

# Vergleich der Verkaufspreise zwischen mineralischen Recycling- und Primärbaustoffen

## Comparison of sales prices between recycled and primary mineral building materials

Brenda Uhlig

### Zusammenfassung

Mineralische Recycling-Baustoffe werden bei öffentlichen Tief- und Hochbaumaßnahmen im Raum Dresden kaum eingesetzt. Regionale Stakeholder nannten als ein Hemmnis die Konkurrenz zu günstigen mineralischen Primärbaustoffen.

Um herauszufinden, ob sich die Verkaufspreise auf die negative Akzeptanz gegenüber Recycling-Baustoffen auswirken, erfolgte im Jahr 2022 für den Raum Dresden ein Vergleich. Dazu wurden einheitliche Voraussetzungen zur Ermittlung gleichwertiger Recycling- und Primärbaustoffe definiert, standardisierte Formulare erstellt, regionale Baustoffanbieter ausfindig gemacht und deren Verkaufspreise angefragt.

Im Ergebnis zeigt sich, dass Recycling-Baustoffe im Mittel günstiger angeboten werden als gleichwertige Primärbaustoffe. Einzige Ausnahme stellt Recycling-Beton dar, dessen Angebote geringfügig teurer sind. Große Preisersparnisse lassen sich vor allem im ungebundenen und hydraulisch gebundenen Straßen- und Erdbau sowie im nicht gütegesicherten Bereich erzielen. Die tatsächlichen Verkaufspreise sind demnach nicht ursächlich für die negative Akzeptanz von Recycling-Baustoffen.

### Abstract

Mineral recycled building materials are hardly used in public civil engineering and building construction projects in the area of Dresden. The competition with low-priced mineral primary building materials is named as an obstacle by regional actors.

In order to find out whether sales prices have an impact on the negative acceptance of recycled building materials, a comparison was made for the area of Dresden in 2022. For this purpose, uniform prerequisites for determining equivalent recycled and primary building materials were defined, standardised forms were created, regional building material suppliers were located and their sales prices were requested.

The result shows that recycled building materials are offered at lower prices than equivalent primary building materials in the medium. Recycled concrete is the only exception, whose offers are slightly more expensive. Above all, large price savings can be achieved in unbound and hydraulically bound road construction and earthworks as well

as in the non-quality-assured sector. Accordingly, the actual sales prices are not causal for the negative acceptance of recycled building materials.

### 1. Veranlassung

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Stadt-Land-Plus – Verbundprojekts INTEGRAL wurden im September 2021 regionale Stakeholder im Raum Dresden zu den Hemmnissen im Einsatz mineralischer Recycling-Baustoffe (RC-Baustoffe) befragt. Als ein Hemmnis nannten sie die Konkurrenz zu günstigen und gut verfügbaren Primärbaustoffen. Mineralische RC-Baustoffe seien nicht günstiger als diese. Für rezyklierte Gesteinskörnungen zur Betonherstellung müsse nach Aussage der regionalen RC-Unternehmen schätzungsweise mit 20–25 % höheren Verkaufspreisen im Vergleich zu natürlichen Gesteinskörnungen gerechnet werden. Weitere Gespräche mit öffentlichen Auftraggebern ergaben, dass diese die Verkaufspreise aufgrund fehlender Erfahrung mit RC-Baustoffen nicht hinreichend vergleichen können. Wenn sich zu den Preisen geäußert wurde, vermuteten die meisten höhere Preise für RC-Baustoffe. Diese Vermutung deckt sich mit der eher ablehnenden Haltung gegenüber diesen Stoffen.

Eine Studie des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2012 kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Verkaufspreise von Primärbaustoffen häufig „bei vergleichbaren Eigenschaften kostengünstiger sind, als dies Betriebe aus dem RC-Bereich realisieren können“ (Knappe et al., 2012, S. 49). Diese Einschätzung wird mit den hohen Kosten zur Aufbereitung der RC-Baustoffe begründet (vgl. Knappe et al., 2012, S. 89).

Der Baustoff Recycling Bayern e.V. München behauptet auf seiner Website abweichend zu den Äußerungen der regionalen Stakeholder und der Studie des Umweltbundesamtes von 2012, dass mineralische RC-Baustoffe in der Regel günstiger seien als gleichwertige Primärbaustoffe (vgl. Baustoff Recycling Bayern e.V. München (Hrsg.), 2017).

Ein umfassender, aktueller Preisvergleich zwischen mineralischen RC- und Primärbaustoffen ließ sich in



**Brenda Uhlig**  
Mitarbeiterin im Projekt INTEGRAL bei der Landeshauptstadt Dresden und externe Doktorandin am Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft der Technischen Universität Dresden

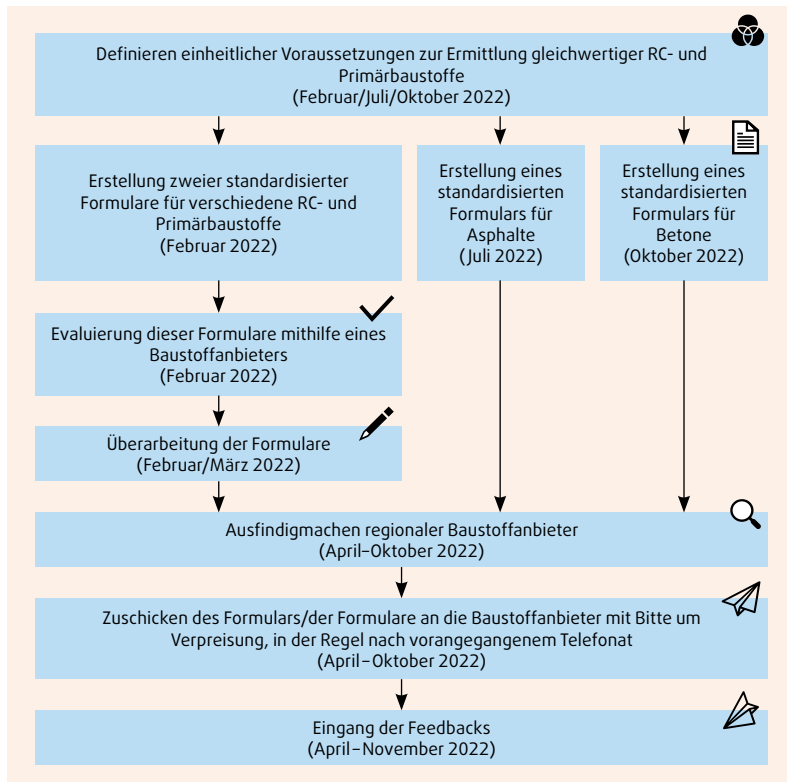


Abbildung 1  
Methodik zur Einholung der Verkaufspreise

der einschlägigen Literatur nicht finden. Um eine belastbare Aussage zu erhalten, wurde ein Vergleich der Verkaufspreise für den Raum Dresden im Jahr 2022 durchgeführt. Durch diesen Vergleich soll herausgefunden werden, ob sich die Verkaufspreise auf die negative Akzeptanz gegenüber RC-Baustoffen auswirken.

## 2. Methodik

Um die Verkaufspreise vergleichen zu können, mussten Angebote eingeholt werden. Die Methodik zur Angebotseinholung sowie der zeitliche Ablauf sind in der Abbildung 1 dargestellt.

Zunächst wurden im Februar 2022 für mineralische RC- und Primärbaustoffe einheitliche Voraussetzungen definiert, um deren Verkaufspreise miteinander vergleichen zu können. Vergleichbare Baustoffe müssen für gleichwertige Einsatzgebiete geeignet sein. Baustoffe sind dann geeignet, wenn sie den Anforderungen in den entsprechenden Regelwerken genügen. Dies wird in der Regel durch eine Gütesicherung nachgewiesen.

Nach ersten Recherchen war festzustellen, dass die RC- und Primärbaustoffanbieter ihre zu verkaufenden Baustoffe teilweise unterschiedlich benannten, keine geeigneten Einsatzgebiete auswiesen und nicht angaben, ob sie eine Gütesicherung durchlaufen haben. Zudem existierten bei den Gesteinskörnungen unterschiedliche Verkaufspreise in Abhängigkeit von den Korngrößen. Einige Unternehmen verlangten einen Zuschlag, falls nur geringe Mengen gekauft werden sollten. Zusammenfassend mussten die folgenden Angaben der Baustoffe für vergleichbare Verkaufspreise übereinstimmen:

- ◆ Eignung für ein bestimmtes Einsatzgebiet,
- ◆ Einhaltung der dafür erforderlichen Eigenschaften (i.d.R. Nachweis durch Gütesicherung),

- ◆ Korngröße,
- ◆ keine geringen Mengen (unter 10 t),
- ◆ Verkauf ab Werk und
- ◆ Angabe in €/t netto.

Auf dieser Grundlage wurden zwei standardisierte Formulare mit Listen für verschiedene RC- und Primärbaustoffe wie Gesteinskörnungen und Boden zur Abfrage der Verkaufspreise erarbeitet. Nach Evaluierung dieser Formulare durch einen regionalen Baustoffanbieter erfolgte eine abschließende Überarbeitung. Zum Beispiel wurden zusätzliche Spalten angelegt, in denen die Unternehmen den Zertifizierungsstatus ihrer angebotenen Baustoffe eintragen sollten. Hintergrund war, dass vor allem RC-Baustoffe oftmals ohne Gütesicherung offeriert wurden. Zusätzlich konnten die Unternehmen weitere Baustoffe in den Formularen anbieten, die in den standardisierten Listen nicht aufgeführt waren.

In dem standardisierten Formular zu RC-Baustoffen wurden auch die Verkaufspreise für verschiedene Korngrößen an rezyklierten Gesteinskörnungen zur Betonherstellung abgefragt. Dabei ist anzumerken, dass durch Gespräche mit Baustoffanbietern bereits vor diesem Preisvergleich davon ausgegangen werden konnte, dass im Zeitraum der Angebotsabfragen voraussichtlich kein Unternehmen in der Region Dresden gütegesicherte rezyklierte Gesteinskörnungen für diesen Anwendungsbereich herstellt. Jedoch äußerte ein Unternehmen, dass es in der Vergangenheit eine Gütesicherung zur Herstellung rezyklierter Gesteinskörnungen für Beton vorweisen konnte. Dieses Unternehmen ließ die Gütesicherung jedoch auslaufen, da es an der Nachfrage scheiterte. Durch dieses Hintergrundwissen und in der Absicht, weitere Unternehmen mit ausgereifterer oder angestrebter Gütesicherung ausfindig zu machen, wurden rezyklierte Gesteinskörnungen zur Betonherstellung in die Liste aufgenommen.

Nach Erstellung dieser beiden standardisierten Formulare waren regionale Verkäufer mineralischer RC- und/oder Primärbaustoffe durch Recherchen im Internet zu eruiieren. Mithilfe einer Datenbank der Professur für Landmanagement der Technischen Universität Dresden, die Entsorgungsunternehmen im ostsächsischen Raum erfasst, konnten regionale RC-Unternehmen ermittelt werden. Da weite Transportstrecken mineralischer Stoffe sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit und Ökologie auswirken, sollten Unternehmen angefragt werden, die sich im Umkreis von 30 km vom Dresdner Zentrum befinden. Dieser Radius wurde im Verlauf der Abfrage auf max. 90 km (Luftlinie) erweitert, um zusätzliche Preisangaben und damit eine bessere Vergleichbarkeit zu erhalten.

Nachdem regionale RC-Unternehmen und Tagebaue ausfindig gemacht wurden, wurde diesen eine E-Mail mit der beziehungsweise den standardisierten Formularen und Bitte um Verpreisung zugeschickt. Dieser E-Mail ging in der Regel ein Telefonat voraus. In diesem wurde neben den Ansprechpartnern abgefragt, ob das jeweilige Unternehmen RC- und/oder Primärbaustoffe anbietet. Es ist möglich, dass Unternehmen sowohl einen Tagebau als auch eine Recyclinganlage betreiben.

Im zweiten und dritten Quartal 2022 wurden die aktuellen Verkaufspreise von insgesamt 48 regionalen

## Preisvergleich mineralischer Recycling- und Primärbaustoffe

len Unternehmen angefragt. Die Feedbacks dieser angefragten Unternehmen sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Aus der Tabelle 1 wird ersichtlich, dass nur elf der 48 angefragten Unternehmen ein Angebot abgaben. Aufgrund dieser recht geringen Anzahl wurde im Anschluss auf den Websites der restlichen angefragten Unternehmen recherchiert, ob diese ihre Preislisten öffentlich zur Verfügung stellen. Dies war bei neun Unternehmen der Fall.

Zusätzlich wurden vier regionale Asphalthersteller angefragt mit der Bitte, ihre Verkaufspreise für Asphaltmischgut mit und ohne Verwendung von Asphaltgranulat oder anderen rezyklierten Gesteinskörnungen auszuweisen. Hierfür wurde ebenfalls ein standardisiertes Formular für gängige Sorten an Asphalttrag-, Asphaltbinder- und Asphaltdeckschichten erstellt und versendet. Beim Asphaltmischgut mit Asphaltgranulat oder anderen rezyklierten Gesteinskörnungen sollten die Anbieter zudem den prozentualen Anteil des Asphaltgranulats/der anderen rezyklierten Gesteinskörnungen benennen. Zwei der vier Asphalthersteller gaben ein Angebot ab, wovon einer ebenfalls das standardisierte Formular zu den weiteren RC-/Primärbaustoffen verpreiste.

Durch vorherige Untersuchungen war bekannt, dass RC-Beton im Jahr 2022 von Betonherstellern in der Region Dresden aufgrund fehlender Nachfrage und Verfügbarkeit an gütegesicherten rezyklierten Gesteinskörnungen zur Betonherstellung nicht standardmäßig angeboten wurde. Allerdings konnte RC-Beton erstmalig in Dresden im dritten Quartal 2022 für die Bodenplatte des Sporthallenneubaus der 85. Grundschule geliefert und verwendet werden. Zudem verfügen mehrere regional ansässige Betonhersteller über weitere Betonwerke, beispielsweise in Berlin, in denen bereits RC-Beton hergestellt wurde (vgl. Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (Hrsg.), 2022). Aufgrund der hohen CO<sub>2</sub>-Belastung durch die Herstellung von Beton sowie den Debatten in der Öffentlichkeit und Politik zu verstärkter Nachhaltigkeit stehen Betonhersteller besonders unter Druck, ihre Produkte ökologischer zu gestalten. Aus diesen Gründen wurde angenommen, dass regionale Betonhersteller an der Produktion von RC-Beton interessiert sein könnten.

Im Oktober 2022 wurden deshalb sechs regionale Betonhersteller angefragt, ob sie prinzipiell – mit einer gewissen Vorlaufzeit – gütegesicherten RC-Beton unter Verwendung der rezyklierten Gesteinskörnungen Betonsplitt (Typ 1) in/bei Dresden herstellen können und mit welchen ungefähren Verkaufspreisen netto in €/m<sup>3</sup> zu rechnen ist. Von einer Anfrage nach RC-Beton mit den rezyklierten Gesteinskörnungen Bauwerksplitt (Typ 2) wurde abgesehen, da im Zeitraum der Untersuchungen nur zwei deutsche Unternehmen in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz bekannt waren, die diese rezyklierten Gesteinskörnungen gütegesichert anbieten (vgl. Mostert et al., 2021, S. 70). Der herzustellende RC-Beton sollte der Druckfestigkeitsklasse C30/37 genügen sowie die Korngröße 0/16 mm und die Expositionsklassen XC4, XF1 und XA1 besitzen. Von den sechs angefragten Betonherstellern ga-

Feedback	Anzahl der Unternehmen
<b>positiv</b>	<b>Σ 11</b>
Verpreisung des standardisierten Formulars beziehungsweise der standardisierten Formulare	9
Zusendung einer eigenen Preisliste	1
telefonische Nennung des Verkaufspreises (Unternehmen bot nur einen gütegesicherten Baustoff an)	1
<b>negativ</b>	<b>Σ 37</b>
keine Antwort	28
keine Verpreisung, weil:	
– reine Transportunternehmen beziehungsweise Zwischenhändler	3
– keine Ausrichtung auf bautechnische Zwecke	2
– kein Verkauf größerer Mengen	1
– Dresden befindet sich nicht im Liefergebiet	1
– Tagebau wird gegenwärtig nur verfüllt und die Erlaubnis für einen neuen steht noch aus	1
– keine Datenbereitstellung gewünscht	1

Tabelle 1  
Feedbacks der angefragten Baustoffanbieter

ben drei ein Angebot für den Primärbeton ab und sie nannten ihre voraussichtlichen Verkaufspreise für den RC-Beton.

Insgesamt konnten somit die Angebote von

- ◆ drei Unternehmen für Beton,
- ◆ einem Unternehmen für Asphaltmischgut,
- ◆ einem Unternehmen für Asphaltmischgut und die weiteren mineralischen Baustoffe sowie
- ◆ 20 Unternehmen für die weiteren mineralischen Baustoffe

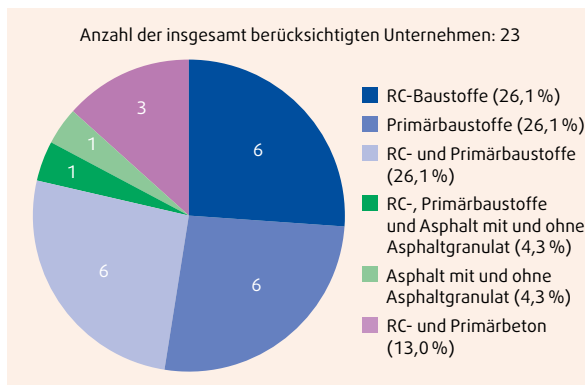
für den Preisvergleich herangezogen werden.

### 3. Auswertung

In der Regel verkauften RC-Unternehmen und Tagebaue nicht sämtliche gütegesicherte Baustoffe für die angefragten Einsatzbereiche und Korngrößen. Da keine oder wenige Angebote für einige abgefragte Baustoffe in den standardisierten Formularen vorlagen, konnten diese nicht verglichen oder mussten in der finalen Auswertung zusammengefasst werden. Durch deren Wegfall gingen nur 23 der 25 Unternehmen mit ihren Angeboten in die finale Auswertung ein. Beispielsweise entfielen die Vergleiche der Gesteinskörnungen in der Korngröße 16/32 mm zur Beton- oder Asphaltherstellung und die Gesteinskörnungen der Korngrößen 0/32 und 0/45 mm zur Herstellung ungebundener und hydraulisch gebundener Gemische wurden zusammengefasst. Ein Unternehmen gab unterschiedliche Verkaufspreise für seine beiden Werke an. Bei den auswertbaren Baustoffen handelt es sich neben Beton und Asphaltmischgut um

- ◆ Gesteinskörnungen zur Betonherstellung,
- ◆ Gesteinskörnungen/Asphaltgranulat zur Asphaltherstellung,
- ◆ Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische im Verkehrswegebau,
- ◆ Frostschuttschichten,
- ◆ Boden zur Herstellung von Erdbauwerken,
- ◆ nicht gütegesicherte Gesteinskörnungen,
- ◆ nicht gütegesichertes (Aus-)Sieb-/Füllmaterial und
- ◆ Oberboden

Abbildung 2  
Anzahl der berücksichtigten Unternehmen, unterteilt nach Baustoffen



in teilweise unterschiedlichen Korngrößen beziehungsweise Siebungen.

Die Anbieter mineralischer Baustoffe (außer Asphaltmischgut und Beton) verkauften entweder ausschließlich RC-Baustoffe (6), ausschließlich Primärbaustoffe (6) oder sowohl RC- als auch Primärbaustoffe (6). Asphaltmischgut wurde von den beiden Asphaltherstellern mit als auch ohne Asphaltgranulat angeboten, wovon einer ebenfalls weitere mineralische RC- und Primärbaustoffe offerierte. Die drei Betonhersteller verkauften zum Zeitpunkt der Angebotsanfrage im Raum Dresden standardmäßig nur normalen Beton. Perspektivisch ist jedoch zu erwarten, dass diese Betonhersteller zusätzlich RC-Beton in ihre Angebotslisten aufnehmen werden. Zur besseren Übersicht ist die Anzahl der in der Auswertung berücksichtigten Unternehmen, unterteilt nach ihren angebotenen Baustoffen, als Kreisdiagramm in der Abbildung 2 dargestellt.

Von den 13 Primärbaustoffenanbietern (außer Beton und Asphaltmischgut) betreiben zehn Sand-/Kiesgruben, zwei einen Steinbruch und einer sowohl Sand- und Kiesgruben als auch Steinbrüche. Interessant war, dass die meisten Unternehmen nicht nur einen Leistungsbereich ausüben. Zum Beispiel boten 15 der 23 Unternehmen ( $\pm 65,2\%$ ) entweder selbst oder ein Unternehmen ihres Unternehmensverbundes Bauleistungen, vorwiegend im Tiefbau, an.

In der Tabelle 2 ist die Auswertung der Verkaufspreise zusammengefasst. Die prozentualen Preisunterschiede der RC-Baustoffe im Vergleich zu den Primärbaustoffen sind in den letzten drei Spalten (Spalten 8–10) der Tabelle 2 für jeden betrachteten Baustoff dargestellt. Verglichen werden die einzelnen Baustoffe bezüglich ihrer jeweiligen Minima (Spalte 8), Mittelwerte (Spalte 9) und Mediane (Spalte 10).

Die prozentualen Unterschiede zwischen den jeweils günstigsten RC- und Primärbaustoffen (Spalte 8) sind angegeben, da bei öffentlichen Ausschreibungen gegenwärtig das wirtschaftlichste Angebot üblicherweise einzig aufgrund des günstigsten Preises bestimmt wird. Allerdings kann dieser Vergleich den Gesamteindruck stark verzerren, wenn zum Beispiel ein Unternehmen einen Baustoff deutlich günstiger anbietet als die restlichen. Deshalb sind für einen belastbaren Vergleich auch die prozentualen Unterschiede der jeweiligen Mittelwerte und Mediane dargestellt. Ein Vergleich der Mediane ist vor allem dann sinnvoller als ein Vergleich der Mittelwerte, wenn ein oder mehrere Angebote für einen bestimmten RC- oder Primärbaustoff stark von den restlichen abweichen.

Da der Median im Gegensatz zum Mittelwert gegen Ausreißer robust ist, werden im Folgenden zunächst die Preisunterschiede auf Grundlage der Mediane ausgewertet (Spalte 10). Demnach sind RC-Baustoffe – bis auf RC-Beton – stets günstiger als die gleichwertigen Primärbaustoffe (siehe grün hinterlegte Zellen in der Tabelle 2). Die Preisunterschiede für Asphaltmischgut mit anteilig Asphaltgranulat ( $-13,7$  bis  $-17,2\%$ ) und rezyklierte Gesteinskörnungen zur Betonherstellung ( $-19,7$  bzw.  $-26,9\%$ ) fallen im Vergleich zu den jeweils gleichwertigen Primärbaustoffen geringer aus. Hingegen sind die Preisersparnisse der RC-Baustoffe für den ungebundenen Straßen- und Erdbau sowie außerhalb technischer Bauwerke (Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische, Frostschutzschichten, Boden für Erdbauwerke, (Aus-)Sieb-/Füllmaterial sowie Oberboden) mit jeweils – größtenteils weit – über  $32,6\%$  deutlich. Auch die nicht gütegesicherten rezyklierten Gesteinskörnungen werden überwiegend wesentlich günstiger angeboten als die natürlichen Gesteinskörnungen. Nur RC-Beton ist nach diesem Preisvergleich mit  $8,5\%$  geringfügig teurer als Beton mit rein natürlichen Gesteinskörnungen.

Die Verkaufspreise der Gesteinskörnungen beziehungsweise des Asphaltgranulats zur Asphaltmischgutherstellung lassen sich nicht direkt miteinander vergleichen, da Angebote für Gesteinskörnungen in den Korngrößen 0/2, 2/8 und 8/16 mm vorliegen, für Asphaltgranulat hingegen ein Angebot in der Korngröße 0/16 mm. Wird jedoch beispielsweise davon ausgegangen, dass sich ein Asphaltmischgut zu  $32,5\%$  aus der Korngröße 0/2,  $40\%$  aus 2/8 und  $27,5\%$  aus 8/16 mm (vgl. Anhang E Bild E 6 TL Asphalt-StB 07/13) zusammensetzt, ist das angebotene Asphaltgranulat  $30,7\%$  günstiger als die natürlichen Gesteinskörnungen, bezogen auf die jeweiligen Mediane. Dieses Ergebnis deckt sich damit, dass Asphaltmischgut mit anteilig Asphaltgranulat ebenfalls durchweg günstiger ist als Asphaltmischgut mit rein natürlichen Gesteinskörnungen.

Nahezu dieselben Ergebnisse wie dieser Vergleich der Mediane liefern die Vergleiche der geringsten und durchschnittlichen Verkaufspreise (Spalten 8 und 9): Auch bei diesen Vergleichen ist RC-Beton geringfügig teurer als Beton mit rein natürlichen Gesteinskörnungen, während sämtliche andere RC-Baustoffe größtenteils günstiger erhältlich sind als die gleichwertigen Primärbaustoffe. Ebenfalls ist die Tendenz erkennbar, dass die Preisunterschiede der RC-Baustoffe für Beton- und Asphaltanwendungen deutlich geringer ausfallen (bis zu  $-29,6\%$ ) als für Einsatzgebiete im ungebundenen Straßen- und Erdbau sowie außerhalb technischer Bauwerke (bis zu  $-88,4\%$ ). Abweichend lässt sich eine geringfügige Preiserhöhung beim Vergleich der günstigsten Angebote für rezyklierte Gesteinskörnungen der Korngröße 8/16 mm zur Betonherstellung ( $6,4\%$ ) sowie beim Vergleich der durchschnittlichen Angebote für nicht gütegesicherte rezyklierte Gesteinskörnungen der Korngröße 32/45–63 mm ( $7,1\%$ ) feststellen.

#### 4. Fehleranalyse und Streuungen

An diesem durchgeführten Preisvergleich ist insbesondere kritisch zu betrachten, dass zur Ermittlung der



## Preisvergleich mineralischer Recycling- und Primärbaustoffe

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2023 - (esv-campus.de) - 26.09.2023 - 09:18 - (ds) DOI: 10.37307/j.1863-9763.2023.04.07

Baustoff	Angebote				Preisvergleich zwischen RC- und Primärbaustoffen				
	RC-Baustoffe		Primärbaustoffe		Abweichung günstigster Preis RC zu Primär in %	Abweichung Mittelwert RC zu Primär in %	Abweichung Median RC zu Primär in %		
	Anzahl Angebote	empirischer Variationskoeffizient in %	Anmerkung	Anzahl Angebote					empirischer Variationskoeffizient in %
Gesteinskörnungen für Betonherstellung, gütegesichert (DIN EN 12620)	Korngröße 2/8 mm	1			5	18,43	-3,85	-24,65	-19,74
	Korngröße 8/16 mm	2	23,57	Zertifizierung aktuell in Arbeit bzw. ausgelaufen	6	26,94	6,38	-25,96	-26,92
Beton, gütegesichert (DIN EN 206)	C30/37, Korngröße 0/16 mm, XC4/XF1/XA1	3	5,40	vs./geschätzt; RC-Beton mit 25 Vol.-% rezyklierte Gesteinskörnungen, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung	3	3,93	4,92	7,07	8,45
Gesteinskörnungen /Asphaltgranulat für Asphaltherstellung, gütegesichert (DIN EN 13043 bzw. DIN EN 13108-8)	Korngröße 0/2 mm	-			9	34,29			
	Korngröße 2/8 mm	-			2	6,73	-18,48*	-29,62*	-30,68*
Asphaltmischgut, gütegesichert (DIN EN 13108-20/21)	Korngröße 8/16 mm	-			2	6,73			
	Asphaltgranulat 0/16 mm	1			-				
Asphalttragschicht (AC 16 TN 70/100)	Asphalttragschicht (AC 16 TN 70/100)	2	2,15		2	1,79	-17,09	-16,88	-16,88
	Asphalttragschicht (AC 22 TS 50/70)	2	5,13	Asphaltmischgut mit 30% Asphaltgranulat, Rest natürliche Gesteinskörnungen/Bitumen	2	4,25	-17,70	-17,17	-17,17
Asphaltbinderschicht (AC 16 BS 25/55-55; AC 22 BS 25/55-55)	Asphaltbinderschicht (AC 16 BN 50/70)	2	1,79		2	1,53	-14,60	-14,44	-14,44
	Asphaltbinderschicht (AC 16 BS 25/55-55; AC 22 BS 25/55-55)	2	7,27		2	6,27	-14,29	-13,65	-13,65
Asphaltdeckschicht (AC 8 DN 70/100)	Asphaltdeckschicht (AC 8 DN 70/100)	2	7,19		2	6,15	-15,15	-14,49	-14,49
	Asphaltdeckschicht (AC 11 DN 70/100; AC 11 DS 50/70)	2	5,35		2	7,88	-13,04	-14,66	-14,66
Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische im Verkehrswegebau, gütegesichert (DIN EN 13242)	Korngröße 0-5/32-45 mm	5	37,02		4	21,95	-87,5	-72,72	-67,06
	Korngröße 0/32 oder 0/45 mm	8	45,49		9	20,34	-46,43	-41,37	-54,04
Frostschuttschicht, gütegesichert (DIN EN 13285)	Korngröße 0/32 oder 0/45 mm	3	54,15		6	39,89	-58,14	-56,30	-48,19
	Korngröße 0/2 oder 0/4 mm	5	84,18		9	37,69	-76,19	-43,08	-51,63
Boden zur Herstellung von Erdbauwerken nach ZTV E-StB bzw. Nr.2 ZTV LW	Korngröße 2/8 oder 4/8 mm	1			2	0,41	-58,07	-58,19	-58,19
	Korngröße 4/16 oder 8/16 mm	4	89,37		5	28,13	-83,64	-38,77	-47,92
Gesteinskörnungen, nicht gütegesichert	Korngröße 8/32 oder 16/32 mm	2	83,06		5	23,85	-52,73	-14,32	-6,25
	Korngröße 0/32 oder 0/45 mm	7	59,84		6	39,89	-88,37	-37,29	-41,97
(Aus-)Sieb-/Füllmaterial, nicht gütegesichert	Korngröße 32/45-63 mm	2	86,54		5	33,48	-15,58	7,14	-1,59
	Korngröße 0/2-50 mm oder keine Angabe	10	52,44		6	42,12	-73,33	-70,75	-70,87
Oberboden, ungesiebt	keine Angabe	2	17,68		2	21,86	-46,89	-48,69	-48,69
Oberboden, gesiebt	Korngröße 0/15-25 mm oder keine Angabe	6	58,55		2	1,99	-51,20	-8,46	-32,64

\* Annahme: Asphaltgranulat 0/16 mm im Vergleich zu dem natürlichen Gemisch aus 32,5% der Korngröße 0/2 mm, 40% 2/8 mm und 27,5% 8/16 mm.

Tabelle 2: Auswertung der Verkaufspreise von RC- und Primärbaustoffen

Preisunterschiede teilweise nur weniger als drei Angebote für einen RC- oder Primärbaustoff miteinander verglichen wurden. Dies ist zum Beispiel bei rezyklierten Gesteinskörnungen zur Betonherstellung, Asphaltgranulat zur Asphaltherstellung und ungesiebttem Boden der Fall. Obwohl auch für Asphaltmischgut jeweils nur zwei Angebote miteinander verglichen werden konnten, werden diese Preise als recht stabil eingeschätzt, da die beiden befragten Asphaltmischwerke sowohl Asphaltmischgut mit als auch ohne Asphaltgranulat verpreisten. Beide Mischwerke weichen zudem in ihren Angebotspreisen nur geringfügig voneinander ab.

Bei den Unternehmen, die ihre Verkaufspreise auf ihrer Website veröffentlicht haben, konnte nicht immer eindeutig abgegrenzt werden, ob es sich bei dem jeweils angebotenen Baustoff um einen recycelten oder natürlichen handelt. Verschärft wurde dieses Problem vor allem, wenn die Unternehmen sowohl RC- als auch Primärbaustoffe verkauften. Beispielsweise kann die Bezeichnung „Mineralgemisch“, „Brechsand“ oder „Boden“ ohne weitere Beschreibung sowohl RC- als auch Primärbaustoffe umfassen. In solch unklaren Fällen war ein Eingang dieser Baustoffe in die Auswertung nicht möglich.

Es wurden bei den nicht gütegesicherten Gesteinskörnungen und dem (Aus-)Sieb-/Füllmaterial nur Stoffe betrachtet, bei denen angegeben wurde beziehungsweise davon ausgegangen werden konnte, dass sie keine Gütesicherung durchlaufen haben. Diese Abgrenzung führte dazu, dass für diese Bereiche gütegesicherte Stoffe außer Acht gelassen wurden, obwohl sie beispielsweise ebenfalls als Füllmaterial verwendet werden können. Eine Beachtung sowohl der nicht gütegesicherten als auch der gütegesicherten Stoffe für nicht gütegesicherte Bereiche würde überwiegend dazu führen, dass die gütegesicherten Stoffe die mittleren/durchschnittlichen Verkaufspreise erhöhen. Jedoch boten auch einige Unternehmen für bestimmte Korngrößen nur gütegesicherte Stoffe an, die teilweise günstiger waren als die nicht gütegesicherten Stoffe anderer Anbieter. Diese günstigen gütegesicherten Stoffe konnten sich durch deren Nichtbeachtung allerdings nicht positiv auf die Verkaufspreise der nicht gütegesicherten Stoffe auswirken.

Eine Sand-/Kiesgrube, die das standardisierte Formular zu den RC-Baustoffen verpreiste, hatte ebenfalls eine Preisliste auf ihrer Website veröffentlicht. Allerdings sind die tatsächlich angebotenen Verkaufspreise teilweise um bis zu 30 % geringer als auf der Website angegeben. Für den Preisvergleich herangezogen wurden nur die angegebenen Verkaufspreise in dem standardisierten Formular. Dieses Beispiel zeigt, dass einzelne Unternehmen einen Rabatt auf die individuell verpreisten Angebote gewähren konnten. Die Preislisten auf den Websites sind dagegen preisstabiler, da diese meist als Jahreslisten für 2022 veröffentlicht waren.

Ebenfalls könnte die historisch hohe Inflation in Deutschland im Jahr 2022 im Vergleich zum Jahr 2021 Preisschwankungen begünstigt und sich in den teilweise erhöhten Preisunterschieden niedergeschlagen haben. Beispielsweise gab das Statistische Landesamt

des Freistaates Sachsen Baupreiserhöhungen von ca. 23 % für die Errichtung von Neuwohngebäuden und Ingenieurbauwerken für August 2022 im Vergleich zum Vorjahresmonat an (vgl. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.), 2022). Einige Unternehmen könnten zum Zeitpunkt der Angebotsanfrage ihre Verkaufspreise bereits an ein höheres Preisniveau angepasst haben, während bei anderen Unternehmen eine Preisanpassung noch bevorstand. Da die Inflation jedoch sowohl Anbieter von RC- als auch Primärbaustoffen betraf, wird angenommen, dass sich die Auswirkung der Inflation im durchschnittlichen Vergleich neutralisiert hat.

Die einzelnen Verkaufspreise eines RC- oder Primärbaustoffs weichen teilweise stark voneinander ab. Um beschreiben zu können, wie weit die einzelnen Verkaufspreise um den jeweiligen empirischen Mittelwert streuen, ist jeweils der empirische Variationskoeffizient in den Spalten 4 und 7 der Tabelle 2 angegeben. Der empirische Variationskoeffizient stellt ein relatives Streuungsmaß dar, wodurch die Streuungen der einzelnen RC- und Primärbaustoffe miteinander verglichen werden können. Je größer der Wert des empirischen Variationskoeffizienten ist, desto mehr weichen die einzelnen Verkaufspreise vom jeweiligen Mittelwert ab. Der empirische Variationskoeffizient berechnet sich nach der Formel 1.

$$v = \frac{s}{\bar{x}}$$

Formel 1: Empirischer Variationskoeffizient

$v$  – empirischer Variationskoeffizient  
 $s$  – empirische Standardabweichung  
 $\bar{x}$  – empirischer Mittelwert

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Verkaufspreise sowohl für die RC- als auch Primärbaustoffe für Beton- und Asphaltanwendungen sowie ungesiebttem Boden vergleichsweise eng beieinander liegen ( $v \leq 34,3\%$ ). Die Verkaufspreise der Stoffgemische Beton und Asphalt streuen dabei am wenigsten ( $v \leq 7,9\%$ ). Im sonstigen Straßen- und Erdbau sowie außerhalb technischer Bauwerke ist der empirische Variationskoeffizient für RC-Baustoffe erhöht ( $37,0\% \leq v \leq 89,4\%$ ). Vor allem die Verkaufspreise für nicht gütegesicherte rezyklierte Gesteinskörnungen streuen sehr stark. Abweichend zu den RC-Baustoffen fallen die empirischen Variationskoeffizienten der Primärbaustoffe auch im sonstigen Straßen- und Erdbau sowie außerhalb technischer Bauwerke vergleichsweise gering aus ( $v \leq 42,1\%$ ).

Ein möglicher Erklärungsansatz für die hohen Preisunterschiede der einzelnen nicht gütegesicherten rezyklierten Gesteinskörnungen ist, dass diese sehr unterschiedliche qualitative Eigenschaften aufweisen können. Beispielsweise bot ein RC-Unternehmen Gesteinskörnungen der Korngröße 0/32 bzw. 0/45 mm sowohl aus aufbereiteten Beton- als auch aus Ziegelabfällen an. Allerdings sind die Gesteinskörnungen aus aufbereiteten Betonabfällen um den Faktor 9,8 teurer als die aus aufbereiteten Ziegelabfällen.

Die unterschiedlichen Spannweiten der RC- und Primärbaustoffe sollen durch die Box-Plots in der Abbildung 3 am Beispiel der Asphaltmischgutsorte AC 16 TN 70/100 und den nicht gütegesicherten Gesteinskör-

## Preisvergleich mineralischer Recycling- und Primärbaustoffe

nungen der Korngröße 4/16 bzw. 8/16 mm grafisch veranschaulicht werden. Um eine Ausweisung der tatsächlichen Verkaufspreise zu umgehen, werden die mittleren Verkaufspreise der RC-Baustoffe auf 100 % festgelegt. Sämtliche andere Werte beziehen sich darauf.

In beiden Diagrammen lässt sich zunächst erkennen, dass die mittleren Verkaufspreise (Mediane) der RC-Baustoffe geringer sind als die der gleichwertigen Primärbaustoffe. Der mittlere Preisunterschied des Asphaltmischguts mit Asphaltgranulat im Vergleich zum Asphaltmischgut mit rein natürlichen Gesteinskörnungen ist deutlich geringer (-16,9%) als der der nicht gütegesicherten rezyklierten Gesteinskörnungen im Vergleich zu den natürlichen Gesteinskörnungen (-47,9%). Die Interquartilsabstände und Spannweiten des Asphaltmischguts mit Asphaltgranulat sowie des Asphaltmischguts mit rein natürlichen Gesteinskörnungen sind gleich groß<sup>1</sup>. Hingegen weisen die nicht gütegesicherten rezyklierten Gesteinskörnungen einen deutlich größeren Interquartilsabstand und Streubereich auf als die nicht gütegesicherten natürlichen Gesteinskörnungen. Die einzelnen angebotenen Verkaufspreise dieser rezyklierten Gesteinskörnungen streuen folglich mehr als die der natürlichen Gesteinskörnungen. Verglichen mit dem Asphaltmischgut lässt sich insgesamt eine deutlich größere Streuung der nicht gütegesicherten Gesteinskörnungen feststellen.

### 5. Zusammenfassung und Interpretation

Der Preisvergleich zeigt, dass RC-Baustoffe in der Region Dresden gegenwärtig im Mittel günstiger angeboten werden als gleichwertige Primärbaustoffe, mit Ausnahme von RC-Beton. Große Preisersparnisse von RC im Vergleich zu Primärbaustoffen lassen sich vor allem im ungebundenen/hydraulisch gebundenen Straßen- und Erdbau sowie im nicht gütegesicherten Bereich außerhalb technischer Bauwerke erzielen (im Mittel meist -32,6 bis -70,9%). Die Schwachstellen des Vergleichs, wie beispielsweise geringe Angebotszahlen von unter drei Stück für einige Baustoffe oder hohe Angebotsunterschiede für rezyklierte Gesteinskörnungen für nicht gütegesicherte Anwendungsbereiche, sind unter Punkt 4 beschrieben.

RC-Beton ist im Vergleich zu Primärbeton im Mittel geringfügig um 8,5% teurer, obwohl die rezyklierten Gesteinskörnungen im Vergleich zu natürlichen Gesteinskörnungen zur Betonherstellung im Mittel günstiger sind. Erklären lassen sich die höheren Verkaufspreise für RC-Beton nach Rückfragen und Literaturrecherchen mit der aktuell mangelnden/geringen Erfahrung regionaler Betonhersteller und den Kosten für ein erstmaliges Inverkehrbringen im Raum Dresden (vgl. Mettke et al., 2015, S. 36). Gegenwärtig bietet kein Betonhersteller im Dresdner Raum standardmäßig RC-Beton zum Verkauf an, sodass sich die angege-

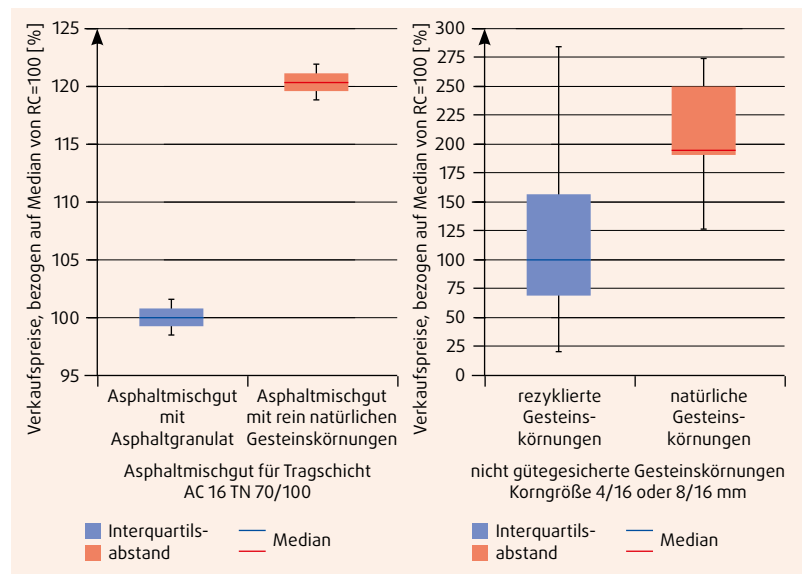


Abbildung 3  
Box-Plots am Beispiel zweier RC- und Primärbaustoffe

benen Verkaufspreise auf voraussichtliche Annahmen beziehen. Unsicherheiten bezüglich einer veränderten Betonrezeptur, neuen Lagerkapazitäten für rezyklierte Gesteinskörnungen und der Kostenumschlag für die Zertifizierung des RC-Betons stellen Gründe für die höheren Verkaufspreise dar.

Ursächlich für das fehlende Angebot an RC-Beton im Raum Dresden ist, dass im Zeitraum der Angebotsabgaben kein RC-Unternehmen einen Nachweis der Gütesicherung für die rezyklierten Gesteinskörnungen vorlegen konnte. Die beiden RC-Unternehmen, die ein Angebot abgaben, bezogen sich bei ihrer Preisermittlung auf voraussichtliche Verkaufspreise beziehungsweise Verkaufspreise aus der Vergangenheit. Während das eine Unternehmen in den nächsten Monaten nach der Angebotsabgabe eine Gütesicherung für rezyklierte Gesteinskörnungen zur Betonherstellung durchführte, konnte das andere Unternehmen früher eine Gütesicherung vorweisen.

Perspektivisch ist bei hoher Nachfrage zu vermuten, dass RC-Beton ebenfalls günstiger als Primärbeton erhältlich sein könnte, da die rezyklierten Gesteinskörnungen bereits bei diesem durchgeführten Vergleich im Mittel günstiger angeboten wurden als natürliche Gesteinskörnungen. Hier könnte es Parallelen zum Asphaltmischgut geben: Der Preisvergleich ergab, dass sowohl Asphaltgranulat als auch Asphaltmischgut mit anteilig Asphaltgranulat günstiger angeboten wurden als die gleichwertigen Primärbaustoffe. Allerdings sind die mittleren prozentualen Preisersparnisse für Asphaltgranulat (-30,7% bei der oben aufgeführten Annahme) höher als für das Gemisch Asphalt (-13,7 bis -17,2%) in Bezug auf die gleichwertigen Primärbaustoffe. Die Preisersparnisse des Asphaltgranulats können folglich nicht vollständig auf das daraus hergestellte Asphaltmischgut übertragen werden. Dies ist naheliegend, da Asphaltgranulat nur 20 bzw. 30 % des Asphaltmischguts ausmacht. Die restlichen Anteile bilden natürliche Gesteinskörnungen und Bitumen. Für RC-Beton wurden in dem Preisvergleich die Expositions-klassen XC4/XF1/XA1 vorgegeben. Nach Nr. 3 Abs. 2 Tab. 5 DafStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach

<sup>1</sup> Hinweis: Der Interquartilsabstand liegt zwischen dem 0,25- und 0,75-Quantil. Folglich umfasst er den Wertebereich, in dem sich die mittleren 50 % der Daten (Verkaufspreise) befinden. Er ist in dem Diagramm als Box dargestellt. Die Spannweite gibt die gesamte Größe des Wertebereiches (Differenz zwischen Maximum und Minimum) an. Sie ist grafisch durch die beiden Whisker (abgeschlossene Striche) begrenzt.





# Klimaschutzrecht auf einen Blick

Die wichtigsten **Entwicklungen, Spannungsfelder und Einzelfragen des Klimaschutzrechts** stellt Ihnen diese prägnante Einführung zusammen. In einem umfassenden Bild, das alle rechtlichen Ebenen zueinander gut verständlich in Bezug setzt. Im Fokus der **rundum aktualisierten 3. Auflage** stehen u.a.:

- ▶ **Internationale Ebene:** Beschlüsse der Klimakonferenz von **Scharm El-Scheich 2022** und weitere Klimaabkommen, Haftung und Umgang mit grenzüberschreitenden Klimaschäden, Wege zu einem internationalen Emissionshandel
- ▶ **Europäische Ebene:** EU-Klimagesetz, EU-Klimapaket, Green Deal der EU-Kommission, geplante Verschärfungen des EU-Emissionshandelssystems, EU-Energieeffizienzrichtlinie, CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystem in Europa, Beschlusslage zur E-Mobilität u. a.
- ▶ **Nationale Ebene:** Bundes-Klimaschutzgesetz und Implikationen der BVerfG-Klimabeschlüsse, Auswirkungen der Wiederinbetriebnahme bereits stillgelegter Kohlekraftwerke (Lützerath), Brennstoffemissionshandel und Abfallverbrennung ab 2024, forcierter Windkraftausbau und Konflikte mit dem Artenschutz u. v. m.

## Inklusive Add-on mit Updates

Ein digitales Add-on bietet neben **Multiple-Choice-Fragen, Vorschriftentexten, Gerichtsentscheidungen** und anderen Dokumenten auch **Updates zu aktuellen Entwicklungen** wie dem Ökostromausbau und dem Kohleausstieg.

**ESV** ERICH  
SCHMIDT  
VERLAG  
*Auf Wissen vertrauen*

Bestellungen bitte an den Buchhandel oder:  
Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG  
Genthiner Str. 30 G · 10785 Berlin  
Tel. (030) 25 00 85-265  
Fax (030) 25 00 85-275  
ESV@ESVmedien.de · www.ESV.info



## Grundzüge des Klimaschutzrechts

Von Prof. Dr. jur. Walter Frenz, Maître en Droit Public, Professor für Berg-, Umwelt- und Europarecht, RWTH Aachen University

3., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage 2023, 572 Seiten, inkl. Zugang zu einem digitalen Add-on, € 49,-. ISBN 978-3-503-21192-0

eBook: € 44,90. ISBN 978-3-503-21193-7



Online informieren  
und versandkostenfrei bestellen:  
[www.ESV.info/21192](http://www.ESV.info/21192)