



Urban Mining Index – Planungs- und Bewertungsinstrument für zirkuläres Bauen



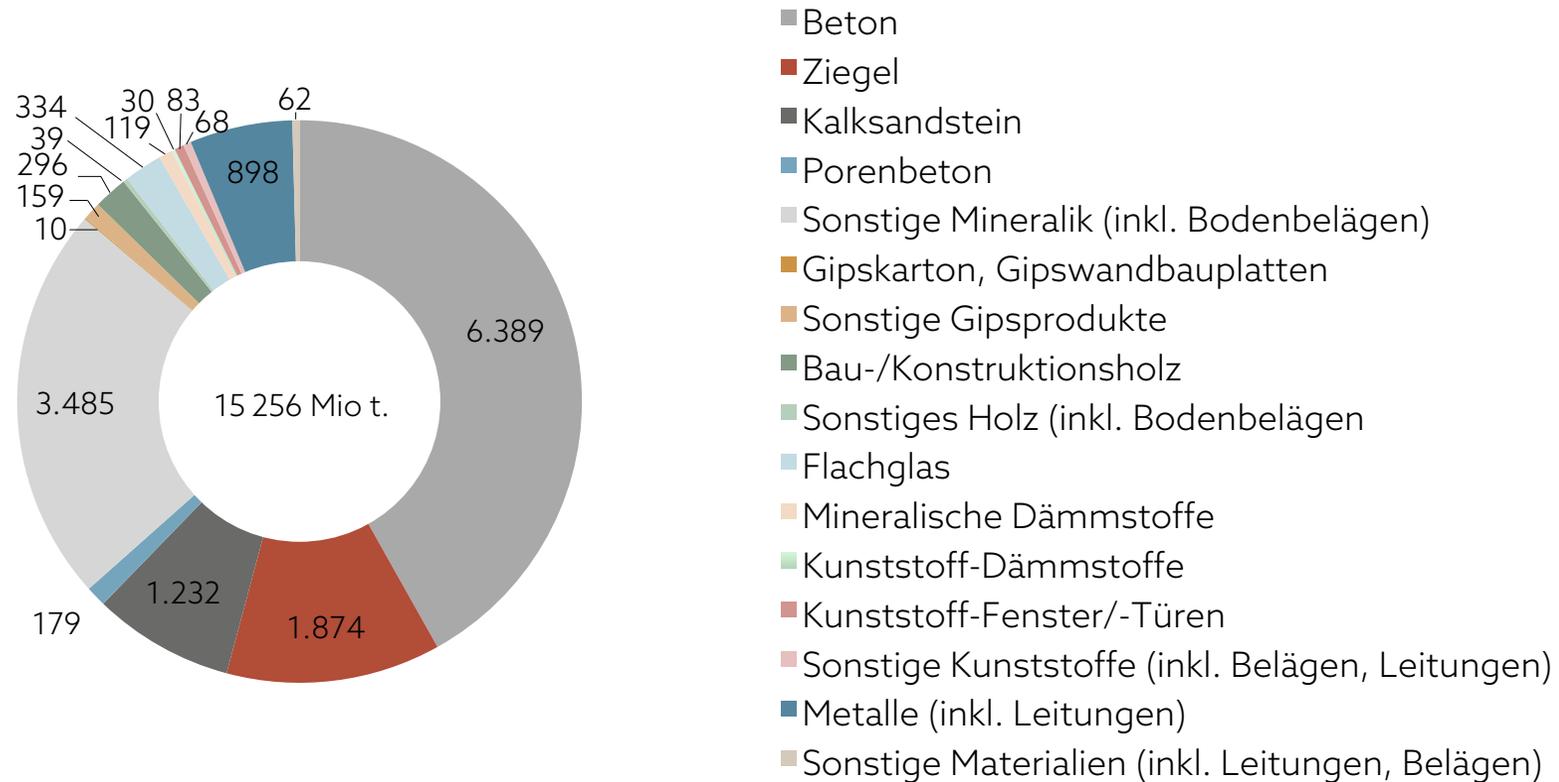
Das anthropogene Lager

28 Mrd.t

Mineralische Materialien,
Metalle, Kunststoffe
und Holz
(Deutschland, 2010)

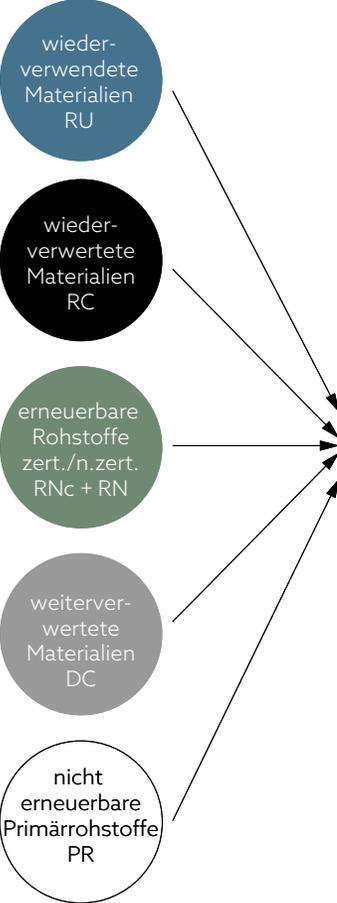
Das anthropogene Lager

Materiallager des Gebäudebestands in Deutschland 2010 in Mio. t. nach Materialgruppen



Quelle: Deilmann et al., Materialströme im Hochbau, Forschung für die Praxis, Band 06, BBSR Bonn, 2017

Systematik



Bau-produkt



Austausch

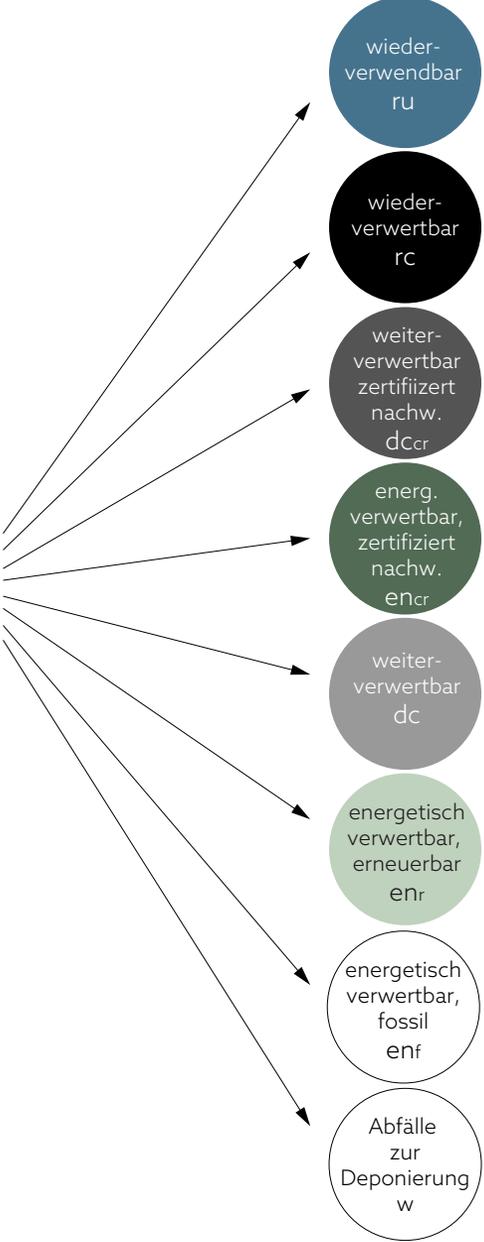


Pre-Use

Use



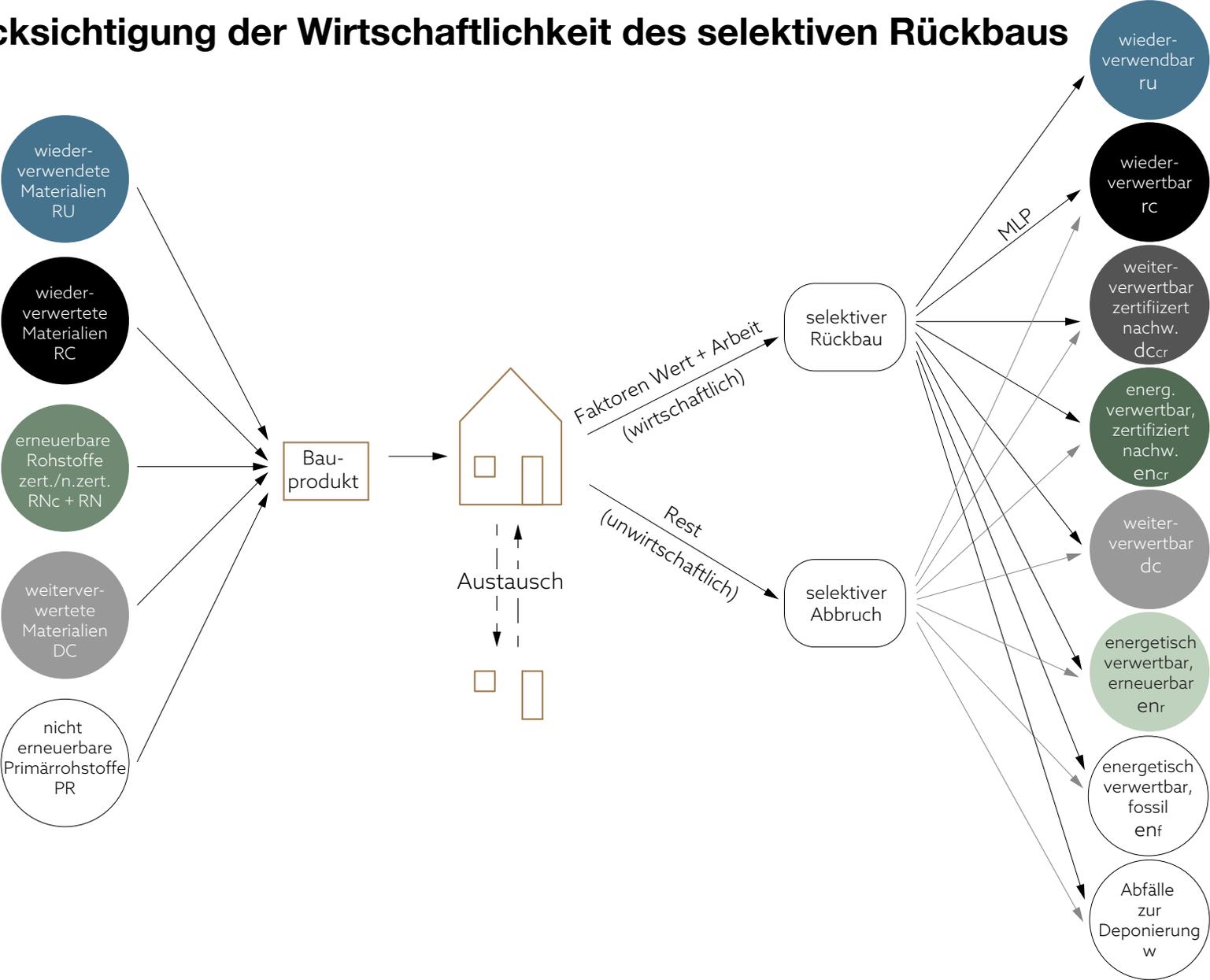
Rückbau



Post-Use

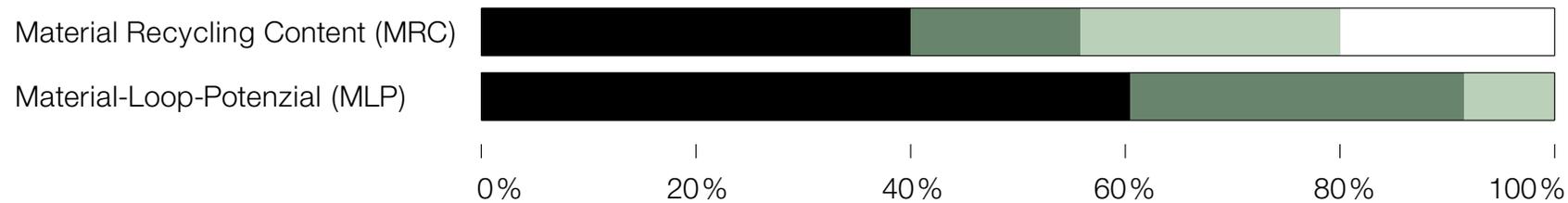


Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit des selektiven Rückbaus

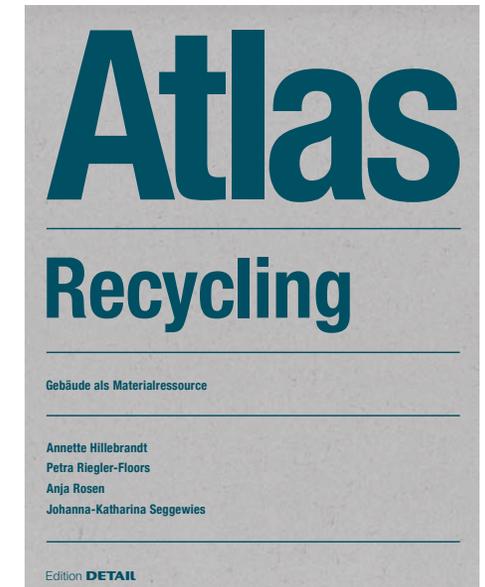


Recyclingpotenziale von Baustoffen

Material Cycle Status nach Atlas Recycling | Faktoren MRC und MLP



- Wiederverwertung / Recycling auf gleicher Qualitätsstufe
- Weiterverwertung, Qualitätsstufe hoch / Downcycling im Bauwesen
- Weiterverwertung, Qualitätsstufe niedrig / Downcycling außerhalb des Bauwesens
- Neumaterial auf Basis nachwachsender, als nachhaltig zertifizierter Rohstoffe
- Neumaterial auf Basis nachwachsender Rohstoffe



Quelle: Hillebrandt/Seggewies, in Atlas Recycling, Edition Detail, München 2018

Closed-Loop-Potenzial (CLP) und Loop-Potenzial (LP)

Phase	Qualitätsstufen/Variable	Formelzeichen	Kreislaufpotenzial	Loops
Pre-Use	■ wiederverwendete Materialien (Reuse)	RU	CLP	<p style="text-align: center;">Loop-Potenzial</p>
	■ wiederverwertete Materialien (Recycling)	RC	CLP	
	■ erneuerbare Rohstoffe (Re-Newable)	RN	CLP	
	■ weiterverwertete Materialien (Downcycling)	DC	LP	
	<input type="checkbox"/> (Primärrohstoffe, nicht erneuerbar (Primary Ressources, not renewable)	(PR)	-	
Post-Use	■ wiederverwendbare Wertstoffe (reusables)	ru	CLP	
	■ wiederverwertbare Wertstoffe (recyclables)	rc	CLP	
	■ weiterverwertbare Wertstoffe aus zertifiziert nachhaltig nachwachsenden Rohstoffen (downcyclables, certified renewable)	dc _{cr}	CLP	
	■ energetisch verwertbare Wertstoffe aus zertifiziert nachhaltig nachwachsenden Rohstoffen (energetically usables, certified renewable)	en _{cr}	CLP	
	■ weiterverwertbare Wertstoffe (downcyclables)	dc	LP	
	■ energetisch verwertbare Wertstoffe aus erneuerbaren Rohstoffen (energetically usables, renewable)	en _r	LP	
	<input type="checkbox"/> energetisch verwertbare Abfälle aus fossilen Rohstoffen (fossil)	enf	-	
<input type="checkbox"/> Abfälle zur Beseitigung/Deponierung (disposal)	d	-		

Forschung: Rückbau- u. recyclingfreundliche Konstruktionen



	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



Ermittlung des Rückbauaufwands und der Sortenreinheit in Versuchsständen

Untersuchungen zum Rückbauaufwand

Zur Entwicklung von Benchmarks für den Parameter Arbeit

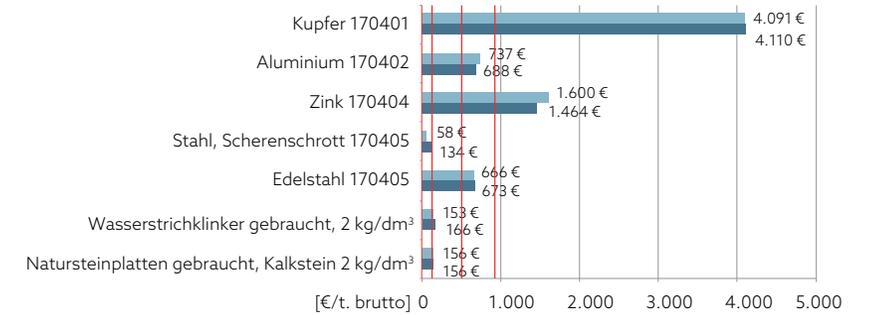
1. in Versuchsständen für Fassaden- und Dachbekleidungen
2. auf Rückbaustellen mit dem Fokus auf selektiven Rückbau
3. Auswertung der Daten anderer Wissenschaftler
4. Erstellung eines Bauteilkatalogs
5. Ableitung von Benchmarks anhand von Quintilen
6. Bewertung der Benchmarks und Festlegung von Faktoren



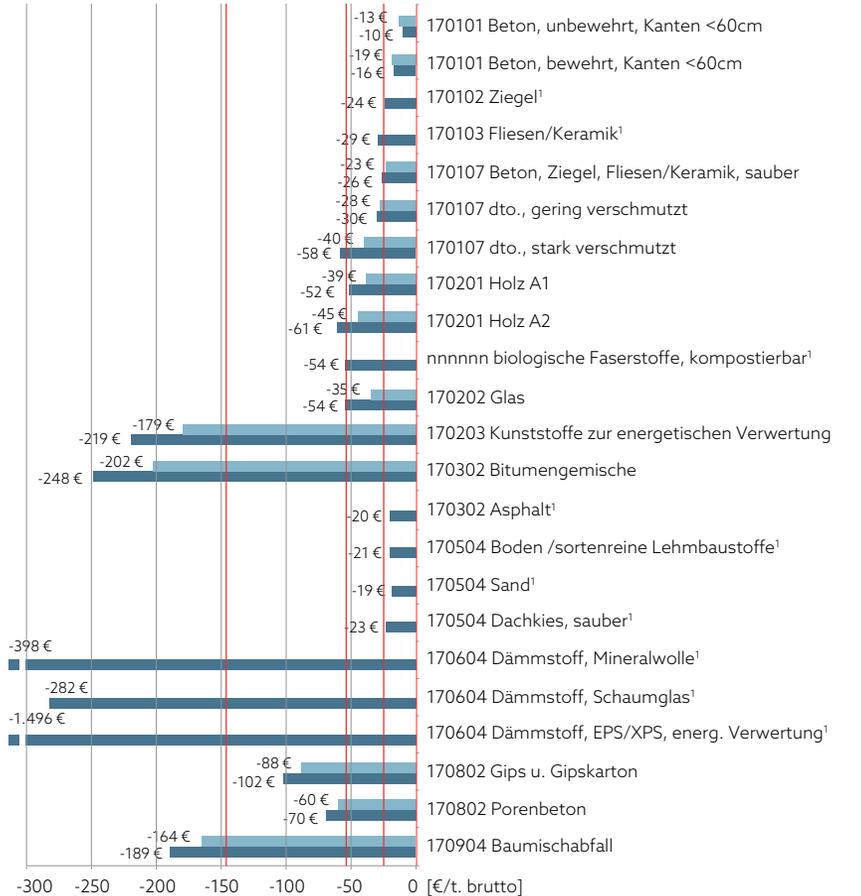
Arbeit	Quintil	Bewertung	Faktor (f_w)
Beispiel Gruppe A			
7,1 MJ/m ²	I	sehr gering	1,0
8,7 MJ/m ²	II	gering	0,9
11,5 MJ/m ²	III	mittel	0,8
12,6 MJ/m ²	IV	hoch	0,7
	V	sehr hoch	0,6

Lohnt sich der selektive Rückbau?

... eine Frage des Abfallwerts!



	Preis	Quartil	Bewertung	Faktor (f _v)
Erlöse	880 €/t.	IV (+)	äußerst positiv	1,3
	420 €/t.	III (+)	sehr hoch positiv	1,2
	150 €/t.	II (+)	hoch positiv	1,1
	0 €/t.	I (+)	leicht positiv	1,0
Kosten	-23 €/t.	I (-)	leicht negativ	0,9
	-54 €/t.	II (-)	hoch negativ	0,8
	-146 €/t.	III (-)	sehr hoch negativ	0,7
		IV (-)	äußerst negativ	0,6



Verwertungserlöse (+) und Entsorgungskosten (-) für Bau- und Abbruchabfälle, bundesweiter Durchschnitt

■ 2016 ■ 2019

Urban Mining Modellprojekt Rathaus Korbach

ARGE agn-heimspielarchitekten



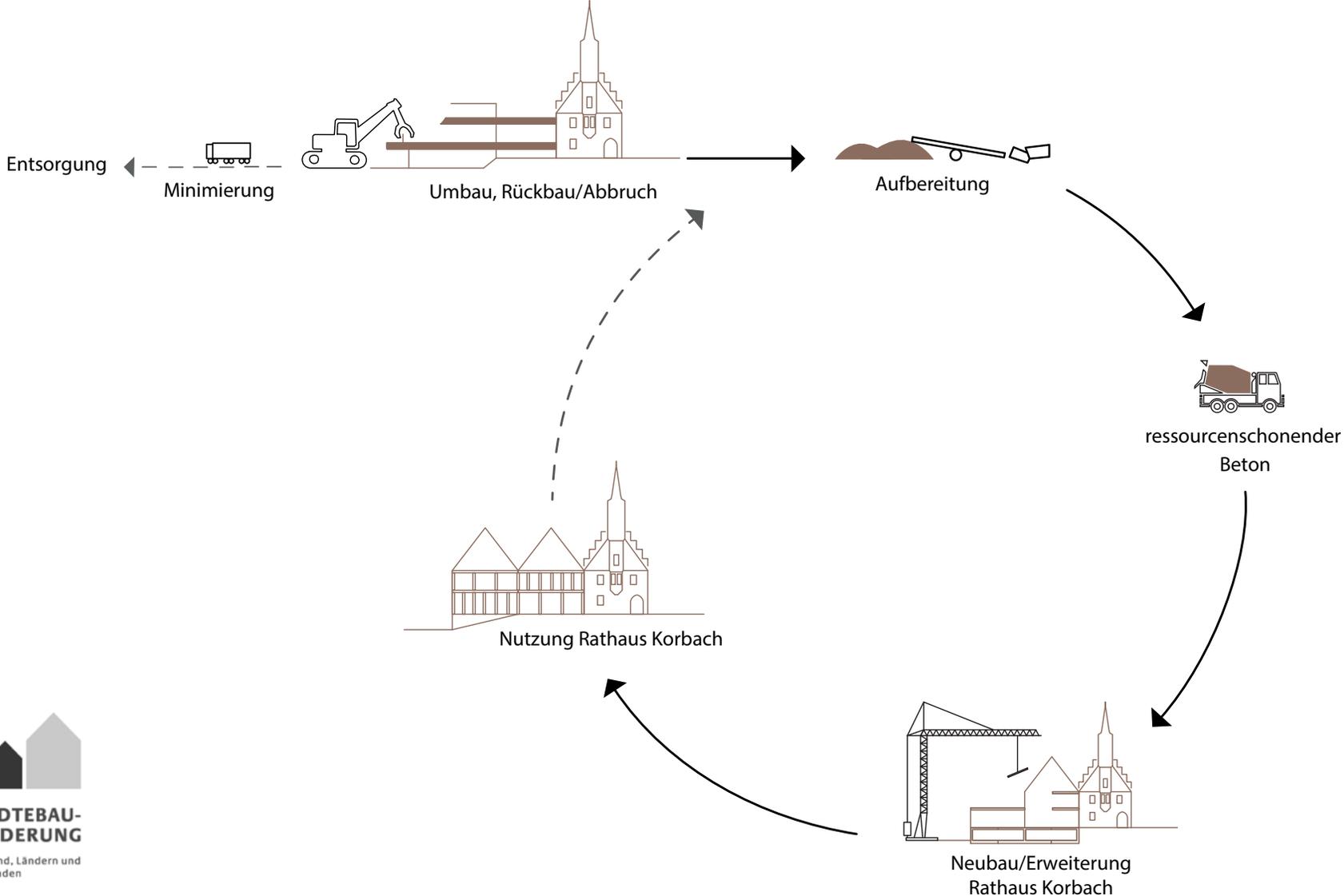
RATHAUS KORBACH

Bestand Rathaus Korbach



Foto: Christian Thomann, agn

Urban Mining Konzept Rathaus Korbach



gefördert durch das Land Hessen

Abbruch



Problematik: Verlorene Schalung mit Holz- und Styroporresten in der Betonkonstruktion



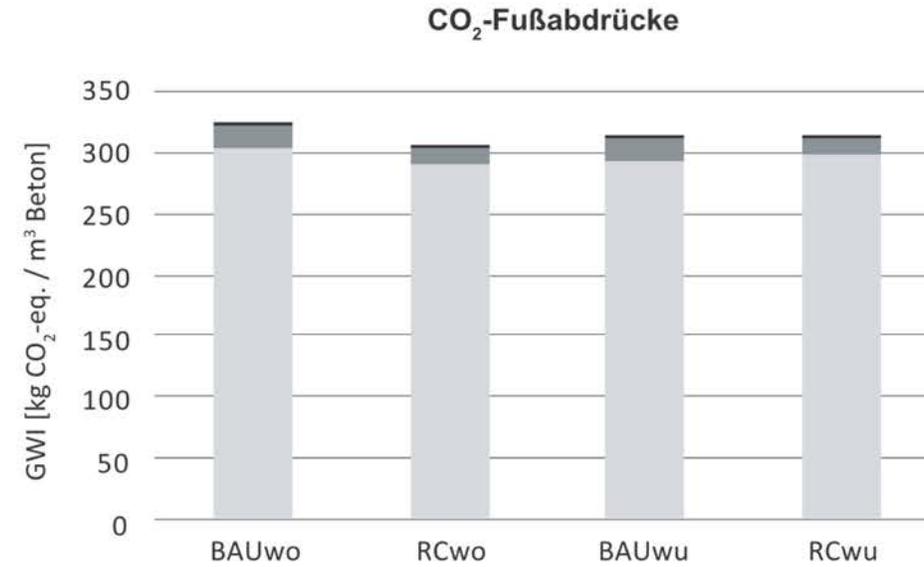
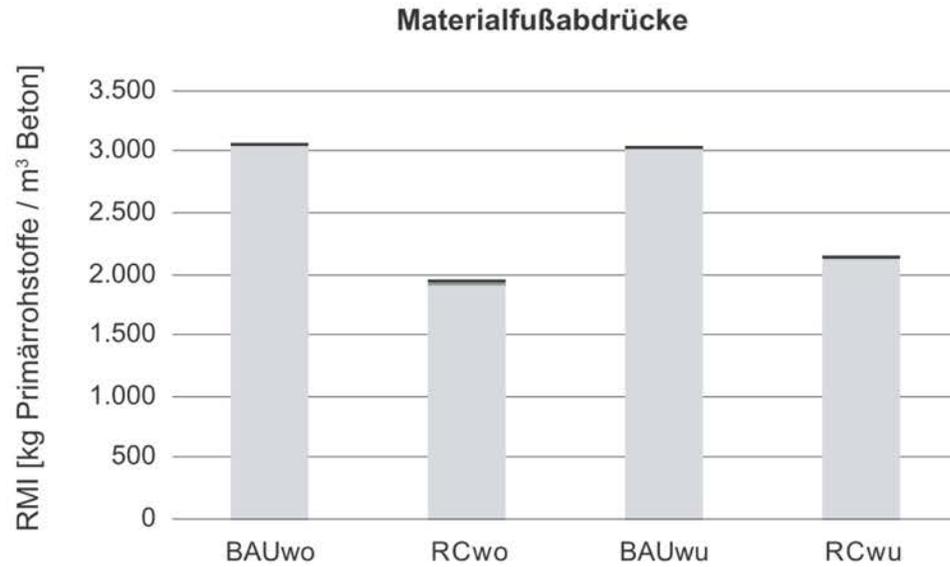
Recycling in einer mobilen Brechanlage in Volkmarsen



Rezyklierte Gesteinskörnung



„Fußabdruck“ – Analyse der Universität Kassel



■ A1 - Herstellung der Betonausgangsstoffe ■ A2 - Transport zum Betonwerk ■ A3 - Betonherstellung

RC = ressourcenschonender Beton
 BAU = konventioneller Beton (Business as usual)
 wo = Beton im trockenen Bereich
 wu = wasserundurchlässiger Beton

- Einsparung auf Produktebene:
 - stoffliche Ressourcen zwischen 34 und 37%
 - Treibhausgase zwischen 1 und 7%

Quelle: Mostert, C., Sameer, H., Glanz, D., Bringezu, S., Rosen, A.:
 Neubau aus Rückbau – Wissenschaftliche Begleitung, BBSR-Online-
 Publikation 15/2021, Bonn, 2021

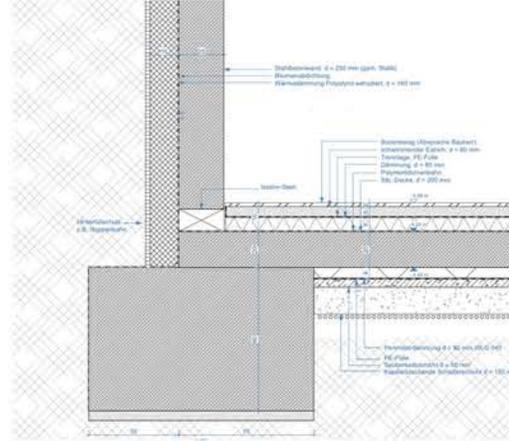
Optimierung der Details mit dem Urban Mining Index

ARGE agn-heimspielarchitekten

Boden/Gründung ursprüngliche Planung

Materialien und Massen im Lebenszyklus

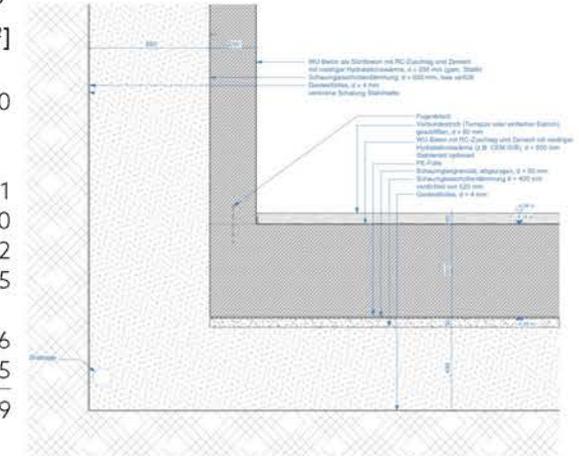
	[kg/m ²]
Linoleum, 2 mm	9,0
Zementestrich, 60 mm	90,0
Trennlagen, PE-Folien	0,4
Trittschalldämmung EPS, 80 mm	2,1
Abdichtung Bitumenbahnen, 2x5 mm	10,4
Bodenplatte, Beton C 25/30, 200 mm	493,2
Wärmedämmung XPS, 80 mm	2,8
Sauberkeitsschicht, Magerbeton, 50 mm	120,9
Hartsteinschotter, 150 mm	223,0
Fundamente, Beton C25/30	857,3
Bewehrungsstahl (gesamt)	102,0
Gesamt	1.911,1



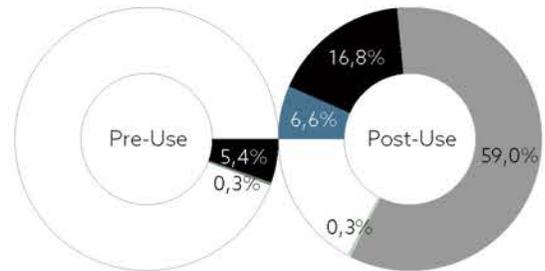
Boden/Gründung Urban Mining Design

Materialien und Massen im Lebenszyklus

	[kg/m ²]
Terrazzo, 60 mm	90,0
Fundamentplatte, WU-Beton C 25/30 mit 35% RC-Anteil in der Gesteinskörnung, 500 mm	1.232,1
Bewehrungsstahl Bodenplatte	115,0
Sauberkeitsschicht, PE-Folie	0,2
Schaumglasgranulat, 50 mm und Schaumglaschotter, verdichtet von 520 mm auf 450 mm	67,6
Geo-Textilvlies, PET	0,5
Gesamt	1.511,9

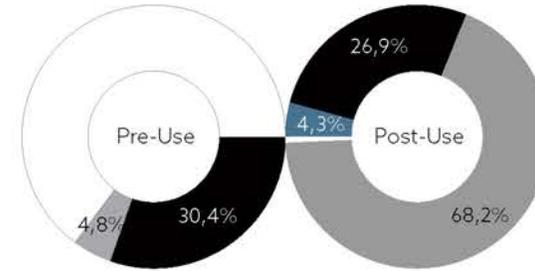


Kreislaufpotenziale der Konstruktion



	Pre-Use	Post-Use	Gesamt
Loop-Potenzial	5,7%	82,7%	88,4%

Kreislaufpotenziale der Konstruktion



	Pre-Use	Post-Use	Gesamt
Loop-Potenzial	35,2%	99,3%	134,5%

- Pre-Use**
- wiederverwendete Materialien (RU)
 - wiederverwertete Materialien (RC)
 - erneuerbare Rohstoffe (RN)
 - weiterverwertete Materialien (DC)
 - Primärmaterialien, nicht erneuerbar (PR)
- Post-Use**
- wiederverwendbare Wertstoffe (ru)
 - wiederverwertbare Wertstoffe (rc)
 - weiterverwertbare Wertstoffe aus zertifiziert nachhaltig nachwachsenden Rohstoffen (dc_{cr})
 - energetisch verwertb. Wertstoffe aus zertifiziert nachhaltig nachwachsenden Rohstoffen (en_{cr})
 - weiterverwertbare Wertstoffe (dc)
 - energetisch verwertbare Wertstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (en_r)
 - energetisch verwertbare Abfälle aus fossilen Rohstoffen (en_f) oder zur Deponierung (d)

Dämmung der Bodenplatte aus Schaumglasschotter



Schaumglasschotterdämmung

- hergestellt aus 98% Altglas
- recycelbar
- lose eingebaut als Schüttung



Foto: Antje Paul

Fassade

- mit 25% RC-Gesteinskörnung



Foto Andreas Braun, Hameln:

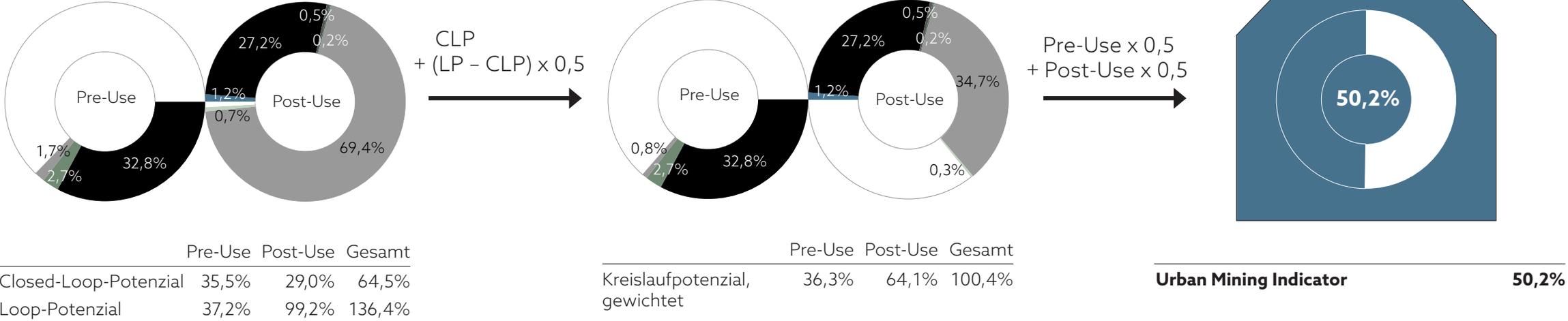
Fassade

- mit 25% RC-Gesteinskörnung
- Kornfraktion 8/16 mm mit Ziegelanteil



Bewertung der Kreislaufpotenziale auf Gebäudeebene – der Urban Mining Indicator

Gewichtung der Kreislaufpotenziale und der Pre- und Post-Use-Phase



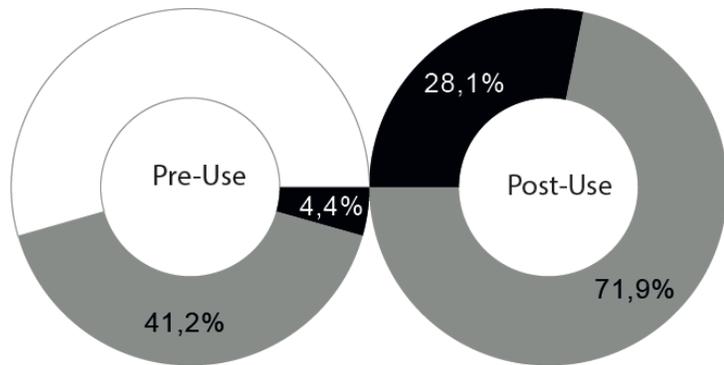
Forschungshäuser "Einfach Bauen" Bad Aibling



Florian Nagler Architekten
Foto: Sebastian Schels

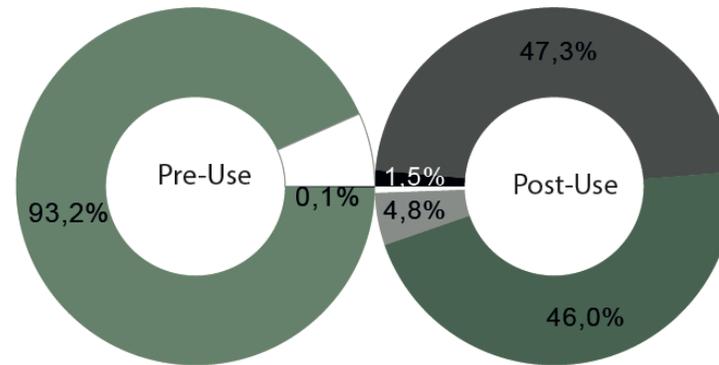
Kreislaufpotenziale der Außenwände

Infraleichtbeton



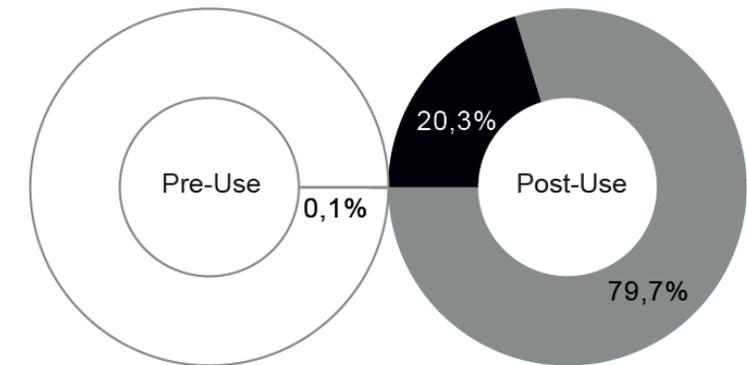
	Pre-Use	Post-Use	Gesamt
Closed-Loop-Potenzial	4,4%	28,1%	32,5%
Loop-Potenzial	45,6%	100,0%	145,6%

Holz



	Pre-Use	Post-Use	Gesamt
Closed-Loop-Potenzial	93,3%	94,7%	188,0%
Loop-Potenzial	93,3%	99,4%	192,8%

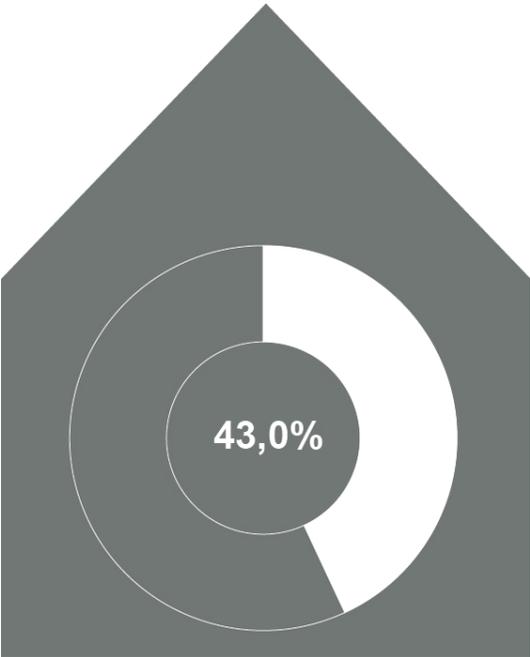
Ziegel



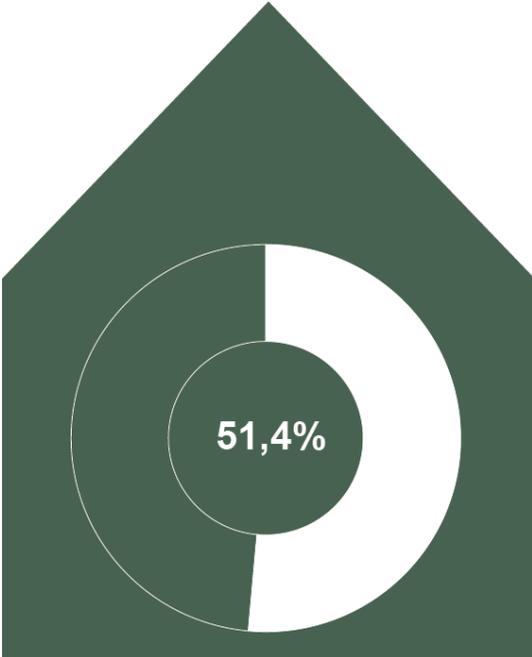
	Pre-Use	Post-Use	Gesamt
Closed-Loop-Potenzial	0,1%	20,3%	20,4%
Loop-Potenzial	0,1%	100,0%	100,1%

Urban Mining Indicator Forschungshäuser Bad Aibling (Gebäudeebene)

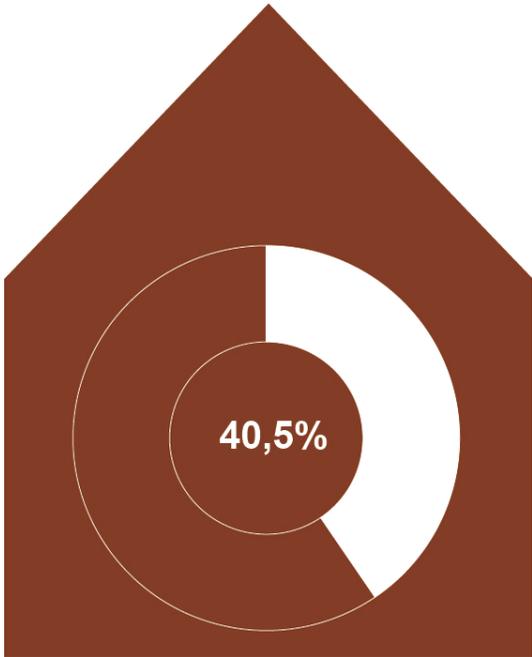
Infraleichtbeton



Holz



Ziegel

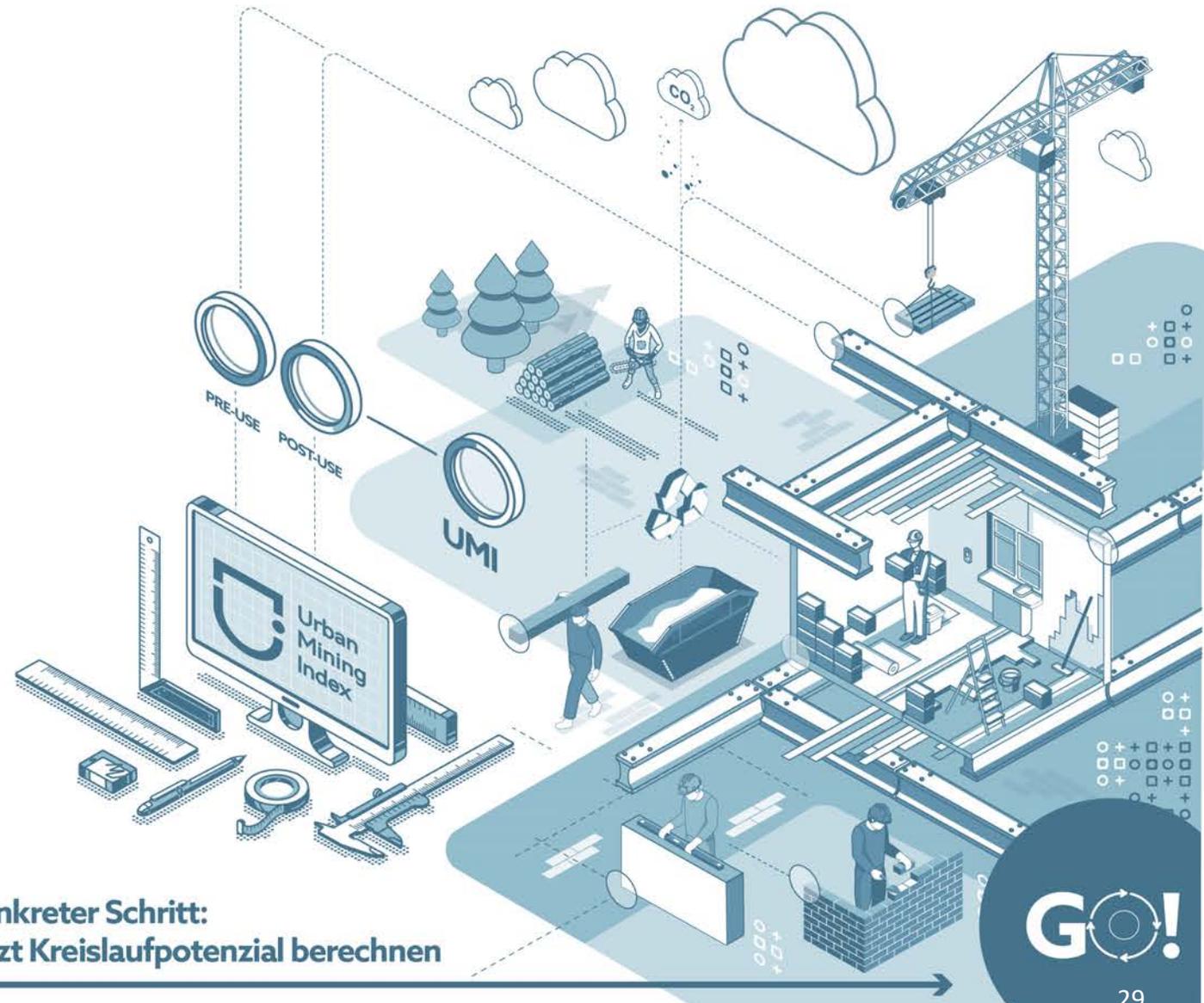


Weiterentwicklung zu einem anwenderfreundlichen Tool

Urban Mining Index

Tool zur Messbarkeit der Kreislauffähigkeit von Materialien, Bauteilen und ganzen Gebäuden!

Der Urban Mining Index verfolgt das Ziel, Baustoffe in geschlossenen Kreisläufen zu führen. Er unterstützt Planer bei der Optimierung von Konstruktionen, indem Zirkularitätsraten über den gesamten Lebenszyklus unter Berücksichtigung des Rückbauaufwands berechnet werden.



**Konkreter Schritt:
Jetzt Kreislaufpotenzial berechnen**

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Anja Rosen
Architektin

DGNB-Auditorin
Geschäftsführerin
energum GmbH

a.rosen@energum.de

energum 

Honorarprofessorin
für zirkuläres Bauen
TEAMhillebrandt

arosen@uni-wuppertal.de



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Thank you 