

Zirkuläre Impulse 8 – Kommunal kreislaufgerechte Bauprojekte aus der Praxis

Vortrag

Dipl.-Ing. (FH) Karl Kleinegräber
STRABAG Umwelttechnik GmbH



Bremen 12.11.2024

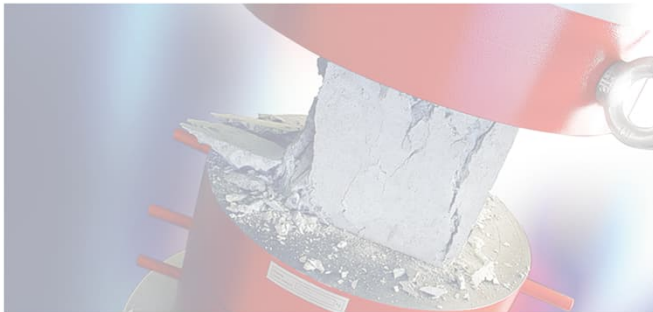


STRABAG
WORK ON PROGRESS

Inhalt



1 STRABAG UMWELTTECHNIK



4 VOM BAUSTOFF ZUM BAUSTOFF



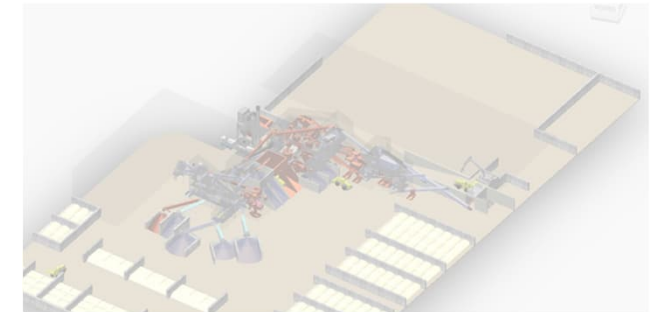
2 STANDORT & PROJEKT



5 (AMBITIONIERTES) AUFBEREITEN VON BAUSTOFFEN



3 GLOBAL DENKEN & LOKAL HANDELN





KAPITEL 1

STRABAG

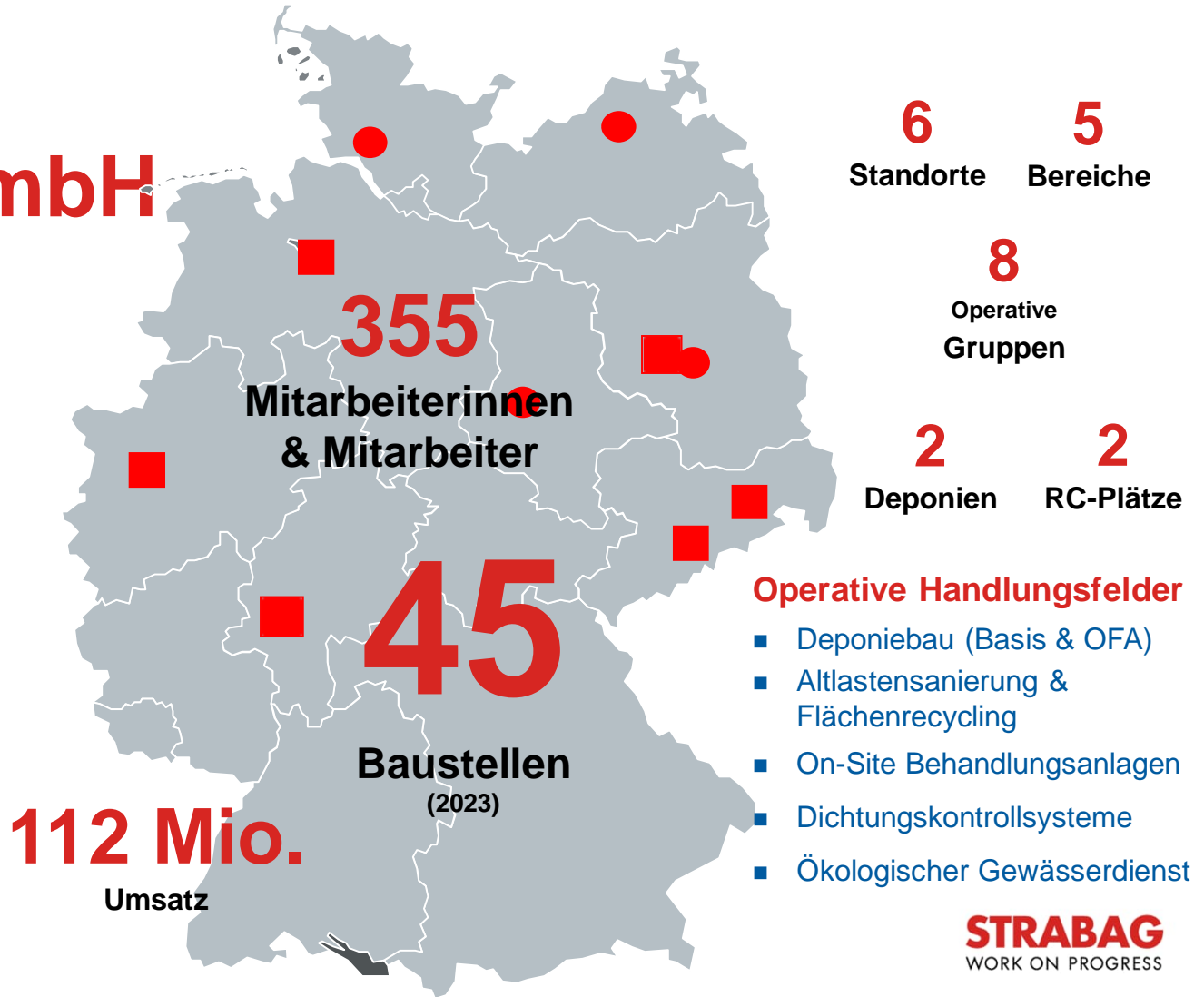
Umwelttechnik GmbH

STRABAG
WORK ON PROGRESS

STRABAG Umwelttechnik GmbH



© STRABAG

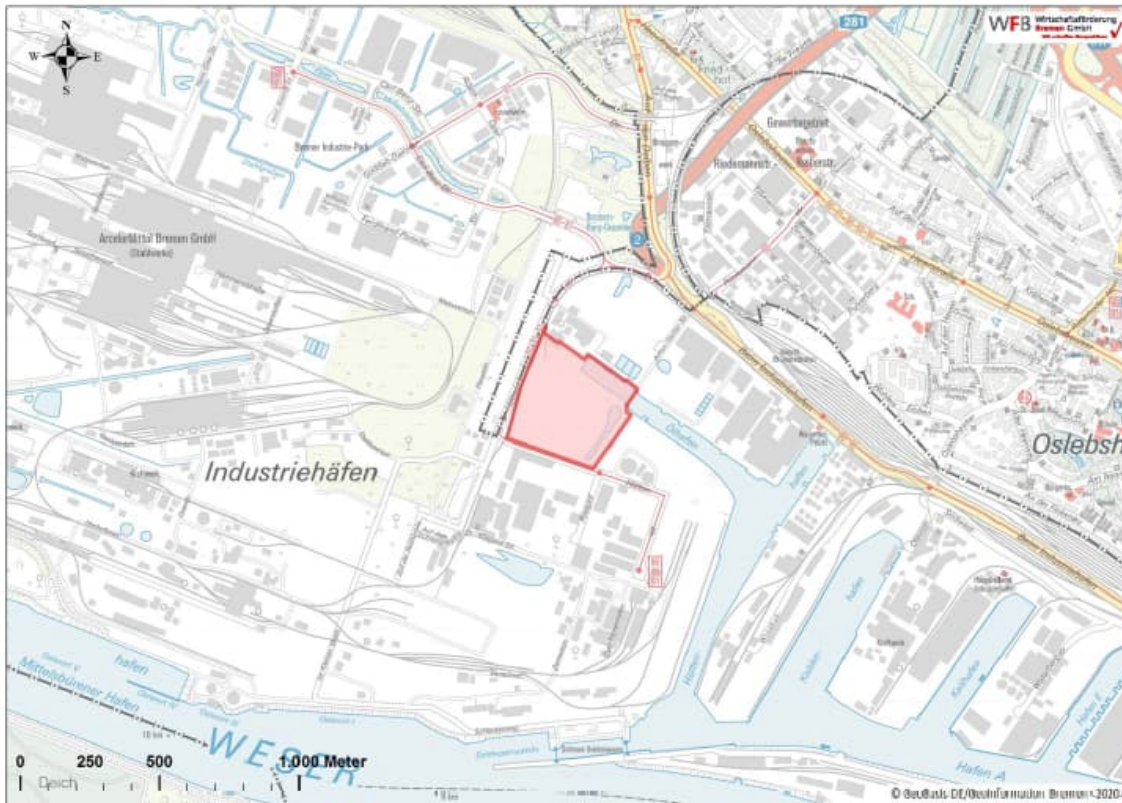


KAPITEL 1



CIRCULAR CONSTRUCTION & TECHNOLOGY CENTER BREMEN

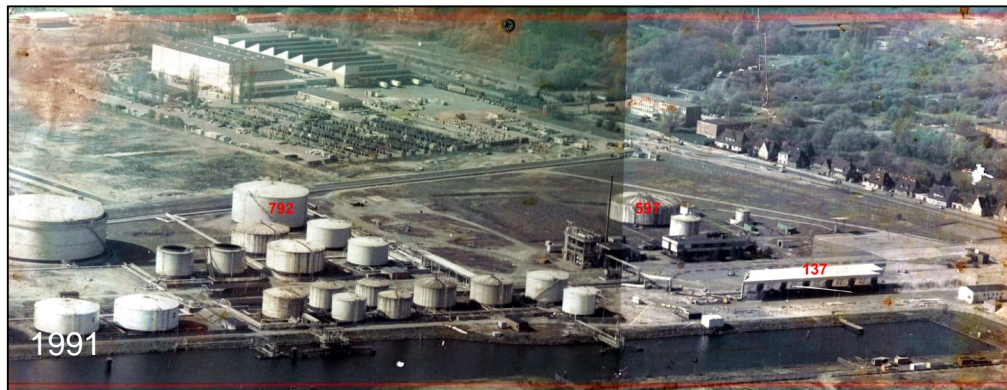
Projektüberblick



- Gesamtfläche des Grundstücks ca. 13,7 ha
- Gesamtfläche Land ca. 12 ha
- Verkehrstechnische Erschließung im Wesentlichen über die Straße „Beim Industriehafen“ unmittelbar an der zukünftigen A281
- Flächennutzungsplan Sonderbaufläche Hafen



Projektüberblick



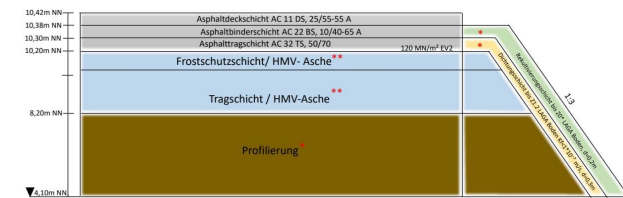
- 1950 bis 1990 Großtanklager (GTL)
- 1990 bis 1993 Rückbau Tankanlagen
- 1994 bis 2003 Betrieb einer Bodenbehandlungsanlage
- Seit 1994 Lagerung kontaminierter Bodenhalde auf dem Grundstück
- 2020 Bieterwettbewerb zum Erwerb der Fläche
 - Sanierungsverfahren
 - Nachnutzungskonzept
- 04/2022 Grundstückskauf- u. Sanierungsvertrag
- 07/2022 Erhalt Sanierungsanordnung
- 09/2022 Sanierungsbeginn

Sanierungskonzept



Sicherung und Sanierung

- Grundstückserwerb zu einem Kaufpreis von 1 €
- Übernahme der Sanierungsverpflichtung mit saldierten Sanierungskosten i.H.v. max. 4,1 Mio. €
- Sanierungsanordnung durch die Stadt Bremen gemäß Sanierungsplanentwurf vom 28.08.2019
- Bodenumlagerung und Kampfmittelsondierung, schließen etwaiger hydraulischer Fenster und Aufbau einer gering belasteten Tragschicht



* Bodentyp SU/SU* nach DIN 18196, gemischtkörniger Boden in steif bis halbfester (fester) Konsistenz Klasse 1/4 nach DIN 18300, Oberboden bzw. Mittelscher lösbarer Bodenarten
** Bodentyp GW/GU nach DIN 18196, weit gestuftes Kies-Sand-Schluff-Gemisch in fester Konsistenz Klasse 3 nach DIN 18300, Leicht lösbarer Bodenarten

Nachnutzungskonzept



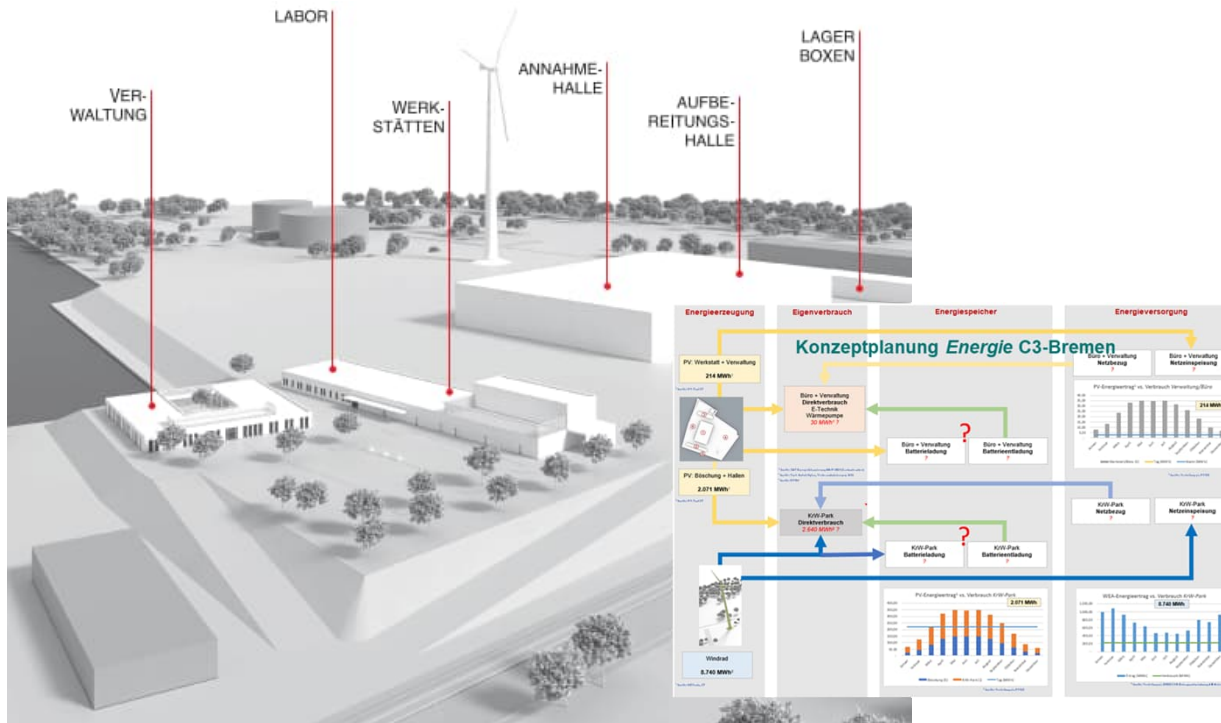
... Brownfield to Greenfield ...




Kreislaufwirtschaftspark



NACHHALTIGES SANIERUNGS- & NACHNUTZUNGSKONZEPT



 **> 410.000 m³ Sicherung & Sanierung**
> 90.000 m² Nutzungsfläche

 **Weitgehende Energieautarkie**
 PV, WEA, Batteriespeicher

 **140.000 t/a**
 Normkonforme Rezyklate für Betonherstellung

 **Forschung & Entwicklung**
 Stoffliche Verwertung von Baustoffen

KAPITEL 2

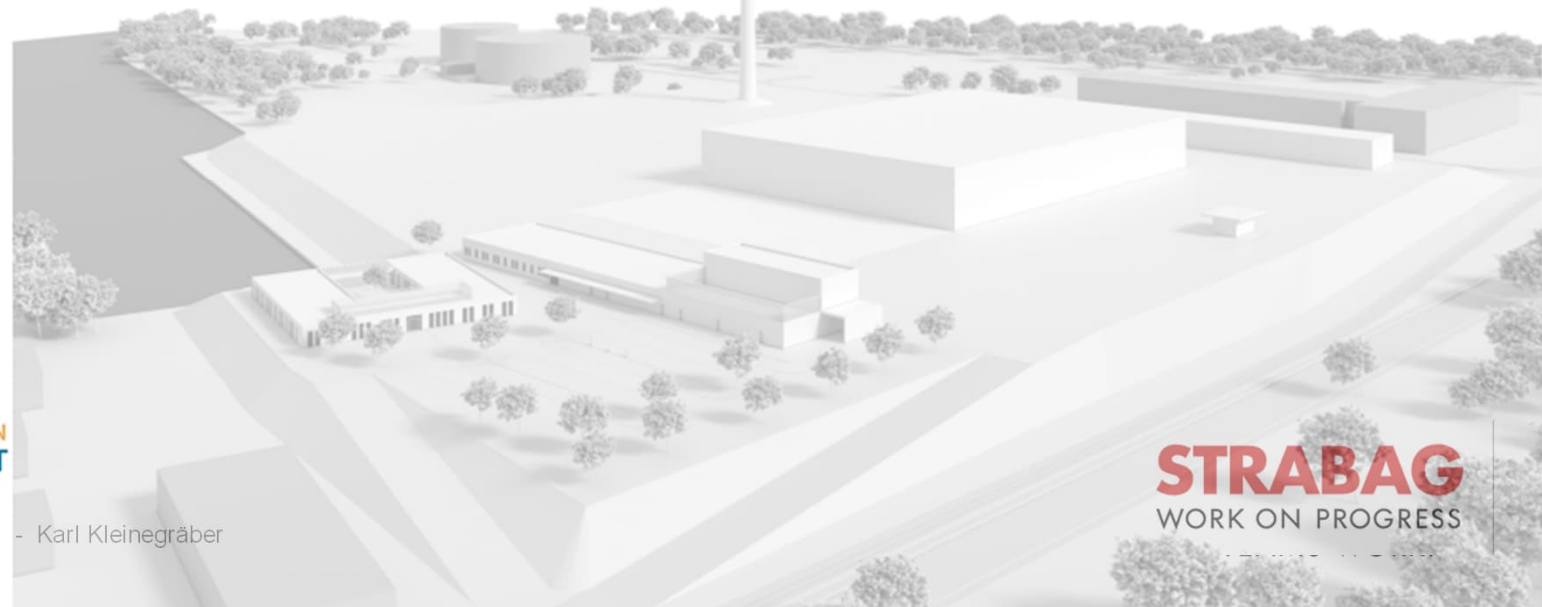
Nachhaltigkeit & Wertstromkreislauf

STRABAG
WORK ON PROGRESS

Bis 2040 Wertstromkreisläufe schließen



Global denken – Regional handeln



STRABAG
WORK ON PROGRESS

Kreislaufwirtschaft Metropolregion Nordwest

> 900.000 t/Jahr



mineralische
Bauabfälle

> 350.000 t/Jahr



Aufbereitungsanlagen

> 300.000 t/Jahr



Deponien

> 250.000 t/Jahr



Baustellen

Quelle: [Microsoft Word - 00_2020_08_31_Studie_Bauindustrie](#)

(abgeschätzt, STRABAG Umweltechnik)

Kreislaufwirtschaft Metropolregion Nordwest

Bundesland	Produktion (in Mio. m ³)		
	2021	2022	2023
Baden-Württemberg	8,28	7,95	6,53
Bayern	11,35	10,76	8,32
Berlin/Brandenburg	3,74	3,83	2,28
Hamburg	1,30	1,32	1,14
Hessen	3,90	3,75	3,35
Mecklenburg-Vorpommern	1,18	1,14	0,93
Niedersachsen/Bremen	4,74	4,79	3,26
Nordrhein-Westfalen	9,12	8,40	8,15
Rheinland-Pfalz/Saarland	3,16	3,19	2,07
Sachsen	2,67	2,53	2,23
Sachsen-Anhalt	1,30	1,24	1,12
Schleswig-Holstein	2,20	2,12	1,81
Thüringen	1,22	1,20	1,10
Deutschland gesamt	54,15	52,21	42,29

Quelle: BTB



Verbrauchte Ressourcen

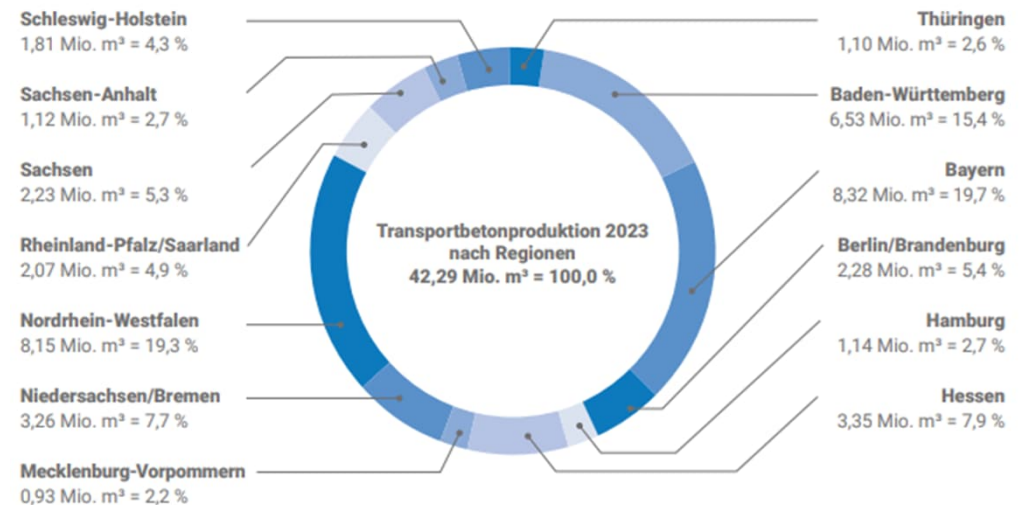
5,4 Mio. t
Mineralische
Rohstoffe

180 T.t
Baustahl

880 T.t
Zement

Quelle: UBA, Factsheet Beton, 2019

3,26 Mio. m³/Jahr Transportbeton



KAPITEL 3

Vom Baustoff zum Baustoff



STRABAG
WORK ON PROGRESS

Vom Baustoff zum Baustoff

KANN BETON NICHT GRÜNER SEIN?



Doch. Wir arbeiten daran:
Mit nachhaltigen Baustoffen sparen
wir CO₂ und Energie.

25 % - 45 %
Zugabe in
Betonrezeptur

bis **C50/60**
Druckfestigkeitsklasse

> 0 mm
Sekundärkörnung

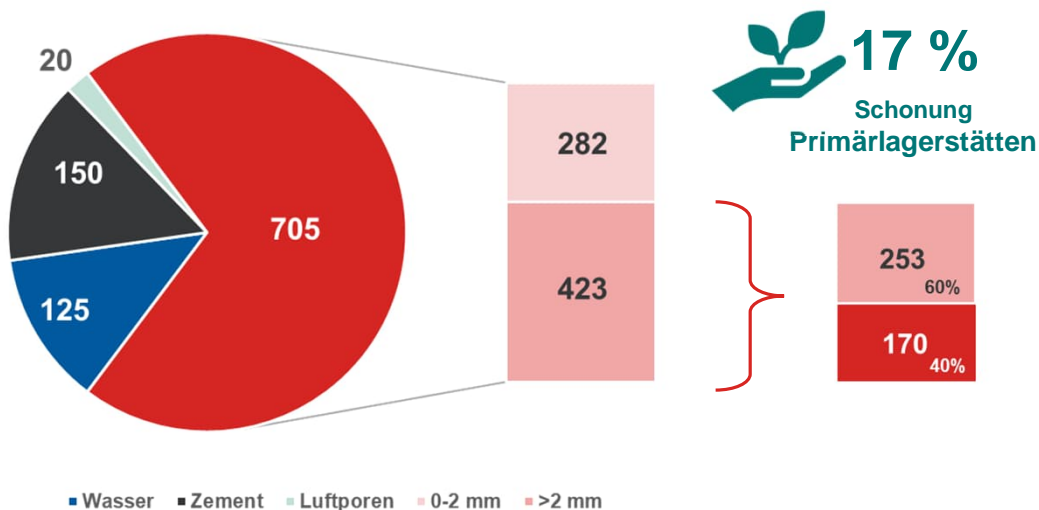
Einsatz von rezyklierten Gesteinskörnungen

Bestandteile	Zusammensetzung [M.-%]			
	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
	für Beton nach DIN 1045-2:2008-08		für Beton außerhalb DIN 1045-2:2008-08	
[Rc]: Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton				
[Ru]: Ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung	≥ 90	≥ 70	≤ 20	≥ 80 ¹
[Rb]: Ziegel-Mauersteine (nicht porosiert), Klinker, Steinzeug, Kalksandstein-Mauersteine, Verschiedene Mauer- und Dachziegel, Bimsbeton (Leichtbeton), nicht schwimmender Porenbeton	≤ 10	≤ 30	≥ 80	
[Ra]: Bitumenhaltige Materialien, Asphalt	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 20
[Rg]: Glas				
[X]: Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d. h. Ton und Bodenmaterial), verschiedene sonstige Materialien: Metalle (Eisen und Nichteisenmetalle), nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips	≤ 1	≤ 2	≤ 2	≤ 2
[F]: Schwimmendes Material im Volumen	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 5

Quelle: InformationsZentrum Beton GmbH

Vom Baustoff zum Baustoff

Vereinfachte Rezeptur/1.000 dm³
Frischbeton



Quelle: InformationsZentrum Beton GmbH

© STRABAG

Recycling-Beton vs. herkömmlicher Beton

Substituierung von Rohstoffen

- Naturgestein (Sand & Kies)

Ende der Abfalleigenschaften

- Einhaltung von technischen Anforderungen und Normen
- Güteüberwachung durch gesetzliche Regelungen

Abgesicherter Rechtsraum

- (Muster)Bauordnung (MBO)
- (Muster)Verwaltungsvorschrift (MVV-Technische Baubestimmungen)

Vom Baustoff zum Baustoff

Zulässige Eingangsmaterialien

(DIN 4226-101:217-08)

- | | |
|----------------------------|------------|
| ▪ Beton | AVV 170101 |
| ▪ Ziegel/Mauerwerk | AVV 170102 |
| ▪ Fliesen, Ziegel, Keramik | AVV 170103 |
| ▪ Gemische aus o.a. | AVV 170107 |
| ▪ Bitumen | AVV 170301 |
| ▪ Betonabfälle | AVV 101314 |
| ▪ Boden & Steine | AVV 170504 |

Regelanforderungen/Güteüberwachung

- DAfStb-Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620

Obergrenzen für Eluate/Feststoffe

- DIN 4226-101:2017-08

Werkeigene Produktionskontrolle

- DIN 12620:2008-07
- DIN 18200:2018-09
- DIN 4226-102:2017-08

Technologische Besonderheiten

Rezyklierte Gesteinskörnungen

- Schwankungen der Zusammensetzung
- Schwankung der Sieblinie (Wasseranspruch)
- Schwankung der Feinteile (Wasseranspruch)
- Schwankung der Kornform
- Hohe Wasseraufnahme (bis 10%)
- Schwankung der Wasseraufnahme und Kernfeuchte
- Geringerer E-Modul
- Geringere Kornfestigkeit

Frischbeton

- Höher Fließmittelbedarf / Wasseranspruch
- Stärkeres Rücksteifen
- Größere Schwankungen Konsistenz

Festbeton

- Geringere Festigkeit
- Geringeres Schwinden bei Typ 2
- Geringerer E-Modul
- Größere Schwankungen der Betonqualität

Gegensteuern möglich

- Zement - Zusatzmittelanpassung
- Erhöhung der Vorhaltemaße
- Erhöhung des Überwachungsaufwandes
- Planerische Berücksichtigung (E-Modul)

Technologische Besonderheiten

Festigkeitsklasse	Projekt Ökobilanz			durchschnittliche Ökobilanz *		Bewertung	
	Menge [m³]	gewichteter Mittelwert [kg CO2-Äquivalent je [m³]]	Gesamt CO2-Äquivalent [to]	durchschnittliche Ökobilanz *	Gesamt CO2-Äquivalent [to] *	Einsparung absolut [to] *	Einsparung relativ *
C8/10	9	88,6	0,8	109	1	0,2	19%
C12/15	48	100,2	4,8	126	6	1,2	21%
C16/20	18	144,8	2,6	147	2,6	0	1%
C20/25	81	139,5	11,3	154	12,5	1,2	9%
C25/30	72	140,7	10,1	178	12,8	2,7	21%
C30/37	4265	116,6	497,3	194	827,4	330,1	40%
C35/45	7555	131,1	990,6	224	1692,3	701,7	41%
C50/60	92	145	13,3	283	26	12,7	49%
	12140		1530,8		2580,6	1049,8	41%

Quelle: TPA International

© STRABAG

STRABAG
WORK ON PROGRESS

KAPITEL 4

Aufbereitung von Baustoffen



STRABAG
WORK ON PROGRESS

Konventionelle Aufbereitung

Ersatzbaustoff-Downcycling

- Frostschutzschicht
- Schottertragschicht
- Deponieersatzbaustoff
- Verfüllungen



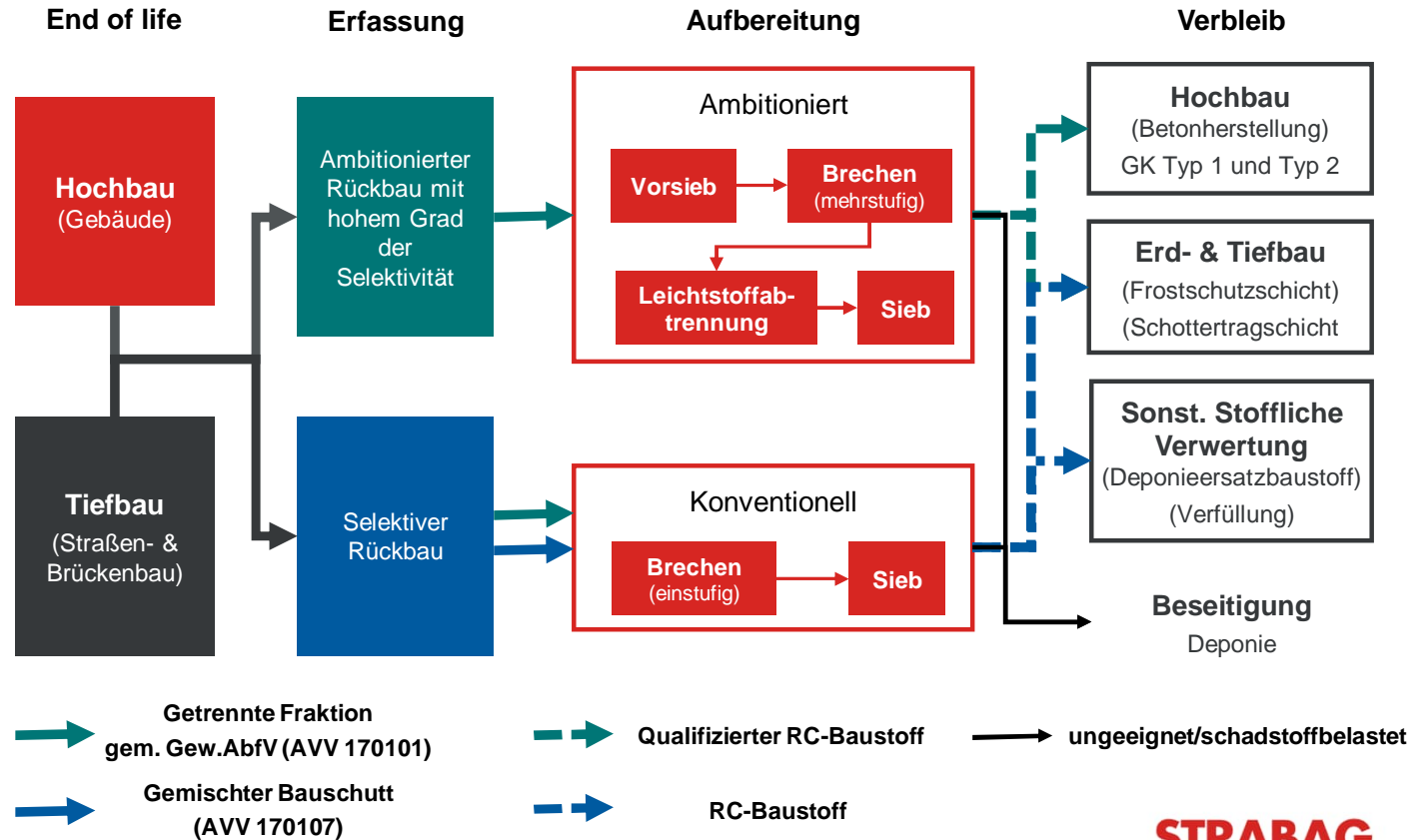
Körnungen z.B.

- 0-45 mm
- 0-63 mm
- sonstige



Aufbereitung von Baustoffen

Mineralischer Störstoff	Mineralischer Störstoffanteil [%]
Porenbeton	25 – 40
Kalksandsteine	25 – 40
porosierter Ziegel	15 - 30
Leichtbeton	5 – 15
Mauerwerk mit Putzauflage	5 – 10
Mauerwerk mit Fliesenauflage	2 – 5
Gipsbaustoffe	2 – 5
Gipsverbundbaustoffe (plattig)	2 – 5
Fliesen & Keramik (glasiert, plattig)	2 – 5




Ambitionierte Aufbereitung



Keramik & Fliesen
 Kalksandstein
 Porenbeton
 Mörtel & Putz
 Gips(karton)
 Glas
 Holz, Faser-
 /Dämmstoffe
 FE-/NE-Metalle

Ambitionierte Aufbereitung

Rezyklierte Gesteinskörnung
RC-Splitt 2/16 **Typ 1** - DIN EN 12620




Typ 1 Zusammensetzung nach DIN:

- 90% Beton-RC-Splitt 2/16 (Beton, Naturstein, max. 1% Asphalt I)
- 10% Baustoff-RC-Splitt 2/16 (Ziegel, Kalksand- und Naturstein, Beton)

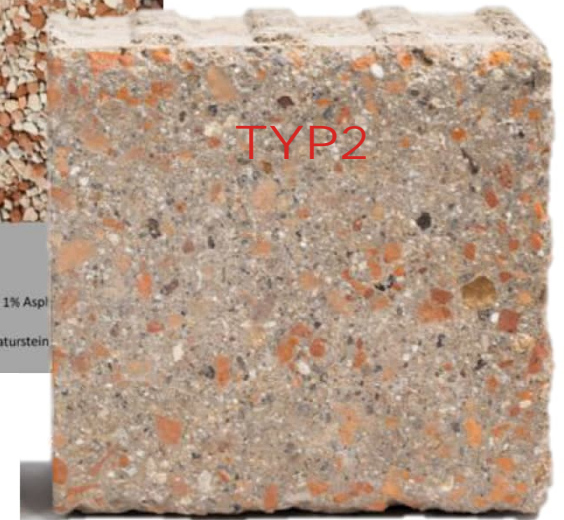


Rezyklierte Gesteinskörnung
RC-Splitt 2/16 **Typ 2** - DIN EN 12620



Typ 2 Zusammensetzung nach DIN:

- 70% Beton-RC-Splitt 2/16 (Beton, Naturstein, max. 1% Asphalt I)
- 30% Baustoff-RC-Splitt 2/16 (Ziegel, Kalksand- und Naturstein)



Ambitionierte Aufbereitung im C3-Bremen

STRABAG

WORK ON PROGRESS



CIRCULAR CONSTRUCTION & TECHNOLOGY CENTER BREMEN

Ein Teil des Bremer Ölhafens wird aufwendig saniert. Hier soll ein Zentrum für Urban Mining entstehen, das C3. Die Anlage soll Vorbild für den optimierten Umgang mit knappen Baustoffressourcen werden. Es geht darum, nachhaltige und ressourcenschonende Bauprozesse und Bauprodukte in der Region zu etablieren. Entsteht hier ein entscheidender Baustein für die zirkuläre Bauweise? Wie übertragbar ist das Projekt?



> 410.000 m³ Sicherung & Sanierung

> 90.000 m² Nutzungsfläche



Weitgehende Energieautarkie
PV, WEA, Batteriespeicher



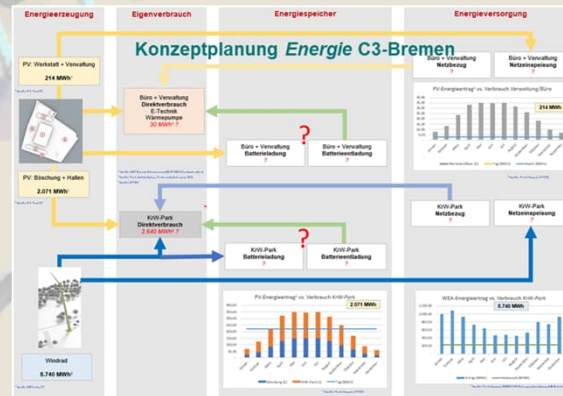
140.000 t/a

Normkonforme Rezyklate für Betonherstellung



Forschung & Entwicklung

Stoffliche Verwertung von Baustoffen





„Ein Teil des Bremer Ölhafens wird aufwendig saniert. Hier soll ein Zentrum für Urban Mining entstehen, das C3. Die Anlage soll Vorbild für den optimierten Umgang mit knappen Baustoffressourcen werden.

Es geht darum, nachhaltige und ressourcenschonende Bauprozesse und Bauprodukte in der Region zu etablieren.

Entsteht hier ein entscheidender Baustein für die zirkuläre Bauwende?

Wie übertragbar ist das Projekt?“



November 2024





VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

November 2024



STRABAG
TEAMS WORK.