe Anhang B).

## Massnahme in System

Wie unserem Ziel im Kapitel «Ausgangslage und Ziel» entnommen werden kann, ist unser System auf die Nachfrage nach Recyclingbeton im Hochbau ausgerichtet. Die Massnahme setzt bei der Akzeptanz der privaten Bauherren, dem Informationsstand der Architekten und Ingenieuren, sowie beim öffentlichen Bauherrn als Vorbild an.

Am stärksten ist die Beeinflussung der Nachfrage nach Recyclingbeton über die öffentliche Bauherrschaft, da diese ein grosses Bauvolumen und eine Vorbildfunktion hat. Ausserdem gibt es hier eine verstärkende Rückkopplung, wie in Abb. 4 zu sehen ist.

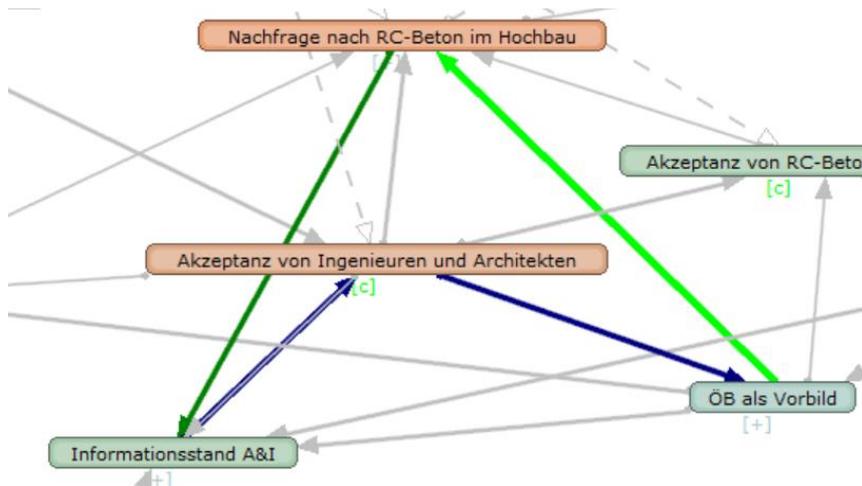


Abb. 3: Die sich verstärkende Rückbildung in unserem System (eigene Darstellung)

Da vermutlich auch einige interessierte Privatpersonen die grundsätzlich für alle offenstehende Ausstellung besuchen, hat diese auch einen direkten positiven Einfluss auf die Akzeptanz der privaten Bauherrschaft, was wiederum die Nachfrage nach Recyclingbeton erhöht. Ansonsten steigert sich die Akzeptanz der privaten Bauherrschaft sicher über die gesteigerte Akzeptanz der Ingenieure und Architekten (Abb. 5).

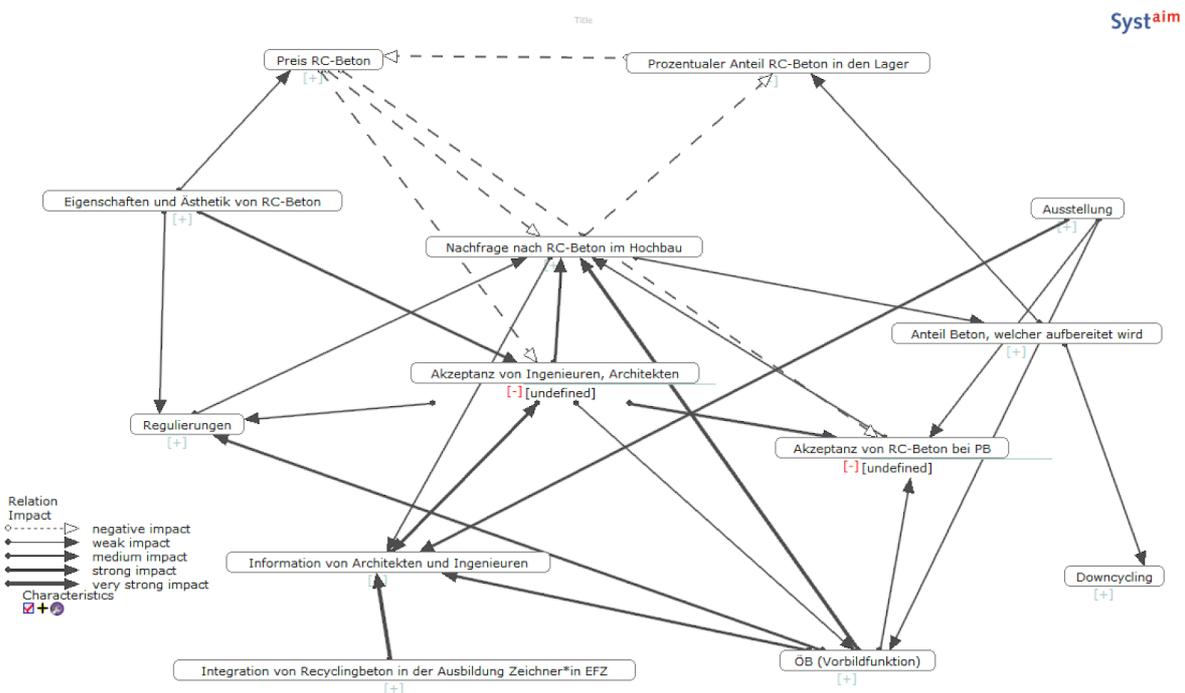


Abb. 4: Das Systemmodell, welches die gegenseitigen Einflüsse der Variablen zeigt (eigenen Darstellung)

Fraglich ist, wie langfristig die Ausstellung wirken wird, doch in Kombination mit der Massnahme «Unterrichtskonzept zur Sensibilisierung für Recyclingbeton», welche eine

längerfristige, aber indirekte Wirkung hat, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Nachfrage nach Recyclingbeton erhöhen wird (siehe Anhang C).

## Weiteres Vorgehen

Entscheidend für die Umsetzung der Massnahme sind wie schon im Kapitel “Darstellung der Massnahme” erwähnt Stakeholder, die mit finanziellen und materiellen Ressourcen unsere Massnahme ermöglichen würden.

Der Austausch mit Stakeholdern während dem Semester und am Markt der Massnahmen waren wichtig, um diese für die Umsetzung der momentan noch hypothetischen Ausstellung zu gewinnen. Im Falle einer Umsetzung müsste die bis jetzt nur theoretische Unterstützung und das konkrete Vorgehen vertraglich geregelt werden. Da Budgetpläne häufig nur einmal jährlich verabschiedet werden, ist es sinnvoll, Sponsorenbeiträge möglichst früh zu sichern. Des Weiteren müssten wir verschiedene Personen für die Fachreferate an den Abendveranstaltungen anfragen.

Da unsere Massnahme als Wanderausstellung konzipiert wurde, ist deren Umsetzung an diversen Standorten möglich. Für die konkrete Umsetzung müssen mögliche Ausstellungsräume angefragt werden. Bei der Umsetzung der Ausstellung kann auf individuelle Bedürfnisse eingegangen werden. Zum Beispiel besteht die Möglichkeit, einzelne Bereiche oder Exponate, welche im Konzept integriert sind, auszulassen oder neu zusammenzufügen.

Um die Ausstellung vollständig umzusetzen, wäre es auch notwendig, Architekturbüros anzufragen, ob sie bereits realisierte oder noch in Planung stehende Bauprojekte präsentieren würden, wodurch dann auch die Bekanntheit des Architektenbüros steigern würde.

Wenn die Ausstellung so wirklich durchgeführt würde, müsste zum Schluss noch unser in der Konzeptmappe festgehaltenes Werbekonzept umgesetzt werden, damit möglichst viele Besucher an die Ausstellung kommen.

## Fazit

«Recyclingbeton: belastbar - nachhaltig - ästhetisch», ist eine Massnahme, die auf kreative Art und Weise Wissen unterschiedlicher Berufsfelder zusammenträgt und vermittelt. Das übergeordnete Ziel, die Nachfrage nach Recyclingbeton zu erhöhen, wird dabei auf direktem und indirektem Weg angegangen.

Mit der Integration der Vertreter von kantonalen Hochbauämtern als Referenten und als Teilnehmer einer Podiumsdiskussion, werden die Besucher der Ausstellung dazu motiviert, sich mit der Thematik des Baustoffkreislaufs auseinanderzusetzen. Da unter anderem auch öffentliche Bauherren die Ausstellung besuchen werden und diese einen starken Einfluss auf die Nachfrage nach Recyclingbeton ausüben, kann die Ausstellung zumindest einen kurzfristigen, starken Einfluss haben.

Das Konzept der Ausstellung richtet sich jedoch primär an Architekten und Ingenieure. Sie besitzen zwar nur einen geringen direkten, dafür einen grossen indirekten Einfluss auf die Nachfrage nach Recyclingbeton, denn in der Planung von Bauprojekten beraten sie sowohl private als auch öffentliche Bauherren.

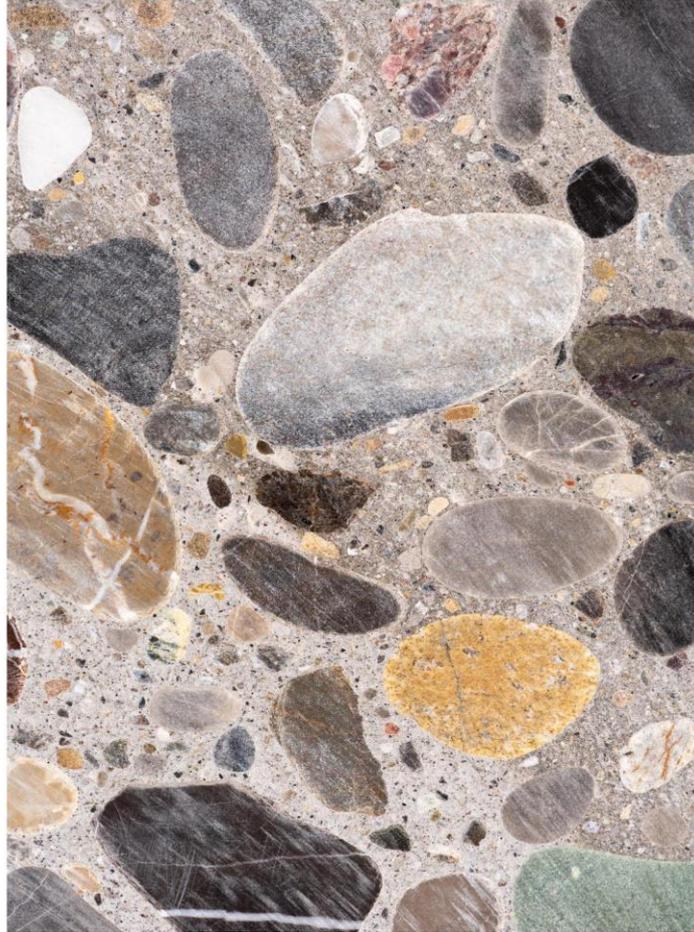
Das Problem, dass die Ausstellung eher kurzfristig wirkt, wird mit der zweiten Massnahme, dem «Unterrichtskonzept zur Sensibilisierung für Recyclingbeton» behoben, da diese eine langfristige Wirkung hat, wodurch sich die beiden Massnahmen gut ergänzen.

## Referenzen

- arv. (unbekannt). Über uns: Unsere Vision: Kreislaufwirtschaft als Fundament der Schweiz. Zugriff am 15.05. Abgerufen von <http://www.arv.ch/de/1024/Verband.htm#a-0>.
- Audergon, L. (2018a, 29.05.). Mail zur Finanzierung der Ausstellung [persönliche Mitteilung].
- Audergon, L. (2018b, 12.04.). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].
- Betonsuisse. (2017). 9.Schweizer Betonforum, Recyclingbeton- Die sinnvolle Alternative? Zugriff am 18.05. Abgerufen von <http://www.betonsuisse.ch/Events/Bisherige/9-Schweizer-Betonforum/>.
- Bundesamt für Statistik. (2017, 17.10.). MONET – Gütertransportintensität. Zugriff am 14.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen/produktion-konsum/materialintensitaet.html>.
- Bundesamt für Statistik. (2018a, 26.03.). MONET – Material-Fussabdruck. Zugriff am 14.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen/produktion-konsum/material-fussabdruck.html>.
- Bundesamt für Statistik. (2018b, 26.03.). MONET – Materialintensität. Zugriff am 23.05. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/nachhaltige-entwicklung/monet/alle-nach-themen/produktion-konsum/materialintensitaet.html>.
- Christen, D. (2018, 07.05.). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].
- Ebinger, C. (2018, 20.04.). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].
- Gauch, M., Matasci, C., Hincapié, I., Hörler, R., & Heinz, B. (2016). *Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz (Projekt MatCH)*. Abgerufen von:
- Kaufmann, A., Maier, A., Schweißler, M., Strini, L., & Wiklund, K. (2017). *Teilanalyse Stoffflussanalyse und Ökobilanz Gruppe 2*. Abgerufen von:
- Knoeri, C., Binder, C. R., & Althaus, H.-J. (2011). *Decisions on recycling: Construction stakeholders' decisions regarding recycled mineral construction materials*. Abgerufen von:
- Knoeri, C., Sanyé-Mengual, E., & Althaus, H.-J. (2013). *Comparative LCA of recycled and conventional concrete for structural applications*. Abgerufen von:
- Moser, K., Bertschinger, H., Hugener, M., Kramer, H., Richner, P., & Richter, K. (2004). Baustoffmanagement 21.
- Van der Haegen, P. (2018, 9.5.). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].
- Witry, M. (2018, 09.05.2018). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].

## Anhang

### Anhang A – Konzeptmappe



## Recyclingbeton

belastbar - nachhaltig - ästhetisch

KONZEPT

Saskia Aeschbach, Daniel Andersen, Fabiana Chiriatti, Emanuel Kissling, Annina  
Maier, Tina Sidler | Umweltproblemlösen | FS 18

## Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	<b>Kontext</b>	4
2.1	Potential	4
2.2	Nachfrage nach RC-Beton	4
2.3	Schlüsselakteure im System	5
3	<b>Ausstellung</b>	6
3.1	Aufbau	6
3.2	Räumlichkeit	7
3.3	Werbemittel	7
4	<b>Inhalt</b>	8
4.1	Eröffnungsveranstaltung	8
4.2	Themenabend	8
4.3	Schlussveranstaltung	8
4.4	Bereiche der Ausstellung	10
4.4.1	Einleitung	10
1	Abbruchmaterial	13
2	Geschichte	15
3	Rückbauprinzip	17
4	Betonwände	19
5	Film	21
6	Bauprojekte aus Recyclingbeton	23
7	Hall of Fame	25
4.5	Broschüre	27

Umweltproblemlösen II	Konzept Ausstellung	FS 18
<b>5</b>	<b>Finanzen und Material</b>	27
5.1	Budgetierung	27
5.2	Inventarliste	29
<b>6</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	34
6.1	Abbildungen	34
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	36

## 1 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Ausstellung besteht darin, das Image des Recyclingbetons zu verbessern. Eingeladen sind alle Personen, die sich für nachhaltiges Bauen interessieren. Die Ausstellung orientiert sich primär an den Interessen der Berufsgruppe der Architekten und sekundär an den Ingenieuren, sowie den öffentlichen Bauherren.

Das Konzept dieser Ausstellung richtet sich nach dem Bausstoffkreislauf des Recyclingbetons. In verschiedenen Bereichen der Ausstellung werden Aspekte der Eigenschaften, der Ästhetik, sowie der Nachhaltigkeit von Recyclingbeton aufgegriffen und thematisiert. Die Ausstellung widerlegt das Vorurteil der Minderwertigkeit und der eingeschränkten Umsetzung von Recyclingbeton (Audergon, 2018). Architekten werden von Bauprojekten aus Recyclingbeton inspiriert, welche die vielfältigen Anwendungsbereiche des Baustoffs unterstreichen (Christen, 2018). Kantonale Bauämter, prominente Architekten und Ingenieure, sowie Vertreter der Baubranche und der Forschung wohnen der Ausstellung bei.

## 2 Kontext

### 2.1 Potential

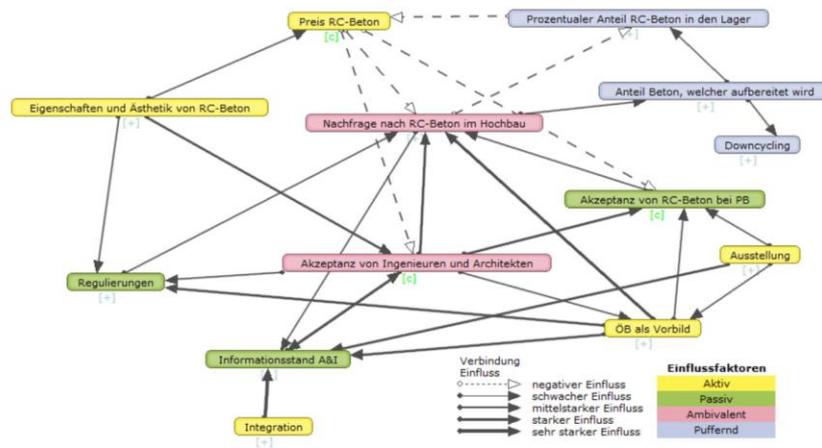
In der Schweiz ergeben sich jährlich mehr als 7,5 Mio. Tonnen Bauabfälle, wovon circa 30 Prozent in der Deponie landen. Mit den heutigen Rückbaumethoden und Aufbereitungsanlagen gelingt es, einen Grossteil der Bauabfälle für den Hochbau in Form von recyceltem Granulat zurückzugewinnen (Kaufmann, Maier, Schweiwiller, Strini, & Wiklund, 2017). Die Verwendung dieser Granulate schont den Primärrohstoff Kies und Sand, sowie die Deponie- und Lagerkapazitäten.

Es ist also möglich, den grössten Abfallfluss der Schweiz in einen Stoffkreislauf umzuwandeln. Eine konstante Nachfrage nach Recyclingbeton (RC-Beton) ist unerlässlich, um dieses Vorhaben umzusetzen.

### 2.2 Nachfrage nach RC-Beton

In der folgenden Grafik werden Akteure und einflussreiche Faktoren, welche im Zusammenhang mit Baurealisierungen stehen, in einem Wirkungsgefüge vereinfacht dargestellt. Die Grafik zeigt, dass die Nachfrage nach RC-Beton von fünf verschiedenen Faktoren abhängt.

- Preis von RC-Beton
- Regulierungen
- Akzeptanz des privaten Bauherrn (PB)
- Akzeptanz der Ingenieure und Architekten
- Der öffentliche Bauherr (ÖB) als Vorbild



Gerade die Akzeptanz der Ingenieure, Architekten und des öffentlichen Bauherrn, schenken wir besondere Aufmerksamkeit. Der öffentliche Bauherr verarbeitet die grösste Menge an Bauvolumen in der Schweiz. Die Richtlinien des Bundes überlassen ihm die Entscheidung, über die Verwendung von Materialien für die öffentlichen Bauprojekte. Selten wird die Materialwahl seinerseits konkretisiert. Dies folgt aus der rechtlichen Teilanalyse im Fach Umweltproblemlösen der ETH Zürich. Da die Architekten und die Ingenieure den öffentlichen Bauherrn bei der Materialwahl beraten und beeinflussen tragen sie viel zur Entscheidung, mit welchen Materialien gearbeitet wird, bei.

### 2.3 Schlüsselakteure im System

Die Architekten und Ingenieure sind die zentralen Akteure innerhalb unseres Systems. Indem sie die Bauprojekte des öffentlichen und privaten Bauherrn konkretisieren, entscheiden sie indirekt, welche Materialien verbaut werden. RC-Beton, ein relativ unbekanntes Material, kämpft bei den Architekten und Ingenieuren mit Vorurteilen betreffend der Ästhetik und den technischen Eigenschaften gegenüber Primärbeton. Dank intensiver Forschung auf diesem Gebiet, hat sich der RC-Beton, betreffend der Eigenschaften, in den letzten Jahren

stark weiterentwickelt. Das Material bietet ein enormes Potential. In jeglicher Hinsicht ist die Qualität mit jener von Primärbeton vergleichbar.

### 3 Ausstellung

#### 3.1 AUFBAU

Die auf drei Monate begrenzte Ausstellung lehnt sich an das Konzept der Schweizer Baumuster-Centrale. Das Konzept wurde anhand einer Durchführung in der Schweizer Baumuster-Centrale in Zürich erstellt, wobei man dieselbe Ausstellung an einem anderen Standort, auch in einem anderen Kanton, durchführen kann.

Ein Film über den Produktionsprozess von RC-Beton, RC-Beton von der Vergangenheit bis in die Gegenwart, Beton-Musterwände zum Anfassen und vieles mehr lassen die Besucher der Ausstellung den Baustoff Recyclingbeton erleben und begreifen.

Die Ausstellung startet mit einer Eröffnungsveranstaltung. Im Rahmen dieser Veranstaltung werden Akteure der Baubranche wie beispielsweise Kantonsbaumeister, Architekten, Ingenieure und Baufirmen Fachreferate halten um ihre Sichtweisen und ihre Erfahrungen mit Recyclingbeton zu präsentieren. Zu Beginn jedes Monats wird ein Themenabend stattfinden, wobei wiederum Fachreferate von lokalen Akteuren der Baubranche aus anderen Kantonen gehalten werden. Für die Abschlussveranstaltung ist eine Podiumsdiskussion vorgesehen, wobei Kantonsbaumeister, welche an den Themenabenden und dem Eröffnungsanlass referierten, zusammen mit einem Vertreter des arv und der EMPA diskutieren.

### 3.2 RÄUMLICHKEIT

Der Grundriss der Schweizer Baumuster-Centrale beinhaltet alle Bereiche der Ausstellung, welche je nach Bedürfnis und Räumlichkeit neu zusammengestellt oder weggelassen werden können. Er befindet sich im Kapitel 4.4.1 auf der Seite 11. Die Inventarliste im Kapitel 5.2 beinhaltet alle Exponate, welche je nach verfügbarem Platz ausgestellt werden können.

### 3.3 WERBEMITTEL

Um unsere Ausstellung an ein möglichst breites Publikum zu bringen und um die totale Anzahl an Besucher zu erhöhen, bedienen wir uns hauptsächlich an drei Methoden der Werbung.

#### **Flyer**

Der Flyer enthält alle relevanten Informationen zu den verschiedenen Veranstaltungen und fasst den grundlegenden Gedanken der Ausstellung kurz zusammen. Der Flyer wird mit Nahaufnahmen von verschiedenen Recyclingbetonen versehen, sodass deren Strukturen klar zur Geltung kommen. Dies soll die Aufmerksamkeit und das Interesse der Architekten wecken, sodass sie die Ausstellung besuchen. Diese Art der Werbung können wir gezielt auf unsere Zielgruppe anpassen und direkt an Architekten, Ingenieuren oder kantonalen Bauämtern zukommen lassen. Der Flyer wird zusätzlich am Eingang des jeweiligen Ausstellungsorts ausgelegt. Ein Prototyp des Flyers ist im Anhang angefügt.

#### **Celebrity Marketing**

Die Hauptwerbung erfolgt durch eingeladene Persönlichkeiten, beispielsweise durch bekannte Architekten wie David Chipperfield und die jeweiligen Kantonsbaumeister der Kantone, welche ihre Bauprojekte in der Ausstellung präsentieren. Diese Persönlichkeiten werden durch Fachreferate und ihrer Teilnahme an einer Podiumsdiskussion ins Konzept der Ausstellung integriert. Die eingeladenen Referenten werden so ausgewählt, dass Vertreter möglichst

vieler verschiedener Branchen gesichert sind. Somit wird RC-Beton von jeder möglichen Perspektive beleuchtet.

## 4 Inhalt

### 4.1 ERÖFFNUNGSVERANSTALTUNG

Dieser Abendevent markiert die Eröffnung der Ausstellung. Der Anlass beginnt mit einem Film über die Gewinnung und der Aufbereitung von Recyclingbeton. Anhand dieses Films werden die Besucher der Ausstellung in die Thematik der Ausstellung eingeführt. Anschliessend erhalten drei eingeladene Experten die Möglichkeit, über ihre spezifischen Erfahrungen mit RC-Beton zu berichten. Die verschiedenen Akteure bieten individuelle Sichtweisen auf dieses Thema. Für die Referate sind Architekten, Ingenieure, Kantonsbaumeister, Vertreter von Baufirmen und der Forschung gut denkbar. Diese Veranstaltung wird mit einem Apéro abgerundet.

### 4.2 THEMENABEND

Für jeweils einen Monat wird einem Kanton innerhalb der Ausstellung spezielle Aufmerksamkeit geschenkt, indem Bauprojekte dieses Kantons in einem bestimmten Bereich der Ausstellung ausgestellt werden. Im Rahmen dieser Veranstaltung finden Fachreferate von lokalen Architekten, Ingenieuren und des Kantonsbaumeisters des jeweiligen Kantons statt.

### 4.3 SCHLUSSVERANSTALTUNG

Zum Ausklang der Ausstellung findet eine Podiumsdiskussion statt. Eingeladene Experten der Baubranche und Vertreter der Forschung erhalten die Chance miteinander über das Thema Recyclingbeton zu diskutieren. Denkbar wäre, dass man zusätzlich alle Vertreter der Hochbauämter einlädt, welche an einem vorhergehenden Anlass teilgenommen haben. Mögliche Themen der Podiumsdiskussion wären beispielsweise die Nutzung von RC-Beton für öffentliche Projekte oder die Nachhaltigkeit dieses Baustoffs. Ebenfalls kann im

Rahmen der Podiumsdiskussion auf konkrete Fragen der Besucher eingegangen werden.

In der folgenden Tabelle werden Personen aufgelistet, die für Fachreferate im Verlaufe der gesamten Ausstellung denkbar wären.

<b>Akteur</b>	<b>Unternehmen</b>	<b>Person</b>
Bauunternehmen	Eberhard	Patric van der Haegen
Forschung	EMPA	Cathleen Hoffmann
Kanton	Baudirektion Amt für Hochbauten Kanton Zürich, Kanton Luzern, Kanton Basel	Dr. Matthias Haag, Hans-Urs Baumann, Beat Aeberhard,
Architekt	David Chipperfield Architects, Boltshauser Architekten, Florian Felder Architekten, SSA Architekten AG	David Chipperfield, Roger Boltshauser, Florian Felder, Peter Steinmann
Ingenieur	Berner Fachhochschule BFH, Basler & Hofmann Innerschweiz AG, Jauslin Stebler AG	Stephan Wüthrich, Thomas Kaufmann, Patrick Kiener

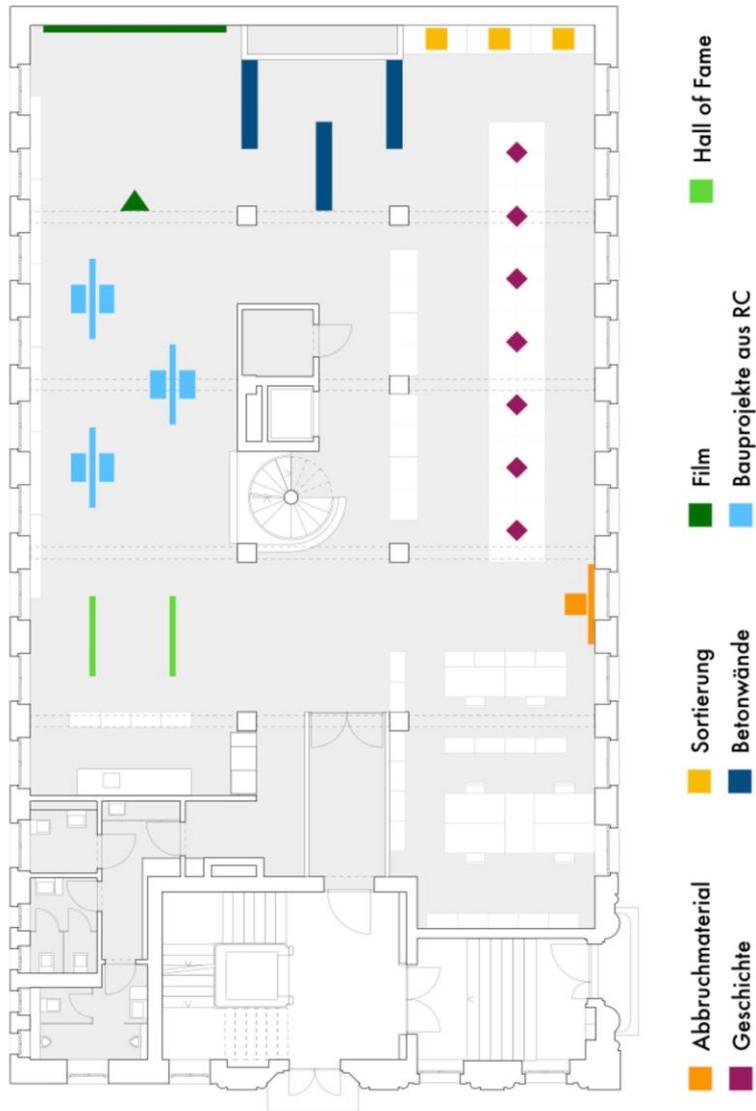
Weiter denkbar wäre der Geschäftsführer des arv Baustoffrecycling Schweiz, Laurent Audergon. Er dient als Bindeglied zwischen den verschiedenen Akteuren, um mit seinem breiten Wissen die Referate und die Podiumsdiskussion abzurunden.

#### 4.4 BEREICHE DER AUSSTELLUNG

##### 4.4.1 Einleitung

Im folgenden Grundriss der Schweizer Baumuster-Centrale werden die verschiedenen Bereiche der Ausstellung aufgezeigt. Der Aufbau ist so gestaltet, dass die Besucher den Prozess des RC- Betons symbolisch durchlaufen. Die aktive Teilnahme am Baustoffkreislauf hilft für das Verständnis der einzelnen Schritte im Prozess. Der Weg durch die Ausstellung startet bei den Abbruchmaterialien und endet mit der Hall of Fame von fertiggestellten Projekten aus RC-Beton.

Grundriss mit Bereichen der Ausstellung:



Grundriss mit Bereichen der Ausstellung bei Abendanlass:



1 Abbruchmaterial

**Inhalt:**

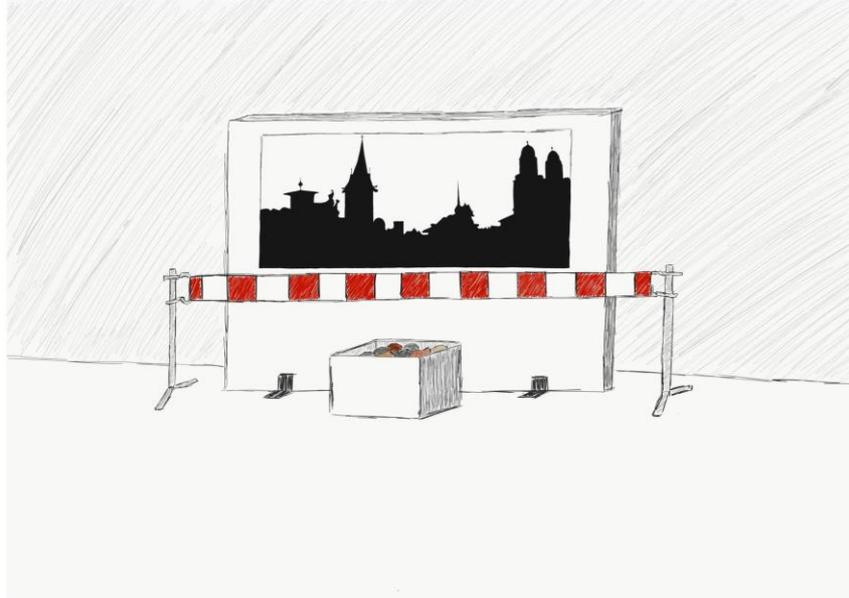
Der Rundgang der Ausstellung beginnt mit einem Schotterhaufen von Betonbruchstücken aus dem Rückbau eines Gebäudes. Der Besucher wird animiert, ein Exemplar zu wählen, welches er auf die Reise durch die Ausstellung mitnimmt.

**Aufbau:**

Die Betonbruchstücke liegen vor einer Leinwand mit der Skyline einer Stadt des Kantons, welcher für den Monat im Fokus steht. Der Posten wird wie eine Baustelle dargestellt und von Absperrbändern und Baustellenschildern umrahmt.

**Ziel:**

Die Stadt als Hintergrund zeigt die Herkunft des RC-Betons auf. Mit der Skyline einer Schweizer Stadt wird unterstrichen, dass es sich dabei um einen lokalen Baustoff handelt. Indem der Besucher ein Abbruchstück mit sich nimmt, soll ihm bewusst werden, woraus Recyclingbeton entsteht.



**Benötigtes Material:**

- Absperrbänder/-bretter
- Baustellenschild
- Betonabbruchstücke (ca. 1m<sup>3</sup>)
- Plastikplane als Untergrund

## 2 Geschichte

### **Inhalt:**

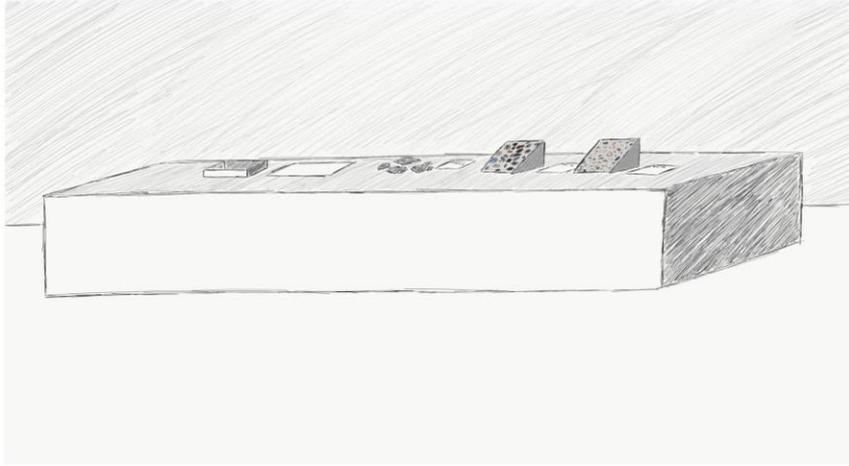
In diesem Bereich laufen die Besucher der Geschichte des Recyclingbetons entlang, welcher verschiedene Elemente und Aspekte der Entwicklungsgeschichte des Baustoffs von früher bis heute aufweist. Hier wird den Besuchern der Ausstellung gezeigt, wie und aus welchen Betone Hochbauten früher gebaut wurden und wie sie am Ende ihres Lebenszyklus abgerissen wurden. Ebenfalls erfahren sie von den modernsten Aufbereitungsmethoden und Aufbereitungsanlagen für RC-Beton, sowie von gegenwärtigen Rückbautechniken. Ergänzt wird dieser Bereich durch aktuelle und historische Exemplare diverser Betonsorten.

### **Aufbau:**

Die Exponate werden auf einer Auflagefläche chronologisch ausgelegt. Neben den Ausstellungsstücken sind jeweils auch Steckbriefe zum gezeigten Objekt vorhanden, damit sich der Besucher in der Zeit und Technik orientieren kann.

### **Ziel:**

Das Ziel dieses Bereiches ist, dem Besucher das immense Potential des Recyclingbetons näher zu bringen und ihm zu zeigen, welcher Weg schon bestritten wurde, um diesen Baustoff auszubauen und zu verbessern. Weiter fokussiert sich der Bereich auf den Zusammenhang zwischen dem Rückbau eines Gebäudes und dem Material, das daraus aufbereitet werden kann.



**Benötigtes Material:**

- Bilder und Modelle als Exponate
- Auflageflächen

### 3 Rückbauprinzip

**Inhalt:**

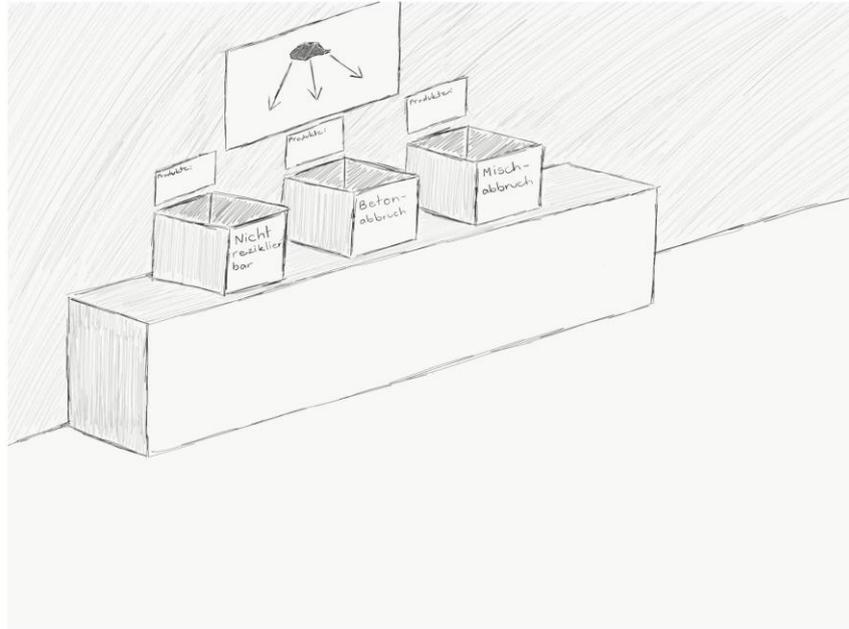
In einem bestimmten Bereich der Ausstellung befindet sich drei Minimulden mit beschrifteten Öffnungen, in welcher je eine spezifische Art von Beton zu trennen ist.

**Aufbau:**

Jede Öffnung des Recyclingsystems dient der Trennung von den Abbruchstücken aus Mischabbruch, Betonabbruch und nicht recycelbaren Abbruchstücken. Zudem weisen Plakate den Besucher darauf hin, welche Produkte aus den eingeworfenen Abbruchstücke entstehen.

**Ziel:**

Der Besucher wird aufgefordert sich Gedanken zur Trennung seines Betonstückes zu machen. Der Bereich stellt den geordneten Rückbau im Mehrmuldenprinzip dar und ist die direkte Umsetzung dessen, worüber im vorangehenden Bereich informiert wird. Den Beschriftungen ist zu entnehmen, dass aus unterschiedlichen Abbruchstücken auch unterschiedliche Produkte entstehen, die in ihren Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten variieren. Die Aussage dieses Postens ist, dass die RC-Beton ein wandelbarer Baustoff mit vielen Einsatzmöglichkeiten ist.



**Benötigtes Material:**

- Modelle von Mulden
- Beschriftungen in Form von Plakaten

#### 4 Betonwände

**Inhalt:**

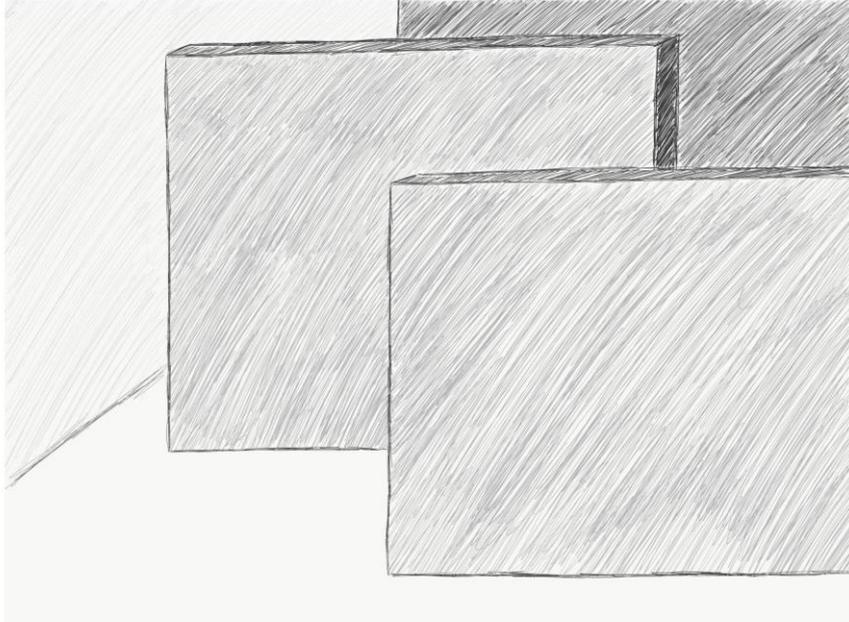
In diesem Abschnitt passiert der Besucher drei aufeinanderfolgende Sichtbetonwände. Sie bestehen jeweils aus Misch- und Betongranulate, sowie aus Primärkies und sind auf der Vorderseite nicht im Material unterscheidbar. Erst wenn der Besucher die Rückseite der Wände betrachtet, wird anhand der angeschliffenen Stellen im Sichtbeton das tatsächlich verwendete Material im Innenleben ersichtlich. Zusätzlich finden sich neben den angeschliffenen Stellen ergänzende Fakten zum jeweiligen Material.

**Aufbau:**

Die drei Wände sind jeweils circa 0.4 x 2.0 Meter gross und werden versetzt zueinander angeordnet. Der Besucher trifft folglich zuerst auf die Vorderseite aus Sichtbeton und erkennt erst nach dem Passieren der Wand die angeschliffenen Stellen auf der Rückseite.

**Ziel:**

In diesem Bereich gehen wir bewusst auf das Vorurteil ein, dass Recyclingbeton gegenüber dem Primärbeton ästhetisch unterlegen ist. Mit dem direkten Vergleich wird dem Besucher bewusst, dass die Sichtbetone optisch nicht zu unterscheiden sind, egal aus welchem Granulat sie hergestellt werden. Zudem ist das Innenleben von RC-Beton spannend zu betrachten und dient dem Besucher als mögliche Inspirationsquelle, selbst Recyclingbeton zu verwenden.



**Benötigtes Material:**

- Drei angeschliffene Musterwände aus:
  - RC-C Granulat
  - RC-M Granulat
  - Primärkies

5 Film

**Inhalt:**

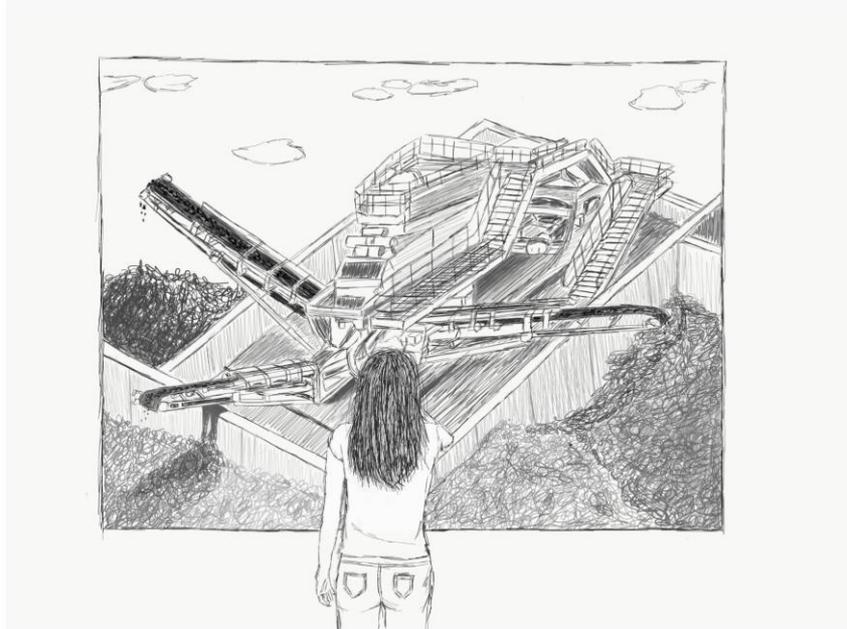
Die Kamera verfolgt im Rahmen dieses Filmes den gesamten Herstellungsprozess von Recyclingbeton. Der Film beginnt beim Rückbau eines Gebäudes und der Sortierung der Abbruchmaterialien vor Ort. Als nächstes wird der Transport von der Baustelle zur Aufbereitungsanlage, die unterschiedlichen Aufbereitungsstufen und schliesslich den Rücktransport zu einer Baustelle dargestellt. Die Konstruktion eines Neubaus mit Recyclingbeton bildet die letzte Sequenz des Films.

**Aufbau:**

Der Film wird mittels Beamer auf eine weisse Wand projiziert und die Besucher können den Film somit von verschiedenen Standorten betrachten. Der Film wird geloopt sein, sodass die Besucher jederzeit Sequenzen des Films mitverfolgen können, ohne ihn aktiv einschalten zu müssen. Die bewegten Bilder des Filmes bringen Lebendigkeit in der Ausstellung.

**Ziel:**

Architekten wissen im Allgemeinen nicht wirklich, wie Recyclingbeton hergestellt wird und wie der gesamte Herstellungsprozess von Anfang bis zum Schluss aussieht. In Form eines Films wollen wir den Architekten und den sonstigen Besuchern der Ausstellung den Herstellungsprozess von Recyclingbeton näherbringen. Dieser Film spielt eine Aufklärungsfunktion in der Ausstellung. Die Szenen sind Ausschnitte wirklicher Arbeitsschritte und bringen die Realität direkt in die Ausstellung. Ziel des Filmes ist es, den Betrachtern in wenigen Minuten zu zeigen, dass Recyclingbeton kein minderwertiger Baustoff ist, sondern, dass viele Schritte erforderlich sind bis dieser Baustoff die Qualität erreicht um wettbewerbsfähig auf den Markt aufzutreten.



**Benötigtes Material:**

- Beamer
- Leinwand oder leere weisse Wand

## 6 Bauprojekte aus Recyclingbeton

### **Inhalt:**

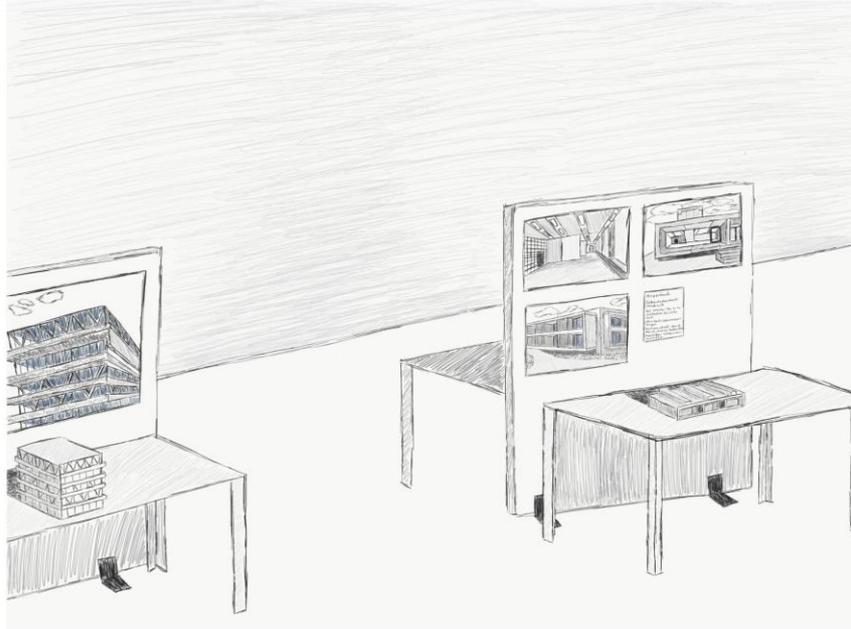
In diesem Bereich der Ausstellung werden diverse, grosse Fotografien von ästhetischen oder imposanten Bauwerken aus Recyclingbeton präsentiert.

### **Aufbau:**

Es werden jeweils auf Stellwänden Fotografien von Bauprojekten aus RC-Beton aufgehängt. Kurze Steckbriefe ergänzen diese Fotografien mit diversen Informationen zum ausgestellten Gebäude. Für jedes ausgestellte Projekt, befindet sich vor der Stellwand eine Auflagefläche, um das Architekturmodell darauf platzieren zu können.

### **Ziel:**

Die Fotografien und Modelle der bereits realisierten und zukünftigen Projekte, demonstrieren eindrücklich die Möglichkeiten der Recyclingbetone in der Konstruktion und Gestaltung von Gebäuden. Ziel dieses Bereichs unserer Ausstellung ist, dass die Architekten den Wert des Recyclingbetons erkennen und ihn als unglaublich vielfältigen Baustoff wahrnehmen. Die detaillierten Fotografien unterstreichen besonders den Aspekt der Ästhetik von RC-Betonen. Als Anlaufstelle für weitere Auskünfte, werden die Architekten, Ingenieure und Bauherren der Projekte namentlich erwähnt.



**Benötigtes Material:**

- Drei doppelseitige Stellwände
- Sechs Tische
- Sechs Bauprojekte mit Fotografien und Modellen

7 Hall of Fame

**Inhalt:**

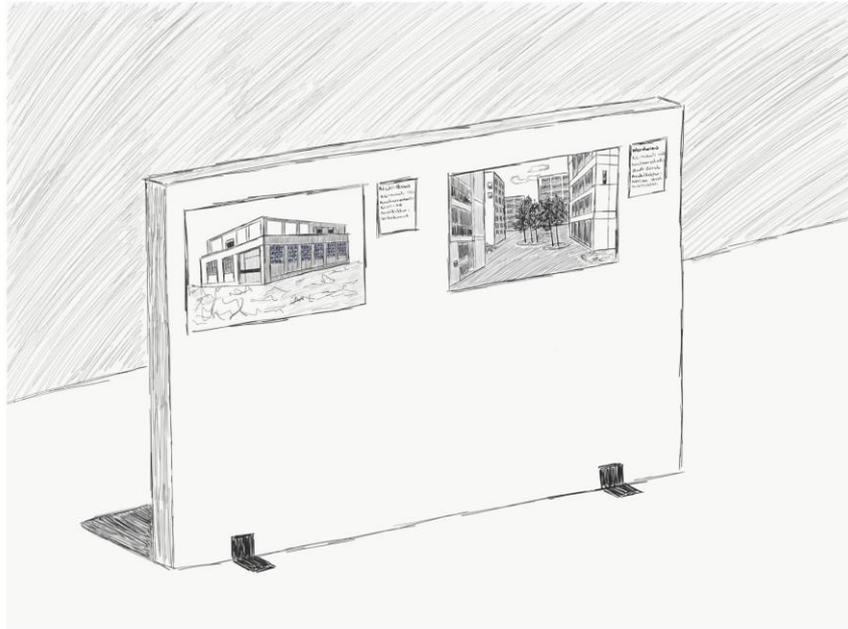
In der Hall of Fame werden Architekten prämiert, die bei ihren Projekten einen hohen Anteil an Recyclingbeton verwendet haben. Dieser Bereich der Ausstellung wächst, je mehr Bauprojekte mit einem hohen Anteil an Recyclingbeton realisiert werden.

**Aufbau:**

Dieser Bereich der Ausstellung ist ähnlich aufgebaut, wie der vorangehende. Es werden jeweils Fotografien von Gebäuden aus Recyclingbeton mitdazugehörigen Steckbriefe auf alle Stellwände ausgestellt. Der Blickfang der Steckbriefe ist die Zahl, des prozentualen Anteils an Recyclingmaterialien, die für das Gebäude verwendet wurde. Weiter folgt das zuständige Architektur- und Ingenieurbüro, der Bauherr und weitere Informationen, wie der Preis und die Bauzeit.

**Ziel:**

Den Architekten wird vor Augen geführt, dass stabile und ästhetische Gebäude mit einem hohen Anteil an Recyclingmaterial existieren und, dass deren Konstruktion und Aufrechterhaltung möglich ist. Die dominante Zahl im Steckbrief ist ausschlaggebend, welche Projekte einen Platz in der Hall of Fame erlangen. Der Besucher soll zur Realisierung eines Projektes motiviert werden, welches einen noch höheren Anteil an Recyclingbeton aufweist, als die Bauprojekte die in der Hall of Fame ausgestellt sind.



**Benötigtes Material:**

- Zwei doppelseitige Stellwände
- Fotografien und Steckbriefe von Bauprojekten aus Recyclingbeton

#### 4.5 BROSCHÜRE

Für die Besucher der Ausstellung wird eine begleitende Broschüre entworfen und jeweils am Eingang der Ausstellung ausgelegt. Diese Broschüre wurde von uns noch nicht vollständig fertiggestellt, wäre jedoch ein wichtiges, ergänzendes Element unserer Ausstellung. Innerhalb dieser Broschüre wären die wichtigsten Informationen zu den einzelnen Bereichen unserer Ausstellung kurz zusammengefasst und für die Besucher auf eine spannende und erzählerische Art festgehalten. Diese Broschüre würde zudem diverse Hintergrundinformationen zu Recyclingbeton aufzeigen und auf spezifische Themen wie die Nachhaltigkeit, Ästhetik und Eigenschaften von RC-Beton eingehen. Zusätzlich sind in der Broschüre spannende und packende Fakten eingeflochten, welche das Interesse der Besucher zusätzlich steigern soll.

## 5 Finanzen und Material

### 5.1 BUDGETIERUNG

Der Budgetplan haben wir mithilfe der Erfahrungen von Stakeholdern, dem Internet, Preislisten und eigenen Berechnungen zusammengestellt. Diese Auflistung stellt die zusammengefasste und nicht aufgeteilte Version der vollständigen und detaillierten Tabelle im Anhang dar.

*Raum* *10'000 CHF*

---

- Raummiete mit Ausstattung

*Events* *16'600 CHF*

---

- Apéro
- Fachreferate und Podiumsdiskussion
- Fotograf

Umweltproblemlösen II      Konzept Ausstellung      FS 18

*Einrichtung* *16'285 CHF*

---

- Ausstellungsstücke
- Auf- und Abbau

*Grafik* *17'580 CHF*

---

- Broschüren und Flyer
- Design Ausstellungsstücke
- Plakat für Präsentation

*Druck* *5'320 CHF*

---

- Broschüre und Flyer
- Bilder Ausstellungsstücke
- Plakat für Präsentation

*Konzeption und Inhalt* *5'320 CHF*

---

- Recherche und Ideenfindung
- Konzept
- Prototypentests
- Präsentation

*Transport* *1'000 CHF*

---

- Transport Betonwände und Abbruchgranulat
- Verpackung für Transportierung

***Gesamt*** ***72'105 CHF***

---

Für unser Projekt haben wir einen Hauptsponsor gefunden, welcher sich bereiterklärt hat, unsere Ausstellung zu unterstützen.

In Kombination mit unseren Sponsoren, wäre unsere Ausstellung finanziell gedeckt. Die Sponsoren umfassen mehrere Unternehmen, welche einer

SEITE 28

Zusammenarbeit zugestimmt und zum Teil Ihre Offerte mündlich mitgeteilt haben. Alle Angaben bezüglich der Sponsoren stammen aus deren Erfahrung und Mitteilungen. Die Kosten wären durch die Sponsoren gedeckt.

Ein Teil der Kosten beziehen sich auf die Kosten, welche auf die Architekten zukommen würden, wenn diese in unserer Ausstellung ihre Gebäude präsentieren wollen. Dieser Betrag kann unter Umständen von unseren Angaben abweichen, da viele Faktoren, wie zum Beispiel die Druckerei oder die Auflösung, den Preis variieren lassen.

## 5.2 INVENTARLISTE

Unsere Inventarliste wird durch Fotografien der Exponate ergänzt, die in unserer Ausstellung vorkommen. Interessenten unserer Ausstellung können anhand unseres Inventars entscheiden, ob sie allfällige Elemente unserer Ausstellung weglassen möchten. Das nachfolgende Inventar wird in die verschiedenen Bereiche der Ausstellung gegliedert.

<b>Bereich: Abbruchmaterial</b>	
<p><b>Bild von Stadt Zürich</b></p>  <p>Abbildung 1</p>	<p><b>Bild Stadt Luzern</b></p>  <p>Abbildung 2</p>
<p><b>Bild Stadt Basel</b></p>  <p>Abbildung 3</p>	<p><b>Betonabbruch Stücke</b></p>  <p>Abbildung 4</p>
<p><b>Absperrschranke</b></p>  <p>Abbildung 5</p>	<p><b>Mischabbruch Stücke</b></p>  <p>Abbildung 6</p>

<p><b>Baustellenschild</b></p>  <p>Abbildung 7</p>	<p><b>Metall-Behälter für Abbruchmaterial</b></p>  <p>Abbildung 8</p>
---	---

<b>Bereich: Geschichte</b>	
<p><b>Modell einer Aufbereitungsanlage</b></p>  <p>Abbildung 9</p>	<p><b>Modell einer Aufbereitungsanlage</b></p>  <p>Abbildung 10</p>
<p><b>Bild einer Aufbereitungsanlage</b></p>  <p>Abbildung 11</p>	<p><b>Bild eines Baggers</b></p>  <p>Abbildung 12</p>
<p><b>RC-M Beton Musterwürfel</b></p>  <p>Abbildung 13</p>	<p><b>RC-C Beton Musterwürfel</b></p>  <p>Abbildung 14</p>

<b>Bereich: Rückbauprinzip</b>	
<p><b>Drei „Mini-Mulden“</b></p>  <p>Abbildung 13</p>	

<b>Bereich: Betonwände</b>	
<p><b>Portable Betonwände</b></p>  <p>Abbildung 14</p>	

<b>Bereich: Bauprojekte aus Recyclingbeton und Hall of Fame</b>	
<p><b>Stellwände</b></p>  <p>Abbildung 15</p>	<p><b>Tische</b></p>  <p>Abbildung 16</p>

## 6 Quellenverzeichnis

- Audergon, L. (2018, 12.04.). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].  
Christen, D. (2018, 07.05.). Stakeholdertreffen [persönliche Mitteilung].  
Kaufmann, A., Maier, A., Schweiwiller, M., Strini, L., & Wiklund, K. (2017).  
*Teilanalyse Stoffflussanalyse und Ökobilanz Gruppe 2*. Abgerufen von:

### 6.1 ABBILDUNGEN

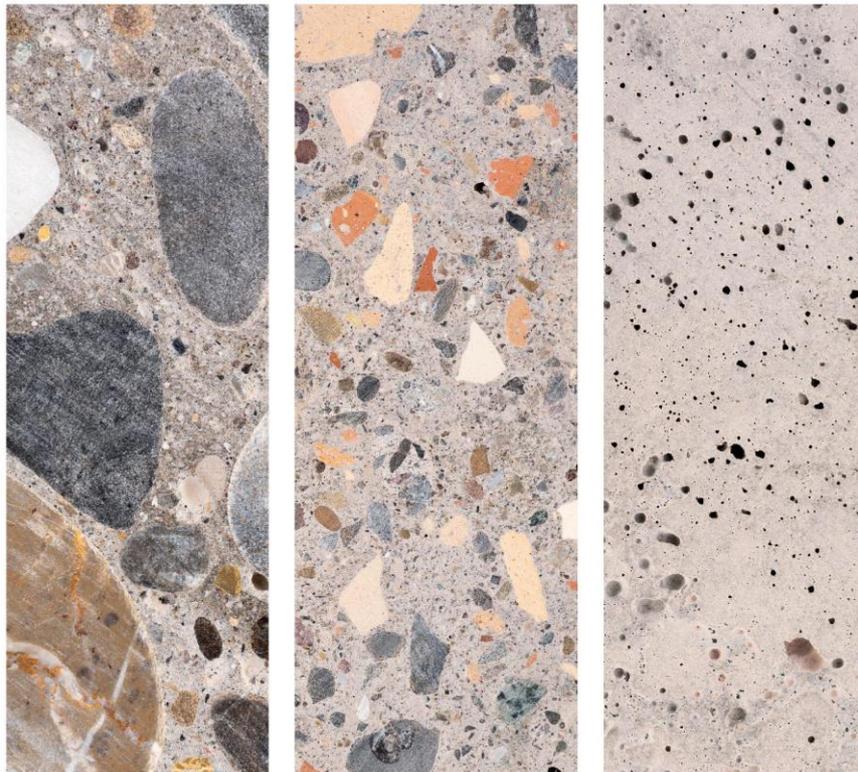
- Abbildung 1: <https://www.zuerich.com/en/visit/explore> aufgerufen am 28.5.18.  
Abbildung 2: <https://www.switzerland-tours.ch/zuerich/item/41-lucerne-most-charming-swiss-town.html> aufgerufen am 28.5.18.  
Abbildung 3: <https://www.basel.com/en/Media/Attractions/Sightseeing/Basler-Muenster>, aufgerufen am 28.5.18, kein datum)  
Abbildung 4: <http://www.flanderstoday.eu/innovation/recycled-concrete-retains-quality-roads-says-study>  
Abbildung 5: <http://www.schaffner-signalisation.ch/strassensignalisation/signaltafelstaender/absperre-lattenbock-und-absperrelatten/2194/absperrebock-zusammenklappbar-mit-lampenhalter>  
Abbildung 6: <http://wilsongrabtrucks.com/aggregate-supply/>  
Abbildung 7: <http://vermonde.com/en/baustellenschild-2/>  
Abbildung 8: <http://swayjack.com/modular-racking-system-flat-metal-shelves-24-75-x-9-2-per-box/>  
Abbildung 9: E-mail Hansruedi Eberhard, vom 22.5.18  
Abbildung 10: E-mail Hansruedi Eberhard, vom 22.5.18  
Abbildung 11, 12: <https://www.avg.eu/de/brechanlage-avg-baustoffe/>  
Abbildung 13: <https://www.zierhut24.de/shop/sichtlagerkaesten-aus-metallstahl/14-7-1-lager-fix-1-lackiert-schaeferkaesten-715-630x450x300-mm-gebraucht/>  
Abbildung 14: <http://www.prefabricadosagustin.com/wp-content/uploads/2015/04/muro-contencion-hormigon-4.jpg>

Abbildung 15: <http://www.kembo.info/tische-und-stuhle-restaurants-wartezimmer-wohnzimmer-hersteller/tische-stuhle-wohnzimmer-elektron/>

Abbildung 16: [https://www.lehrmittel-vierkant.de/contents/de/p10282\\_Akustik-Stellwand.html](https://www.lehrmittel-vierkant.de/contents/de/p10282_Akustik-Stellwand.html)

## 7 Anhang

### Prototyp Flyer



# Recyclingbeton

belastbar - nachhaltig - ästhetisch

Ausstellung über den Baustoff der Zukunft 17.9.20 - 10.12.20



## Ausstellung über den Baustoff der Zukunft

Beton besteht aus natürlichen Ressourcen, welche in absehbarer Zeit aufgebraucht sind. Anstatt neues Kies abzubauen, kann auch aus Abbruchmaterialien hochwertiger Beton aufbereitet werden. In dieser Ausstellung wird die Geschichte, Herstellung und die Verwendung von Recyclingbeton multimedial thematisiert.

Eröffnungveranstaltung 17.9.20, 17.00 - 18.30, danach Apéro

### Fachreferate

Patric van der Haegen, Eberhard AG  
Dr. Matthias Haag, Amt für Hochbauten Kanton Zürich  
David Chipperfield, David Chipperfield Architects  
Laurent Audergon, arv Baustoffrecycling Schweiz

Themenabend Luzern 15.10.20, 17.00 - 18.00

### Fachreferate

Hans-Urs Baumann, Amt für Hochbauten Kanton Luzern  
Thomas Kaufmann, Basler & Hofmann Innerschweiz AG  
Florian Felder, Florian Felder Architekten

Themenabend Basel 12.11.20, 17.00 - 18.00

### Fachreferate

Beat Aeberhard, Amt für Hochbauten Kanton Basel  
Patrick Kiener, Jauslin Stebler AG  
Peter Steinmann, SSA Architekten AG

Abschlussveranstaltung 10.12.20, 17.00 - 18.30, danach Apéro

### Podiumsdiskussion

Dr. Matthias Haag, Amt für Hochbauten Kanton Zürich  
Hans-Urs Baumann, Amt für Hochbauten Kanton Luzern  
Beat Aeberhard, Amt für Hochbauten Kanton Basel  
Laurent Audergon, arv Baustoffrecycling Schweiz  
Cathleen Hoffmann, EMPA

### Adresse

Schweizer Baumuster-Centrale  
Weberstrasse 4  
8004 Zürich

### Ausstellung

18.9.20 - 10.12.20  
Mo - Fr, 8.00 - 18.00  
Eintritt frei

### Sponsoren

arv Baustoffrecycling Schweiz  
Eberhard AG  
Kanton Zürich

### Veranstalter

Studierende Umweltnaturwissenschaften, ETH Zürich,  
Lehrveranstaltung Umweltproblemlösen



### **Beispiel Projekte aus Recyclingbeton:**

#### **Schulhaus Leutschenbach**



In Leutschenbach entstehen neue Wohnbauten, somit werden im Quartier künftig mehr Familien mit Kindern im schulpflichtigen Alter leben. Gleichzeitig wird der Schulraum im angrenzenden Stadtteil Schwamendingen knapp.

Als Reaktion auf diese Entwicklungen hat die Stadt das Schulhaus Leutschenbach realisiert, welches unter anderem auch die Schulhäuser Saatlen und Herzogenmühle entlastet.

Das moderne Schulhaus beherbergt Kindergartenkinder sowie Schülerinnen und Schülern der Primar- und Oberstufe. Im Schulhaus befindet sich eine Turnhalle, einen Mehrzwecksaal, eine Bibliothek, eine Mensa und diverse

Betreuungsräume. Die Klassenzimmer sind auf die drei Obergeschosse verteilt und über dem Gemeinschaftsbereich im 4. Geschoss befindet sich die Turnhalle.

Das Schulhaus Leutschenbach ist umweltfreundlich ans Fernwärmenetz des Kehrichtheizkraftwerks Hagenholz angeschlossen und erfüllt die Vorgaben des Minergie-Standards. Das Leutschenbach erhielt im Juni 2009 für seine hohe architektonische Qualität und den ausgezeichneten Stahlbau den begehrten «Prix Acier».

- Gebäudestandard: Minergie
- RC-Anteile/Bestandteile:
- Standort: Schwamendingen
- Bauherrschaft: Stadt Zürich, Immobilienbewirtschaftung,
- Vertreten durch: Amt für Hochbauten
- Architektur: Christian Kerez, Architekt, Zürich
- Bauingenieurwesen:
- Erstellungskosten: 56.5 Millionen Franken
- Bauzeit: 2005 - 2009

**Beispiel Hall of Fame:**

**Richi-Haus**



- RC-Anteile/Bestandteile: Alle Betonbauteile aus Recyclingbeton mit 75% Mischabbruchgranulat
- Bauherrschaft: Richi AG
- Architektur: Unbekannt
- Bauzeit: 2010 – 2010 (Betonrohbau)

**Table 1: Detaillierter Budgetplan:**

Budgetübersicht Veranstaltung RC-Beton Ausstellung 4 Veranstaltungen Erwartete Besucheranzahl: 600 Besucher (150 pro Abend)

<b>Totale Kosten:</b>		72'105.00 CHF	<b>Hauptsponsor</b>	<b>Kostenaufteilung Gesamt:</b>	<b>Eigenleistung</b>
			59'745.00 CHF	<b>Architekt</b> 450.00 CHF	<b>Sponsoren</b> 2'100.00 CHF
					<b>Eigenleistung</b> 26'410.00 CHF
<b>Raum</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Hauptsponsor</b>	<b>Architekt</b>	<b>Sponsoren</b>	<b>Eigenleistung</b>
Miete Veranstaltungsraum	Baumsterzentrale (Miete für drei Monate)	10'000.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Projektionstechnik, Audiotechnik, Möblierung...	in Miete Veranstaltungsraum evtl inklusive	- CHF	- CHF	- CHF	- CHF
<b>Gesamt:</b>					<b>10'000.00 CHF</b>
<b>Events</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Hauptsponsor</b>	<b>Architekt</b>	<b>Sponsoren</b>	<b>Eigenleistung</b>
Fachreferat	Symbolische Entschädigung pro P. 300 CHF, 3-4 Fachreferenten pro Anlass	3'000.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Podiumsdiskussion	Symbolische Entschädigung pro Person 300 CHF, 5 Experten für Diskussion	1'500.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Moderator Podiumsdiskussion	Stellt Fragen, Moderiert die Podiumsdiskussion	- CHF	- CHF	- CHF	600.00 CHF
Fotograf	Macht Bilder von Events am Abend	- CHF	- CHF	- CHF	1'500.00 CHF
Apéro	Getränke und Verpflegung pro Abend 2500 CHF	10'000.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
<b>Gesamt:</b>					<b>16'600.00 CHF</b>

Einrichtung	Beschreibung	Hauptsponsor	Architekt	Sponsoren	Eigenleistung
Hyperlapse Video	Offerte von privatem Filmmacher Exponate für Geschichtlicher Aspekt, Modelle von Aufbereitungsanlagen, Maschinen etc., aus privater Sammlung bereitgestellt	15'000.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Modelle Maschinen		- CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Schotterberg	Granulatstücke aus Misch-, Betonabbruch und Primärbeton	- CHF	- CHF	200.00 CHF	- CHF
Wände aus RC-Beton	befestigt, 3 Wände, ca. 40cm x 2m	- CHF	- CHF	900.00 CHF	- CHF
Kisten	Kisten für Mehruldensystem, Exponat, separo, Holz	185.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
		- CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Aufbau und Abbau	Teils schon in Transportkosten enthalten	- CHF	- CHF	- CHF	- CHF
<b>Gesamt:</b>					<b>16'285.00 CHF</b>

Grafik	Beschreibung	Hauptsponsor	Architekt	Sponsoren	Eigenleistung
Hyperlapse Video	von privatem Filmmacher	15'000.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Fotografien gross	Grosses Bild von zu Präsentierenden Gebäude	- CHF	200.00 CHF	- CHF	- CHF
Design für Broschüre	Design für Broschüren vgl Druck, Broschüre	- CHF	- CHF	- CHF	1'100.00 CHF
Flyer Design	Design für Flyer	- CHF	- CHF	- CHF	120.00 CHF
Modell Ausstellung	Investierte Stunden: 40Std bzw. 3 Wochen, gerechnet mit 20CHF/ Std	- CHF	- CHF	- CHF	800.00 CHF
Steckbriefe für präsentierte Gebäude, Modelle von Maschinen, Betonwände....	Texte und Designs selber verfasst	- CHF	- CHF	- CHF	200.00 CHF

Konzeption und Inhalt		Beschreibung	Hauptsponsor	Architekt	Sponsoren	Eigenleistung in Arbeitsstunden, aufgerechnet mit 20CHF/ Std
Konzept		Bearbeitungszeit ca. 108 Stunden, bzw. etwa 9 Wochen	- CHF	- CHF	- CHF	2'160.00 CHF
Recherche, Ideen		Recherche zum Thema plus Ideenfindungsprozess, 120 Stunden bzw. 10 Wochen	- CHF	- CHF	- CHF	2'400.00 CHF
Prototypentests		Gespräche mit verschiedenen Stakeholdern, 10 Std. ohne Wegzeit u.ä.	- CHF	- CHF	- CHF	200.00 CHF
Präsentation		Präsentation des Konzepts und der Massnahme an einem Markt der Massnahmen, Vorbereitungen für die Präsentation (Modelle besorgen, Poster bearbeiten etc), 28 Std. bzw 2 Wochen	- CHF	- CHF	- CHF	560.00 CHF
<b>Gesamt:</b>						<b>5'320.00 CHF</b>
Transport		Beschreibung	Hauptsponsor	Architekt	Sponsoren	Eigenleistung
Transport		Transport der 3 Wände und Abbruchgranulat	- CHF	- CHF	1'000.00 CHF	- CHF
Verpackung		Wände erst vor Ort ausschalen und Abbruch in Big-Bag transportiert, Preis in Transport inbegriffen	- CHF	- CHF	- CHF	- CHF
<b>Gesamt:</b>						<b>1'000.00 CHF</b>

Design für Plakat	Design und Inhalt für das Plakat für die Präsentation am Markt der Massnahmen, gerechnet wie Konzept, in 20CHF/ Std für 8 Std investierte Arbeit	- CHF	- CHF	- CHF	160.00 CHF
<b>Gesamt:</b>					<b>17'580.00 CHF</b>
<b>Druck</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Hauptsponsor</b>	<b>Architekt</b>	<b>Sponsoren</b>	<b>Eigenleistung</b>
Broschüre	zum mitnehmen, Bilder und Texte zusätzlich zu den Exponaten, Fakten zum nachlesen, 500 Stück	1'115.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Flyer	Flyer zum auslegen, Werbung, 1000 Stück	1'440.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Steckbriefe Exponate	Die Exponate werden jeweils mit einem Steckbrief beschrieben, gerechnet für 20 Stück, A5 Format	15.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Bild Skyline	Grosses Bild Zürich, 200x80cm, auf Aluplatte gezogen, Vorlage für andere, Preis 830 CHF	2'490.00 CHF	- CHF	- CHF	- CHF
Fotografien gross	Grosses Bild von zu Präsentierenden Gebäude	- CHF	250.00 CHF	- CHF	- CHF
Plakat Präsentation	Plakat für den Markt der Massnahmen	- CHF	- CHF	- CHF	10.00 CHF
<b>Gesamt:</b>					<b>5'320.00 CHF</b>

## Anhang B - Nachhaltigkeitsbeurteilung

Im Folgenden wird unsere Massnahme anhand von vier MONET-Indikatoren sowie einer Ökobilanz auf ihre Nachhaltigkeit beurteilt. Das Ziel, das unserer Massnahme zugrunde liegt, ist, Lehrlinge der Berufsrichtung Zeichner EFZ für Recyclingbeton zu sensibilisieren. Wir treffen die Annahme, dass durch eine solche Sensibilisierung die Akzeptanz gegenüber diesem Baustoff bei den entsprechend geschulten Lehrlingen steigt. Dies wird vermutlich dazu führen, dass sie in ihrem späteren Berufsleben eher dazu bereit sind, mit Recyclingbeton zu arbeiten oder potenziellen Kunden nicht von diesem Baustoff abzuraten. Somit nehmen wir an, dass durch unsere Massnahme mehr Recyclingbeton im Hochbau verwendet werden wird.

### *Bildung Nachhaltigkeit*

Dieser von uns abgeänderte Indikator orientiert sich am MONET-Indikator «Bildungsstand der Bevölkerung». Unser Indikator beschreibt die Anzahl Leute, die bezüglich Nachhaltigkeit gebildet werden. Hierbei geht es primär um die Entwicklung eines Bewusstseins für Nachhaltigkeit und weniger darum, ob das Verhalten, das aus der Bildung resultiert, tatsächlich nachhaltig ist. Wir sehen das Themengebiet «Nachhaltiges Bauen» als Teilbereich der Nachhaltigkeitsbildung. Die Massnahme würde dementsprechend das gefragte Bewusstsein für die Nachhaltigkeit bilden oder stärken.

Durch die Massnahme, die Recyclingbeton thematisiert und den Leuten näherbringt, wird sich der Indikator somit positiv entwickeln.

### *Material-Fussabdruck*

Dieser MONET-Indikator zeigt auf, wie der inländische Rohstoffverbrauch aussieht. Hierbei wird die inländische Gewinnung der Rohstoffe berücksichtigt sowie auch die Menge aller Rohstoffe, welche für die in der Schweiz genutzten oder verbrauchten Güter im Ausland hergestellt und in die Schweiz transportiert werden.

Das am meisten verbrauchte Material, und somit das Material mit dem grössten Material-Fussabdruck, bilden die nichtmetallischen Mineralien wie beispielsweise Kies und Sand. Zwischen 2000 und 2015 belief sich deren Material-Fussabdruck auf 41% (Bundesamt für Statistik, 2018a).

Der vermehrte Einsatz von Recyclingbeton würde eine Minimierung des Abbaus von Primärkies aus Kiesgruben bewirken und auf eine Verringerung der verwendeten Menge an Primärkies hinauslaufen. Gleichzeitig bedeutet der vermehrte Einsatz von Recyclingbeton im Hochbau auch, dass die Menge des aufbereiteten Beton- oder Mischgranulats, welches sonst auf Deponien, in Zwischenlager oder in den Tiefbau gelangen würde, abnimmt (Gauch et al., 2016).

Durch unsere Massnahme wird der Material-Fussabdruck kleiner, da die Aufbereitung von bereits vorhandenem Material aus rückgebauten Häusern zu Recyclingbeton weniger bis keine Rohstoffe benötigt. Hierbei kommt es natürlich darauf an, wie gross der Anteil an recyceltem Material im Recyclingbeton jeweils ist. Je grösser der Anteil an recyceltem Material im Recyclingbeton, desto weniger Rohstoffe in Form von Primärkies müssen dafür verwendet werden und desto mehr nimmt der Material-Fussabdruck ab.

Ein Punkt, der aber gegen die Nachhaltigkeit von Recyclingbeton spricht und daher auch der Verringerung des Material-Fussabdrucks entgegenwirkt, ist, dass Recyclingbeton in der Regel mehr Zement benötigt als Primärbeton. Da Zement hauptsächlich aus Kalkstein, Ton, Sand und Eisenerz besteht, werden somit auch Rohstoffe benötigt, um Recyclingbeton zu produzieren. Die Abnahme des Material-Fussabdrucks durch den vermehrten Einsatz von Recyclingbeton hängt somit vom verwendeten Anteil an recyceltem Material und von der benötigten Menge an Zement ab. Der Material-Fussabdruck nimmt folglich am meisten ab, wenn der Anteil an recyceltem Material im Recyclingbeton möglichst gross und der Zementanteil möglichst klein ist (Knoeri, Sanyé-Mengual, & Althaus, 2013).

#### *Materialintensität*

Der MONET-Indikator "Materialintensität" beschreibt den inländischen Rohstoffverbrauch im Verhältnis zum Bruttoinlandprodukt (Bundesamt für Statistik, 2018b).

Ähnlich wie beim Material-Fussabdruck geht es also darum, die natürlichen Ressourcen zu schonen. Zusätzlich ist hier aber die wirtschaftliche Tätigkeit integriert. Das Ziel ist, dass Wirtschaftswachstum nicht automatisch höheren Rohstoffverbrauch mit sich bringt. Auch dieser Indikator könnte durch unsere Massnahme verbessert werden. Wie bereits beim obigen Indikator dargelegt, schont der Einsatz von Recyclingbeton die natürlichen Ressourcen. Gleichzeitig kann man davon ausgehen, dass das BIP nicht abnimmt, da weiterhin gebaut wird und anstelle des Kiesabbaus als wirtschaftliche Aktivität nun die Aufbereitung des Abbruchmaterials tritt. Dies bedeutet, dass die gleiche volkswirtschaftliche Leistung unter weniger Ressourcenverbrauch stattfinden kann. Die Materialintensität nimmt ab.

#### *Gütertransportintensität*

Dieser MONET-Indikator zeigt die Transportleistung im Güterverkehr der Schiene und der Strasse im Verhältnis zum Bruttoinlandprodukt auf. Der Indikator umfasst jedoch nicht die Distanzen, über die Güter im Ausland transportiert werden. Die Distanzen von importierten und exportierten Gütern werden somit innerhalb dieses Indikators nicht berücksichtigt (Bundesamt für Statistik, 2017).

Wird unsere Massnahme umgesetzt und resultiert als Folge daraus ein tatsächlicher Anstieg des Anteils an aufbereitetem Abbruchmaterial, der im Hochbau zum Einsatz kommt, kann man sich überlegen, wie sich dies auf die Gütertransporte auswirkt.

In Fällen, wo es möglich ist, direkt vor Ort (an der Baustelle) mit mobilen Anlagen Abbruchmaterial aufzubereiten und dieses wieder am selben Standort für einen Neubau eingesetzt wird, geht der insgesamt nötige Transportweg der Baumaterialien massiv zurück. Ressourcen wie Primärkies und Zement müssen als Bestandteile von Recyclingbeton jedoch weiterhin zur Baustelle transportiert werden.

Wenn es nicht möglich ist, das Abbruchmaterial direkt vor Ort aufzubereiten, muss das Abbruchmaterial zu einer Aufbereitungsanlage transportiert werden. Von dort aus wird es nach vollständiger Aufbereitung wieder zu einer Baustelle eines Neubaus transportiert. In diesem Szenario sind die Transportwege nicht oder nur minimal kürzer als die für den Einsatz von Primärbeton. Der Transport von Primärkies wäre jedoch trotzdem kleiner oder würde ganz wegfallen, je nach Anteil an Primärkies im jeweils aufbereitetem Recyclingbeton. Beim Transport gilt weiter zu beachten, dass die Auswirkungen auf die Umwelt grösser sind

als bei Primärbeton, sobald zusätzliche Transportdistanzen zur Aufbereitung und Herstellung von Recyclingbeton mehr als 15 km betragen (Knoeri et al., 2013).

Abschliessend lässt sich sagen, dass der Gütertransport durch den Einsatz von Recyclingbeton gesenkt werden könnte. Wenn jedoch keine mobilen Anlagen eingesetzt werden, liegt der Transportweg in einem ähnlichen Rahmen oder kann sogar höher sein. Gleichzeitig ist keine bemerkenswerte Änderung des BIP zu erwarten. Es ist deshalb davon auszugehen, dass sich dieser Indikator durch unsere Massnahme nur leicht verändern wird und nicht ins Gewicht fällt.

#### *Ökobilanz*

Eine Studie von Christof Knoeri besagt, dass es klare umweltbezogene Vorteile gibt, wenn man Recyclingbeton anstatt Primärbeton verwendet (30%). Diese Vorteile entstehen durch das Recycling von Stahlanteilen, statt dass diese deponiert und neu fabriziert werden, und durch die Vermeidung der Deponierung von Abbruchmaterialien.

Im Allgemeinen ist Recyclingbeton nicht unbedingt ökologischer als Primärbeton. Die Spannweite der Klimaerwärmungspotenziale von Recyclingbeton und Primärbeton reicht nicht sehr weit. Sobald zwischen 22 und 40 kg an zusätzlichem Zement pro Kubikmeter Recyclingbeton benötigt wird, weist Recyclingbeton ein vergleichbares Klimaerwärmungspotenzial wie Primärbeton auf (Knoeri et al., 2013).

#### *Bemerkung*

Es besteht keine Garantie, dass durch die Ansatzpunkte unserer Massnahme (Aufklärung über Recyclingbeton als Baustoff und die Reduktion von Vorbehalten gegenüber diesem) tatsächlich mehr Recyclingbeton im Hochbau zum Einsatz kommt. Ob sich unsere Massnahme also wie beschrieben auf die berücksichtigten Indikatoren auswirken kann, ist fraglich.



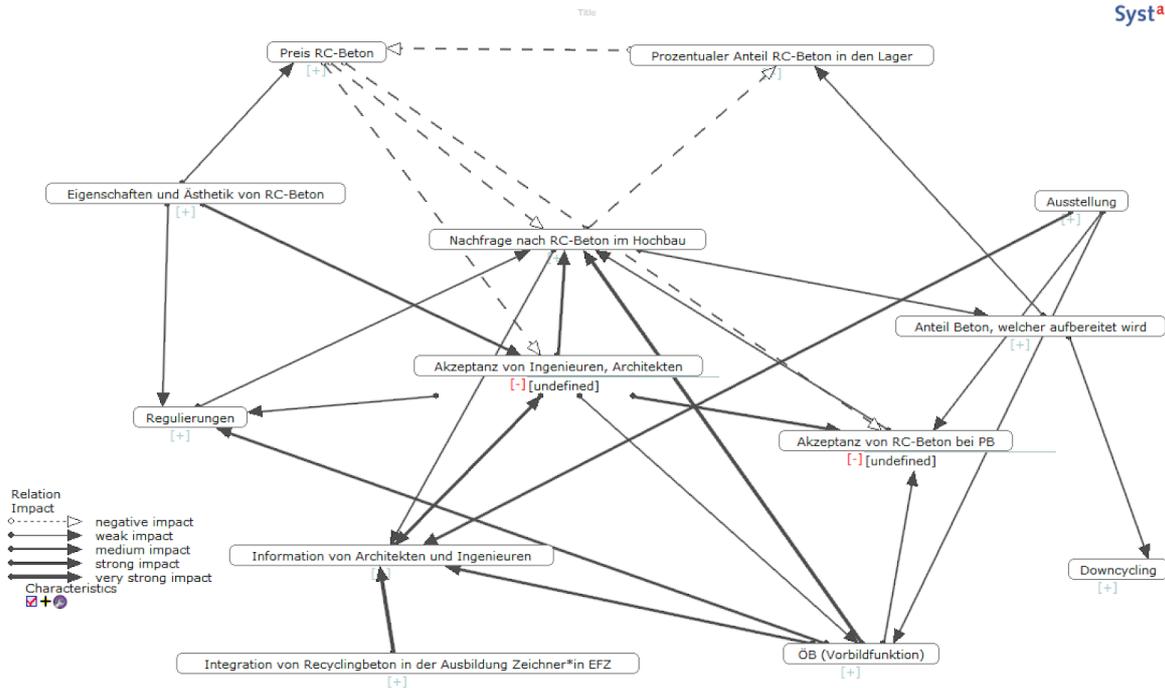


Abb. 6: Das Systemmodell, welches die gegenseitigen Einflüsse der Variablen zeigt (eigenen Darstellung)

Die Massnahme «Unterrichtskonzept zur Förderung von Recyclingbeton» nimmt an der gleichen Stelle im System Einfluss. Der Fokus hierbei liegt in der Ausbildung der Architekten und Ingenieure und wirkt somit direkt auf deren Informationsstand. Die Wirkungskette erhöht schlussendlich die Akzeptanz der Ingenieure und Architekten, welche den öffentlichen Bauherrn nun beeinflussen. Somit steigt die Nachfrage nach RC-Beton im Hochbau.

Die Ausstellung zielt auf das Umdenken der gegenwärtigen Akteure ab. Architekten, Ingenieure und öffentliche Bauherren dieser Generation können die aktuelle Situation tatsächlich ändern. Sie setzen als Vorbild der zukünftigen Generationen den Grundstein des Baustoffrecyclings. Die Sensibilisierung der angehenden Ingenieure und Architekten während der Ausbildung sichert die nachhaltige Verbreitung des Recyclingbetons. Die Massnahme «Recyclingbeton: belastbar - nachhaltig - ästhetisch» wirkt hauptsächlich kurz- bis mittelfristig, während die Integration im Studium eine langfristige Lösung darstellt.

Beide Massnahmen können unabhängig voneinander umgesetzt werden und erfüllen unsere Ziele. Die Kombination der Massnahmen wäre dennoch die optimale Lösung.

Auf den nachfolgenden Seiten wird unser Variablensatz erläutert.

## Variablensatz Projektgruppe 13

Name	Nachfrage nach RC-Beton im Hochbau
<b>Beschreibung</b>	Die Variable beschreibt, wie viel vom Anteil des aufbereiteten mineralischen Abbruchs wieder in den Hochbau gelangt. Dies ist eine quantitative Variable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	>50%
<b>Tiefe Ausprägung</b>	<10%
<b>Aktueller Zustand</b>	ca. 20%
<b>Indikator</b>	Stoffflussanalyse durchführen, Stakeholder befragen
<b>Hintergrund</b>	Stoffflussanalyse und Ökobilanz

Name	Akzeptanz von RC-Beton bei privaten Bauherren (PB)
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt die Akzeptanz von RC-Beton bei privaten und öffentlichen Bauherren. Dies ist eine Bedürfnisvariable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Der Ruf von RC-Beton ist gleich gut wie der von Primärbeton
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Es besteht kein Vertrauen und viele Vorurteile
<b>Aktueller Zustand</b>	Eher tiefe, aber tendenziell zunehmende Ausprägung.
<b>Indikator</b>	Durch Befragungen kann die öffentliche Meinung herausgefunden werden. Gemessen kann es auch indirekt in der Nachfrage werden.
<b>Hintergrund</b>	Ökonomie, Stoffflussanalyse und Ökobilanz

Name	Öffentlicher Bauherr (Vorbildfunktion)
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt das Verhalten des Öffentlichen Bauherren. Durch seine Ausschreibungen bestimmt er die Baustoffe für seine Projekte und nimmt eine Vorbildfunktion gegenüber Architekten, Ingenieuren und v.a. privaten Bauherren ein. Auch dies ist eine Bedürfnisvariable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Der ÖB verlangt in seinen Ausschreibungen in über 70% der Fälle die Verwendung von Recyclingbeton.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Der ÖB verlangt nur in den wenigsten Fällen (<10%) RC-Beton.
<b>Aktueller Zustand</b>	Eher tiefe, aber tendenziell zunehmende Ausprägung. Der aktuelle Zustand dieser Variable ist aber von Kanton zu Kanton verschieden.
<b>Indikator</b>	Durch Befragungen kann die Haltung des ÖB eruiert werden. Gemessen kann es auch indirekt in der Nachfrage werden.
<b>Hintergrund</b>	Ökonomie, Stoffflussanalyse und Ökobilanz

Name	Akzeptanz von RC-Beton bei Ingenieuren und Architekten
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt die Akzeptanz von RC-Beton bei Ingenieuren und Architekten. Durch ihre berufliche Tätigkeit sowie ihren Einfluss auf Bauherren können sie viel zu einer Entscheidung für oder gegen Recyclingbeton beitragen. Dies ist eine Bedürfnisvariable.  Im System wird diese Variable einfachheitshalber «Akzeptanz von Ingenieuren, Architekten» genannt.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Der Ruf von RC-Beton ist gleich gut wie der von Primärbeton.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Es besteht kein Vertrauen und viele Vorurteile, z.B. Vorbehalte betreffend minderwertiger Qualität und Ästhetik.
<b>Aktueller Zustand</b>	Eher tiefe, aber tendenziell zunehmende Ausprägung.
<b>Indikator</b>	Durch Befragungen kann die Haltung der betroffenen Berufsgruppen herausgefunden werden. Gemessen kann es auch indirekt in der Nachfrage werden.
<b>Hintergrund</b>	Ökonomie, Stoffflussanalyse und Ökobilanz

Name	Informationsgrad von Architekten und Ingenieuren
<b>Beschreibung</b>	Die Variable beschreibt, wie viel Architekten und Ingenieure durchschnittlich über RC-Beton wissen. Es handelt sich um eine Bedürfnisvariable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Architekten und Ingenieure sind umfassend über RC-Beton, dessen Eigenschaften und dessen Verwendungsmöglichkeiten im Hochbau informiert.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Architekten und Ingenieure wissen kaum etwas über RC-Beton und bleiben deshalb beim ihnen bekannten Beton.
<b>Aktueller Zustand</b>	Der Informationsgrad ist mittelmässig. Fakultative Schulungen erreichen nur einen kleinen Teil der Berufsgruppen.
<b>Indikator</b>	Anzahl angebotener Schulungen und Kurse
<b>Hintergrund</b>	Recht

Name	Eigenschaften und Ästhetik von RC-Beton
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt sowohl die Eigenschaften des RC-Beton, wie z.B. Elastizitätsmodul und Ausbreitmass, die v.a. für Ingenieure von Bedeutung sind, als auch die Ästhetik, die für Architekten eine grosse Rolle spielt. Dies ist eine Bedürfnisvariable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Der RC-Beton kann als Sichtbeton verwendet werden und schränkt die Möglichkeiten der Formen nicht ein. Die Eigenschaften entsprechen weitgehend denen von Primärbeton.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Der RC-Beton wirkt unästhetisch und beschränkt die Möglichkeiten der Formen. Die Eigenschaften sind merklich schlechter als diejenigen von Primärbeton.
<b>Aktueller Zustand</b>	Die Ästhetik ist für Bauherren und Architekten individuell verschieden und bei der formalen Struktur gibt es kaum Einschränkungen. Der aktuelle RC-Beton ist dem Primärbeton in seinen Eigenschaften mit Ausnahme kleinerer Unterschiede sehr ähnlich.
<b>Indikator</b>	Befragungen von Architekten und Bauherren Labortest von Recyclingbeton Vorbildgebäude aus RC-Beton Qualitätsprüfung
<b>Hintergrund</b>	Technisch/Baustoff
Name	Regulierungen

<b>Beschreibung</b>	Regulierungen und Vorschriften können in der Umsetzung die Nutzung von RC-Beton hemmen, fördern oder vorschreiben. Diese Variable umfasst sowohl die Anzahl existierender Regelungen als auch deren Qualität. Dies ist eine Bedürfnisvariable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Die Nutzung von RC-Beton wird gesetzlich klar (und fördernd) reglementiert.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Zur Nutzung von RC-Beton existiert keine gesetzliche Reglementierung, was die Umsetzung erschwert.
<b>Aktueller Zustand</b>	Es gibt keine gesetzlichen Vorschriften oder Reglementierungen in der Umsetzung von RC-Beton, lediglich unverbindliche Richtlinien.
<b>Indikator</b>	Gesetze, Verordnungen, Normen
<b>Hintergrund</b>	Recht/Technik

Name	Downcycling
<b>Beschreibung</b>	Als Downcycling zählen wir den Anteil an hochbaufähigem RC-Beton, welcher stattdessen im Tiefbau genutzt wird. Dies entspricht einer Abwertung des Materials, da die Ansprüche an die Qualität im Tiefbau niedriger sind. Dies ist eine quantitative Variable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	Es wird weniger als 5% an hochbaufähigem RC-Beton im Tiefbau verwendet.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	Der hochbaufähige RC-Beton wird zu über 50% im Tiefbau verwendet.
<b>Aktueller Zustand</b>	Ca. 30% des hochbaufähigem RC-Betons wird für den Tiefbau genutzt.
<b>Indikator</b>	Statistik, Kennzahlen von Tiefbauämtern und Tiefbauunternehmen
<b>Hintergrund</b>	Stofffluss

Name	Anteil Beton, welcher aufbereitet wird
<b>Beschreibung</b>	Die Variable beschreibt den prozentualen Anteil des rückgebauten Materials, welches aufbereitet wird. Durch diese Variable lässt sich erkennen, ob zu wenig Abbruch für den Einsatz im Hochbau aufbereitet wird (also ob das Problem beim Aufbereitungsprozess liegt) oder ob zwar aufbereitetes Material vorhanden ist, das aber im Hochbau nicht nachgefragt wird (das Problem liegt also bei der mangelnden Nachfrage). Dies ist eine quantitative Variable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	100% des Materials der rückgebauten Gebäude werden aufbereitet.
<b>Tiefe Ausprägung</b>	<50% des Materials der rückgebauten Gebäude werden aufbereitet.
<b>Aktueller Zustand</b>	80%-85% des Materials der rückgebauten Gebäude werden aufbereitet.
<b>Indikator</b>	Hochrechnungen aus Datenerhebungen des BAFU
<b>Hintergrund</b>	Stofffluss

Name	Prozentualer Anteil RC-Beton in den Lagern
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt den prozentualen Anteil an RC-Baustoffen, welche gelagert und somit nicht gebraucht werden. Dies ist eine quantitative Variable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	>60 %
<b>Tiefe Ausprägung</b>	<10%
<b>Aktueller Zustand</b>	~30%
<b>Indikator</b>	Stoffflussanalyse durchführen, Stakeholder befragen
<b>Hintergrund</b>	Stoffflussanalyse und Ökobilanz

Name	Preis RC-Beton
<b>Beschreibung</b>	Diese Variable beschreibt den prozentualen Anteil an RC-Baustoffen, welche gelagert und somit nicht gebraucht werden. Dies ist eine quantitative Variable.
<b>Hohe Ausprägung</b>	>60 %
<b>Tiefe Ausprägung</b>	<10%
<b>Aktueller Zustand</b>	~30%
<b>Indikator</b>	Preislisten vergleichen
<b>Hintergrund</b>	Ökonomie

Name	Ausstellung
<b>Beschreibung</b>	Dies ist eine Massnahmenvariable. Durch die Ausstellung inklusive einer Werbekampagne für diese werden private Bauherren sowie Architekten und Ingenieure auf das Thema aufmerksam gemacht.

Name	Integration von RC-Beton in der Ausbildung Zeichner*in EFZ
<b>Beschreibung</b>	Hierbei handelt es sich um eine Massnahmenvariable. Werden angehende Zeichner (Fachrichtungen Architektur und Ingenieurbau) betreffend Recyclingbeton geschult, so steigt mit ihrem Informationsgrad vermutlich auch ihre Akzeptanz. Später werden sie dadurch möglicherweise eher auf Sekundärbeton zurückgreifen.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

**Titel der Arbeit** (in Druckschrift):

Ausstellung «Recyclingbeton – belastbar, nachhaltig, ästhetisch»

**Verfasst von** (in Druckschrift):

*Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.*

**Name(n):**

Meier

Chiriatti

Kissling

Aeschbach

Sidler, Andersen

**Vorname(n):**

Annina

Fabiana

Emanuel

Saskia

Tina, Daniel

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt ["Zitier-Knigge"](#) beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

**Ort, Datum**

Zürich, 31.05.2018

**Unterschrift(en)**

F. Chiriatti

J. Aeschbach

T. Sidler, D. Andersen

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