Vergleichende Ökobilanz

Autor(en): **Bischof, Stefan / Lunk, Peter / Stüssi, Ulrich**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **136 (2010)**

Heft 24: **Recycling-Beton**

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-109622

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

VERGLEICHENDE ÖKOBILANZ

In einer Ökobilanzstudie wurden die ökologischen Vor- und Nachteile von Recyclingbeton gegenüber «normalem» Beton untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung vor allem die Inanspruchnahme von Land für Kiesabbau und für die Deponierung von Abbruchmaterial reduziert. Bei anderen Umweltbelastungen ist der Einfluss gering und hängt vor allem von Art und Menge des eingesetzten Zements und der Länge der Transportwege ab.

Im Gegensatz zu anderen Baustoffen aus Sekundärrohstoffen wie beispielsweise Stahl oder Aluminium sind die ökologischen Vorteile von Recyclingbeton nicht in jedem Fall eindeutig, denn die Bewertung des Einsatzes rezyklierter Gesteinskörnung in Beton hängt von der konkreten Situation ab – beispielsweise den Anforderungen an den Baustoff und die Beschaffungsmöglichkeiten in einem konkreten Bauprojekt. Eine aktuelle Studie, die die Hochschule für Technik Rapperswil im Auftrag der Holcim (Schweiz) AG durchführte,[1] versucht, die Entscheidungsgrundlagen für den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung zu verbessern. Dazu wird die Frage nach den Vor- und Nachteilen für die Umwelt aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet:
– Fokus «Gesteinskörnung»: im Vergleich von unterschiedlichen Verfahren zur Herstellung von Gesteinskörnung (u.a. durch Kiesabbau und Aufbereitung von Abbruchmaterial)
– Fokus «Beton»: im Vergleich von unterschiedlichen Verfahren zur Herstellung von Beton (unterschieden nach Konstruktions- und Magerbeton)
– Fokus «Bauprojekt»: im Vergleich von unterschiedlichen Varianten der Beschaffung von Entsorgungsdienstleistungen und Konstruktionsbeton in einem Bauprojekt
– Fokus «Region»: im Vergleich von unterschiedlichen Varianten zur Bewirtschaftung von Betonabbruch in einer Region.
In der Studie wurden verschiedene vergleichende Ökobilanzen analysiert.

VERGLEICH AUF DER EBENE «BAUPROJEKT»

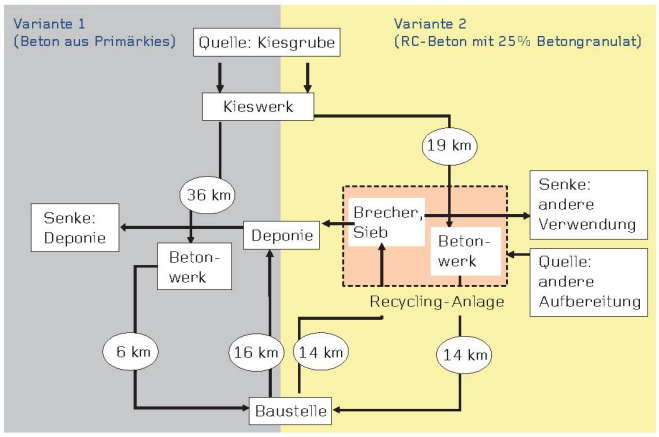
In diesem Artikel wird exemplarisch die Ökobilanz für den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung in einem fiktiven Ersatzneubauprojekt beschrieben. Hier werden zwei Leistungen betrachtet, die im Kontext eines Ersatzneubaus miteinander verknüpft sind: die Lieferung einer bestimmten Betonmenge für den Neubau und die Entsorgung einer bestimmten Menge Betonabbruch aus dem abgebrochenen Gebäude (Abb. 1). Der Einsatz des Betons an der Baustelle (Bauprozess), der Rückbau des alten Gebäudes und die Sortierung des mineralischen Bauabfalls an der Baustelle werden vernachlässigt, da angenommen wird, dass sich diese Prozesse in den betrachteten Varianten nicht unterscheiden.
Abbildung 3 zeigt eine Skizze des untersuchten Systems mit den jeweiligen Annahmen zu Transportdistanzen. Es wird angenommen, dass alle Transporte mit dem Lastkraftwagen (LKW) erfolgen. In der ersten Variante werden die beiden Leistungen in getrennten Prozessketten erbracht: Der Beton wird in einem Betonwerk mit ausschliesslich natürlicher Gesteinskörnung hergestellt. Die Entsorgung des Betonabbruchs erfolgt in einer Inertstoffdeponie.
In der zweiten Variante sind die Prozessketten verknüpft. Der Beton wird in einem Betonwerk hergestellt, das am Standort einer Anlage zur Aufbereitung von Betonabbruch angesiedelt ist. Es erzeugt Beton aus einer Mischung aus Betongranulat und natürlicher Gesteinskörnung (Abb. 2).
Die Entsorgung des Abbruchmaterials erfolgt in der Aufbereitungsanlage am Standort des Betonwerks. Es wird vereinfachend angenommen, dass der im Bauprojekt eingesetzte Beton nicht aus dem Abbruchmaterial des gleichen Bauprojektes hergestellt wird. Die Emissionen und Ressourcenverbräuche der betrachteten Systeme werden mit Hilfe von Daten aus der

Funktion	Variante 1	Variante 2 (RC-Beton)
Bereitstellen einer bestimmten Betonmenge für den Neubau	10000 m³ C 30/37 (gemäss Abb. 2)	10000 m³ RC-Beton C 30/37 (gemäss Abb. 2)
Entsorgen einer bestimmten Menge Betonabbruch	5000 m³ Betonabbruch (ohne Fremdstoffe; Rohdichte: 2.4 t/m³) Entsorgungsweg: Inertstoffdeponie	5000 m³ Betonabbruch (ohne Fremdst offe; Rohdichte: 2.4 t/m³) Entsorgungsweg: Herstellen von Betongranulat

01

	Variante 1	Variante 2 (RC-Beton)
Bezeichnung	C 30/37	RC-Beton C 30/37
Zement	303 kg (CEM II/A-LL)	320 kg (CEM II/A-LL)
Gesteinskörnung	Natürliche Gesteinskörnung: 1999 kg	Natürliche Gesteinskörnung: 1397 kg Betongranulat: 465 kg

02



03

Ecoinvent-Datenbank (Version 2.01) und Daten der Holcim (Schweiz) AG abgeschätzt. Die Qualität der verwendeten Daten ist gut für die Prozesse der Beton- und Zementherstellung sowie der Transporte; bei den Herstellprozessen der Gesteinskörnungen reicht die Bandbreite der Datenqualität hingegen von «gut» bis «gering». Für die Wirkungsabschätzung werden die folgenden sechs Wirkungskategorien ausgewählt: Energieressourcen, Treibhauseffekt, Versauerung, Atemwegserkrankungen, Ökosystem-Schadenpotenzial durch Landnutzung und Kiesabbau.

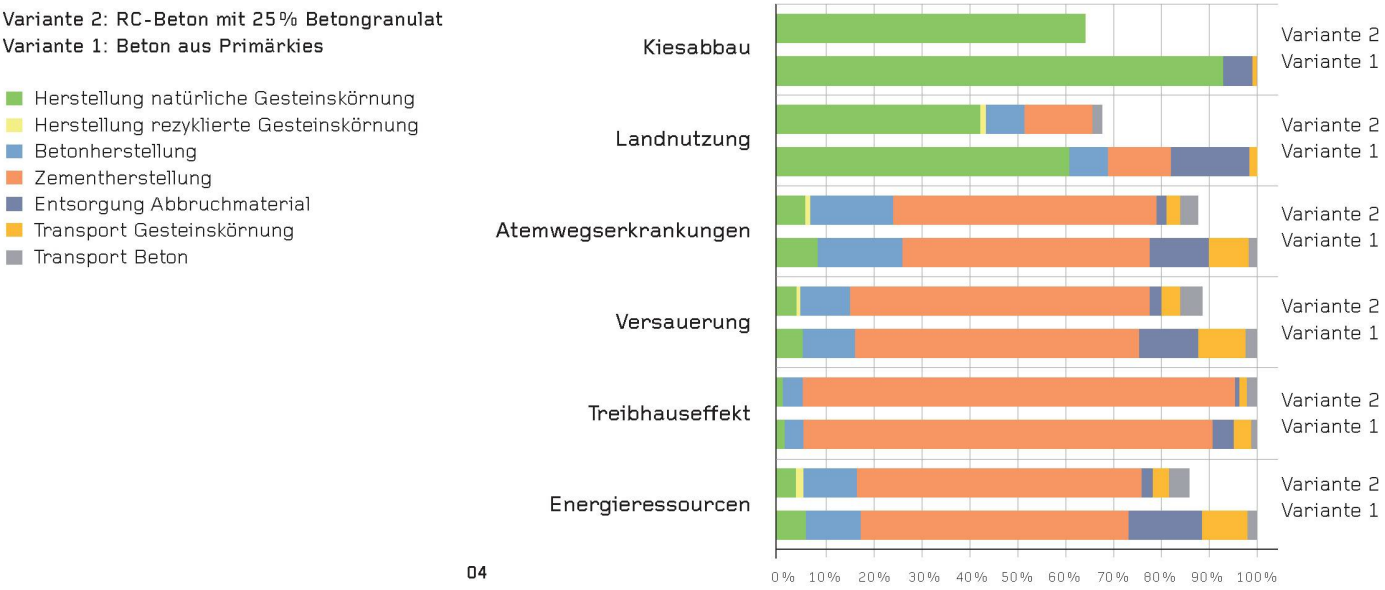
ART UND MENGE DES ZEMENTS ENTSCHEIDEND

Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse des Vergleichs der beiden Varianten in den sechs Wirkungskategorien. Wie erwartet zeichnet sich die Variante 2 (RC-Beton) durch deutlich tiefere Werte beim Kiesabbau aus. Auch bei der Landnutzung ist diese Variante im Vorteil, da Deponieraum geschont wird und die Landinanspruchnahme durch den Kiesabbau geringer ist. Die Unterschiede in den Wirkungskategorien «Energieressourcen», «Treibhauseffekt», «Versauerung» und «Atemwegserkrankungen» fallen jedoch geringer aus. Tendenziell schneidet die Variante 2 (RC-Beton) besser ab, mit zwischen 0 % (beim Treibhauseffekt) bis 14 % (bei den Energieressourcen) tieferen Werten.
Entscheidend für diese Ergebnisse sind die Annahmen zu Menge und Art des eingesetzten Zements und zum Verhältnis zwischen Neubau- und Rückbauvolumen. In den Wirkungskategorien «Energieressourcen», «Treibhauseffekt», «Versauerung» und «Atemwegserkrankungen» dominiert die Zementherstellung. Der Einsatz von Beton mit weniger Zement oder die Herstellung von Beton mit Kompositzementen (CEM II/B-M)[2] kann hier deutlich zur Entlastung der Umwelt beitragen (vgl. TEC21, 21/2009).

EINFLUSS DER TRANSPORTDISTANZ

Das Verhältnis zwischen Neubau- und Rückbauvolumen ist der zweite entscheidende Parameter in dieser Analyse. In der vorliegenden Studie wird doppelt so viel neu gebaut wie abgerissen. Dies entspricht der aktuellen Tendenz zur Nachverdichtung. Unter dieser Annahme trägt die Entsorgung des Abbruchmaterials in einer Inertstoffdeponie in vier der sechs Wirkungskategorien jeweils zu über 10 % der Ergebnisse bei (Abb. 4). Unter der Annahme, Neubau- und Rückbauvolumina wären gleich gross, würden sich die Ergebnisse des Vergleichs zugunsten der Variante 2 (RC-Beton) verschieben.
Die Ergebnisse zeigen ausserdem die Bedeutung der Transporte. Sie tragen ebenfalls rund 10 % zu den Ergebnissen in den Wirkungskategorien «Atemwegserkrankungen», «Versauerung» und «Energieressourcen» bei. Allerdings sind die Transportdistanzen im gewählten Beispiel relativ grosszügig gewählt, und es ist nicht eindeutig, ob der Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung zu einer Erhöhung oder einer Reduktion der Transportwege führt. Im hier gezeigten Beispiel, das sich an eine Situation in der Agglomeration Zürich anlehnt, sind die Transportdistanzen beim Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung kleiner. Dies kann sich in ländlicheren Regionen ganz anders darstellen.

01 Definition der verglichenen Varianten
02 Zusammensetzung der untersuchten Konstruktionsbetone pro m³ Beton
03 Angenommenes System für die Ökobilanz eines fiktiven Bauprojektes. Alle Transporte werden mit dem LKW durchgeführt (mit Ausnahme des hier nicht dargestellten Transports des Zements zum Betonwerk). Die Recyclinganlage wird so modelliert, dass kein Zusammenhang zwischen der Entsorgung des Abbruchmaterials und der Bereitstellung des Betongranulats besteht. Dazu wird eine «Senke» für das aus dem Betonabbruch hergestellte Granulat eingeführt: Es wird angenommen, dass es in anderen Bauprozessen weiterverwendet wird. Ausserdem wird als «Quelle» für das Betongranulat angenommen, dass es aus anderen Abbruchprozessen stammt. Die angenommenen Distanzen lehnen sich an einer Situation in der Agglomeration Zürich an (Grafik und Tabellen: Ökobilanzstudie[1])



04

04 Wirkungsabschätzung bei Herstellung und Entsorgung von Beton für ein fiktives Bauprojekt, unterschieden nach Wirkungskategorien und ausgewählten Prozessen des Systems. In dieser Darstellung werden die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung der beiden Varianten (gemäss den Angaben in Tabelle 1 und 2) jeweils in Relation zu den Ergebnissen von Variante 1 (= 100 %) gesetzt. Umweltbelastungen der Aufbereitung des Betonabbruchs zu Betongranulat werden proportional zum erwirtschafteten Umsatz aus Aufbereitung (= Entsorgungsdienstleistung) und Herstellung von Betongranulat (= Produktionsleistung) diesen beiden Leistungen zugerechnet (Grafik: Ökobilanzstudie[1])

KRITERIEN FÜR DEN EINSATZ VON REZYKLIERTER GESTEINSKÖRNUNG

Die Ergebnisse der anderen Ökobilanzen, die in der hier vorgestellten Studie präsentiert werden, bestätigen diese Aussagen im Grundsatz. Es ergeben sich folgende Hinweise für den Entscheid über den Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung:

1. Durch den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung werden die natürlichen Kiesressourcen geschont und die damit verbundene Inanspruchnahme von Land reduziert.
2. Andere wesentliche Umweltbelastungen im Lebensweg von Beton entstehen durch Verbrennung fossiler Energieträger und die Zementherstellung. Sie werden durch den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung nur geringfügig beeinflusst. Vor allem auf die Ergebnisse in der Wirkungskategorie «Treibhauseffekt» hat die Wahl des Zements (Zementgehalt und Zementart) einen deutlich grösseren Einfluss als die Wahl der Gesteinskörnung.
3. Beim Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung sollte nicht mehr Zement eingesetzt werden als bei der Herstellung von Beton mit ausschliesslich Primärkies.[3] Ist ein Mehraufwand an Zement erforderlich, entsteht ein Zielkonflikt zwischen den oben unter 1. genannten Vorteilen und einer Erhöhung der unter 2. angesprochenen Umweltbelastungen.
4. Wenn durch das Herstellen von rezyklierter Gesteinskörnung das zu deponierende Abfallvolumen vermindert werden kann, wird die Umwelt entlastet.
5. Wenn der Einsatz von Gesteinskörnung zu mehr als 30 km weiten LKW-Transporten führt, dann entstehen durch den Transport mindestens doppelt so hohe Belastungen für «Energieressourcen», «Treibhauseffekt», «Versauerung» und «Atemwegserkrankungen» wie für die Herstellung der natürlichen bzw. RC-Gesteinskörnung. Da eine solche Relation unverhältnismässig ist, sollten LKW-Transporte von mehr als 30 km vermieden werden.

Zusammenfassend zeigt die Studie, dass einerseits eine differenzierte Abschätzung der Vorteile des Einsatzes von rezyklierter Gesteinskörnung in der Betonproduktion für die Umwelt im Kontext des konkreten Einsatzortes notwendig ist. Andererseits muss die Aufmerksamkeit verstärkt auf Optimierungspotenziale in der Prozesskette der Betonproduktion gelenkt werden, die eine Umweltentlastung versprechen – allen voran die Optimierung der Zementmenge und/oder den vermehrten Einsatz von Kompositzementen (CEM II/B-M Zementen).

Anmerkungen

1 Die Studie über Ökobilanzen zum Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung in Beton erscheint voraussichtlich im Juli 2010 (Herausgeberin: Holcim [Schweiz] AG)

2 Gemäss der Norm SN EN 197-1 darf Kompositzement folgende Zusammensetzung aufweisen: Hauptbestandteil ist mit 65–79 M.-% Portlandzementklinker, 21–35 M.-% können mit Hüttensand, Silicastaub, Puzzolanen, Flugasche, gebranntem Schiefer und/oder Kalkstein zusammengesetzt sein, 0–5 M.-% sind Nebenbestandteile

3 Zusatzmittelherstellung wurde in der Systembetrachtung vernachlässigt. Durch die Vernachlässigung bzw. Vereinfachung des Systems wurden keine wesentlichen Umweltbelastungen vernachlässigt, da der Beitrag der Zusatzmittelherstellung an der Gesamtbelastung der untersuchten Betone je nach Wirkungskategorie zwischen 0 und 7 % liegt und daher gering ist. Zudem ist die Datenbeschaffung über die Zusammensetzung von Zusatzmitteln sehr komplex und waren im Rahmen der vorliegenden Studie nicht verfügbar. Der Einsatz einer Mehrmenge an Zusatzmitteln war nicht Gegenstand der vorliegenden Studie

Stefan Bischof, Produktmanager Marketing und Technischer Support Holcim (Schweiz) AG, stefan.bischof@holcim.com

Peter Lunk, Dr., Leiter Produktentwicklung und -management Holcim (Schweiz) AG, peter.lunk@holcim.com

Ulrich Stüssi, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Bau und Umwelt IBU, Hochschule für Technik Rapperswil HSR, ustuessi@hsr.ch

Susanne Kytzia, Prof. Dr., Professur für Nachhaltigkeit im Bauwesen, Institut für Bau und Umwelt IBU, Hochschule für Technik Rapperswil HSR, skytzia@hsr.ch