

Chancen und Herausforderungen der Herstellung von R-Beton und der Rückführung sekundärer Rohstoffe in den Kreislauf

2. Hessische Ressourcenschutzkonferenz

Frankfurt, 21.11.2023

Christian Dierks, Nadine Muchow, Joachim Reinhardt, Corvin Veith, Florian Knappe

Agenda

1. Mineralische Bauabfälle: der aktuelle Stand

1. Boden und Steine
2. Bauschutt
3. Straßenaufbruch
4. Bauabfälle auf Gipsbasis

2. Herausforderungen und Chancen

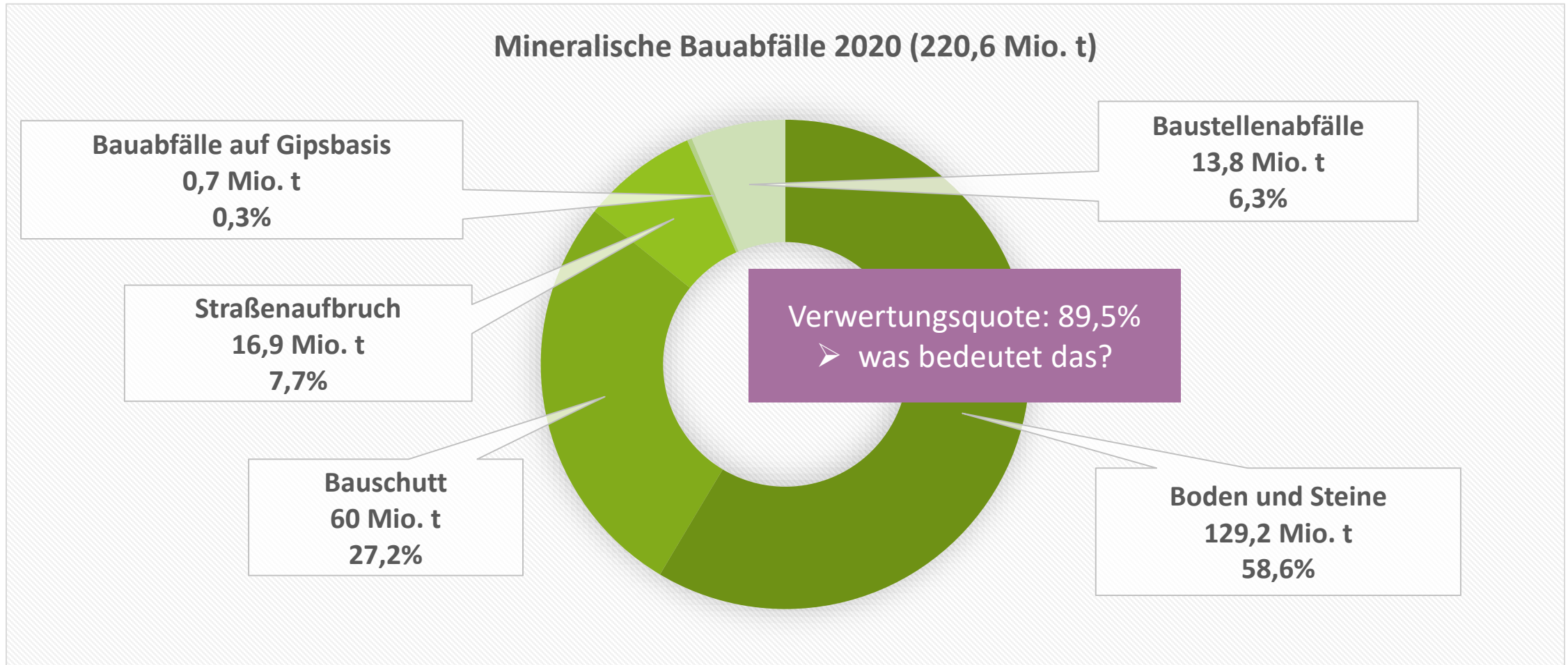
1. Allgemein
2. R-Beton
3. Boden

Mineralische Bauabfälle

Der aktuelle Stand

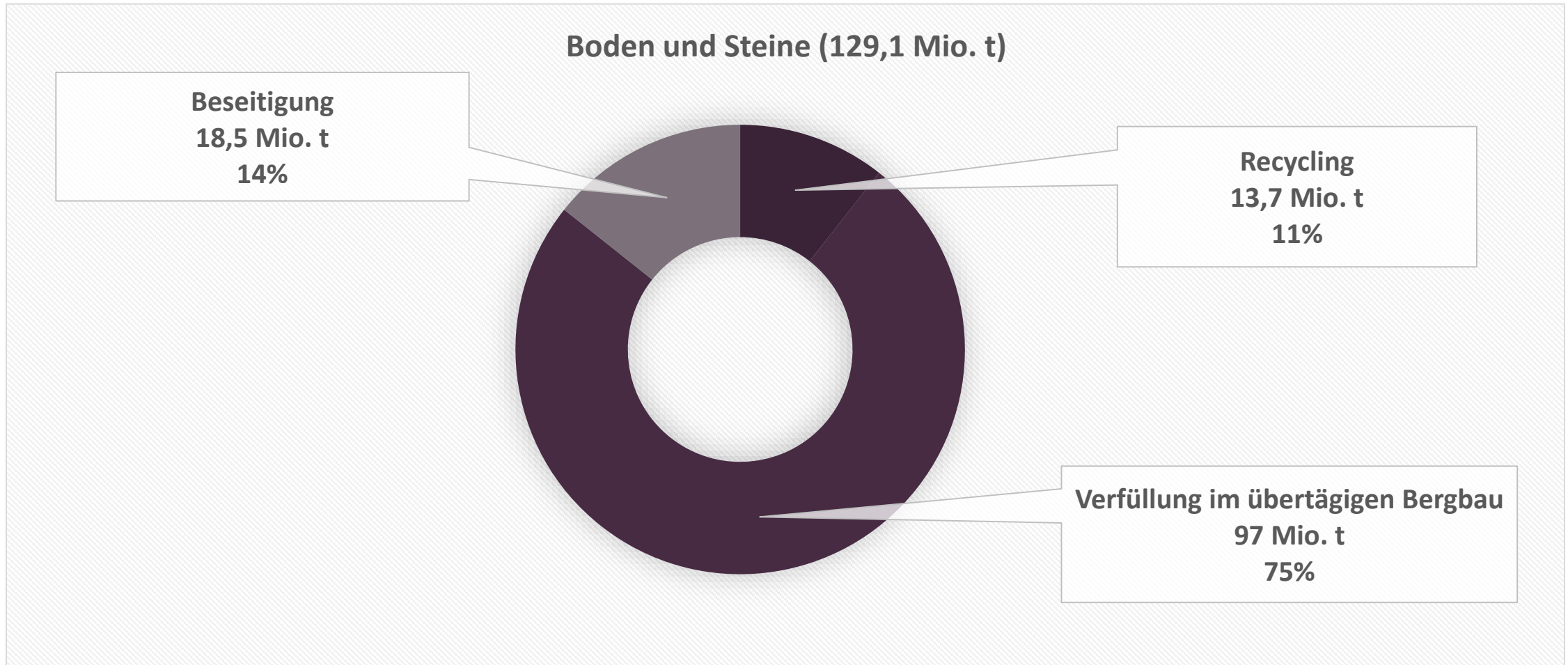
Der aktuelle Stand

Kreislaufwirtschaft Bau: Monitoring-Bericht 2020



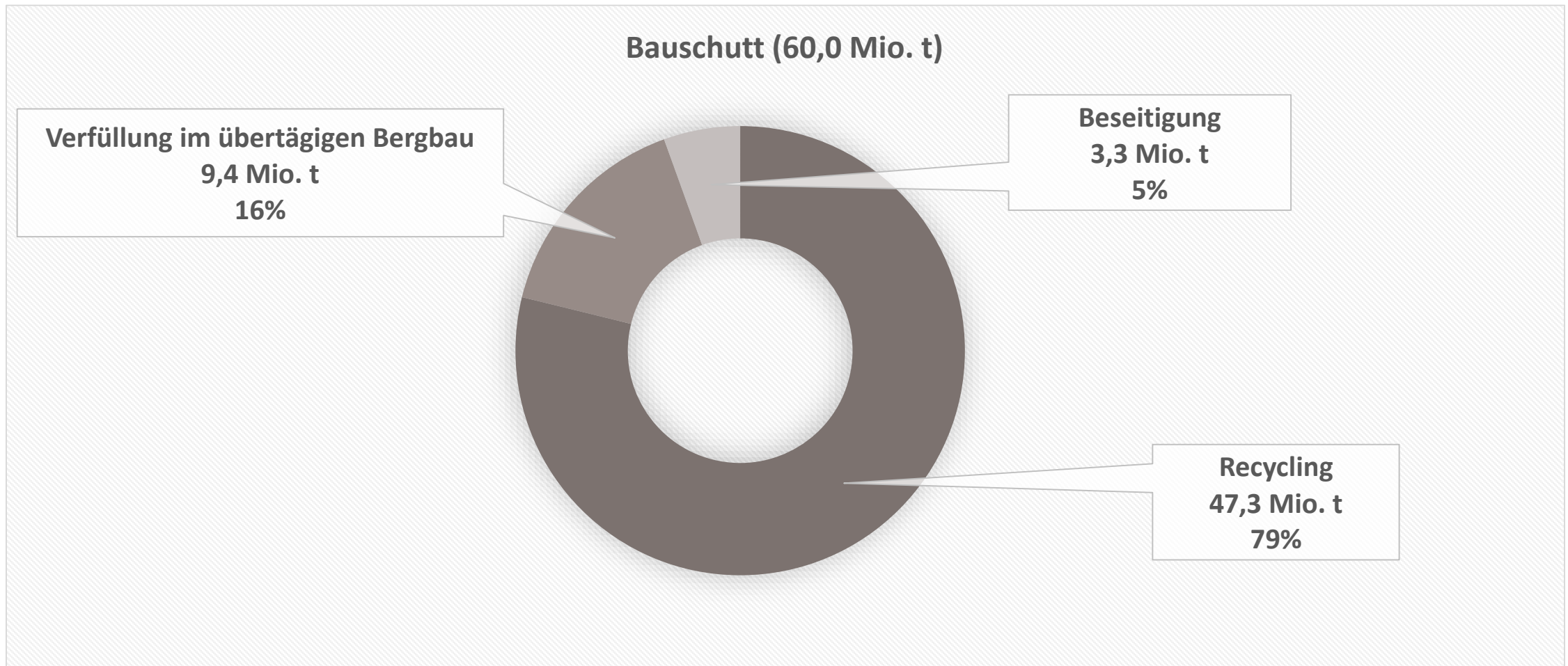
Boden und Steine

Stand 2020



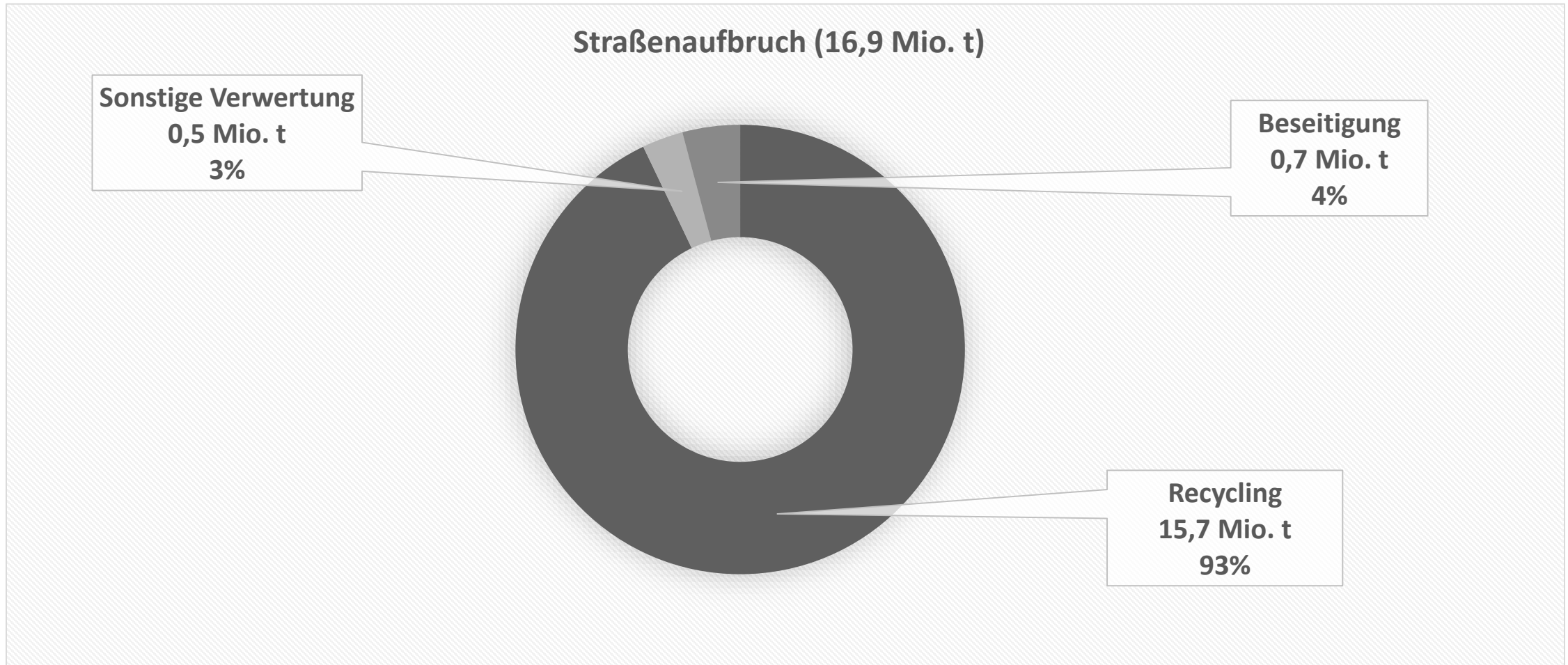
Bauschutt

Stand 2020



Straßenaufbruch

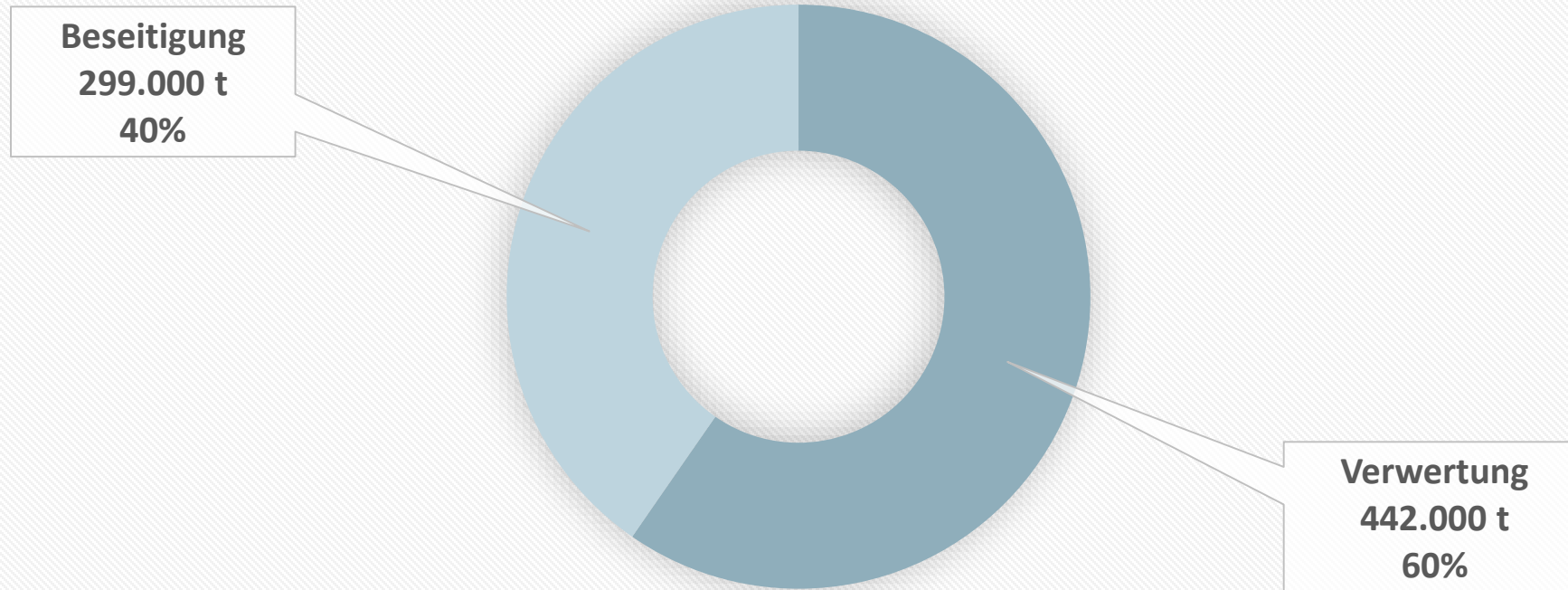
Stand 2020



Gipsabfälle

Stand 2020

Bauabfälle auf Gipsbasis (0,74 Mio. t)



Herausforderungen und Chancen

Verwertung mineralischer Bauabfälle

Herausforderungen und Chancen

Rechtlich-
bürokratische
Rahmenbedingungen

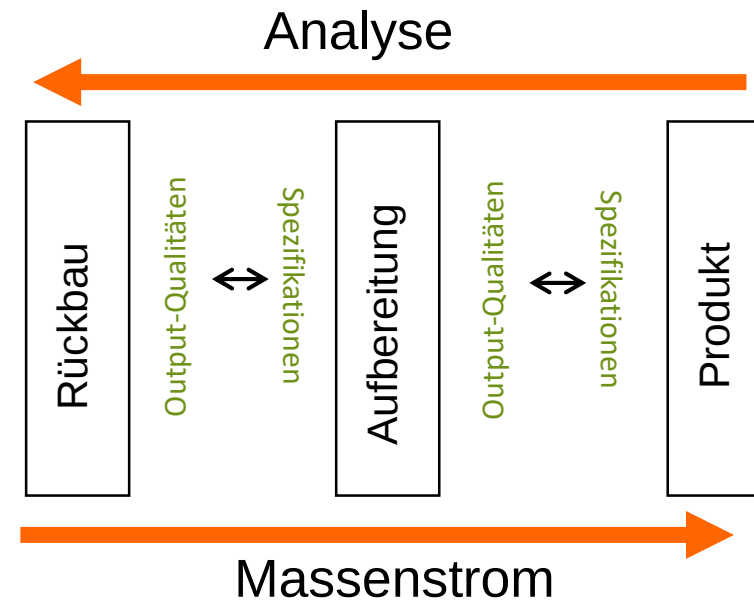
Akzeptanz

Technologie

Wirtschaftlichkeit

Herausforderungen und Chancen Technologie

„Die Verwertungsmöglichkeiten der Recycling-Baustoffe hängen von ihren bautechnischen und umweltrelevanten Eigenschaften sowie ihrer stofflichen Zusammensetzung ab. Neben den Ausgangsqualitäten werden die Eigenschaften maßgeblich von der **Verfahrensweise beim Abbruch** bzw. Rückbau, der **Getrennthaltung** der Fraktionen und der eingesetzten **Aufbereitungstechnik** bestimmt.“



Herausforderungen und Chancen

Rechtlich-bürokratische Rahmenbedingungen

- Bundesuneinheitlicher Rechtlicher Rahmen
 - Inkrafttreten der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) am 01.08.2023
 - Neue Schadstoffparameter in EBV
- Recyclingbaustoffe rechtlich nicht gleichgestellt
 - Siehe Niederlande
- Verfüllung in übertägigen Abbaustätten gilt rechtlich als Verwertung
- Unbestimmte Rechtsbegriffe

Herausforderungen und Chancen

Akzeptanz

- Wichtigstes Hindernis des hochwertigen Recyclings
 - Besonders bei öffentlicher Hand
 - Bei Kommunen oft abhängig von Einzelpersonen
 - Ggf. Bürgerwiderstand
 - Grund: empfundene Gefahr durch Schadstoffe
 - Sekundärrohstoffe werden oft als minderwertig empfunden („Ersatzbaustoffverordnung“)
-
- Leuchtturmprojekte, positive Praxisbeispiele
 - Rechtliche Rahmenbedingungen
 - Inklusion bis Bevorteilung bei Ausschreibungen
 - Marketing, Produktnamen
 - Ökologische Vorteile hervorheben

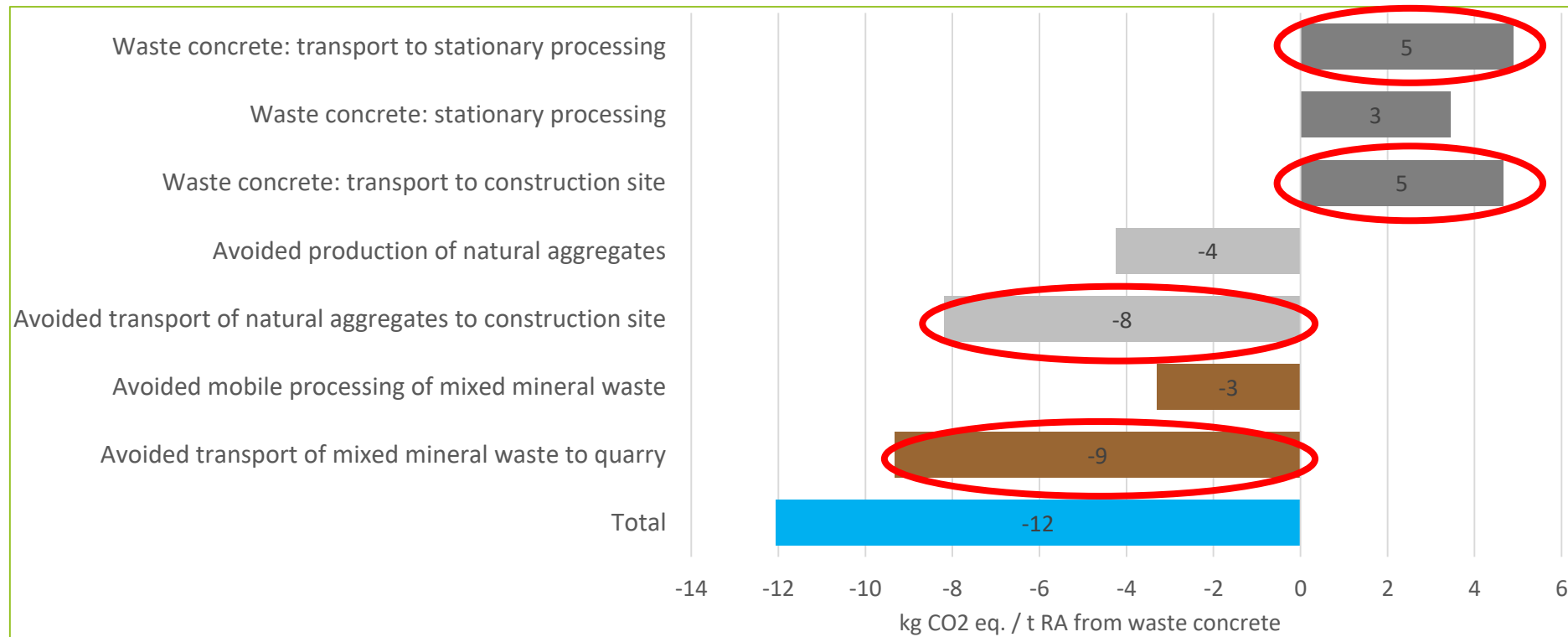
Herausforderungen und Chancen

Wirtschaftlichkeit

- Mangelnde Planungssicherheit
 - Z.B. Förderung, stabile rechtliche Rahmenbedingungen
- R-Beton benötigt zuverlässig große Mengen an Gesteinskörnungen
- Deutliche regionale Unterschiede bei Annahmegebühren und Sekundärrohstoffpreisen
- Nachfrage bestimmt auch Qualität
- Zulassung nach TL SoB-StB nicht immer wirtschaftlich
- Vorhandene Verunreinigungen erhöhen Aufbereitungsaufwand
 - Rechtliche Vorgaben, Rechtsbegriffe klären
- Recyclingbaustoffe müssen sehr wirtschaftlich sein (Akzeptanz)
- „Doppelte“ Konkurrenz mit Primärgesteinsindustrie
 - Schließen minderwertiger Verwertungswege könnte „nach oben durchdrücken“
 - Verfüllung ist oft mit hohen Transportdistanzen verbunden
 - Maut
 - CO₂-Bepreisung (z.B. Schattenpreis)

Transportdistanzen

Unterschätzter Vorteil hochwertiger Verwertung



Zwischenergebnisse zur Veranschaulichung

Herausforderungen und Chancen

Wirtschaftlichkeit

Weitere Chancen

- Baustoffrecycling ist grundsätzlich wirtschaftlich
- Steigende Annahmegebühren auf Deponien und Verfüllstätten
- Oft hohe Transportkosten
- „Doppelter“ Erlös durch Recycling

Herausforderungen und Chancen

Schadstoffe

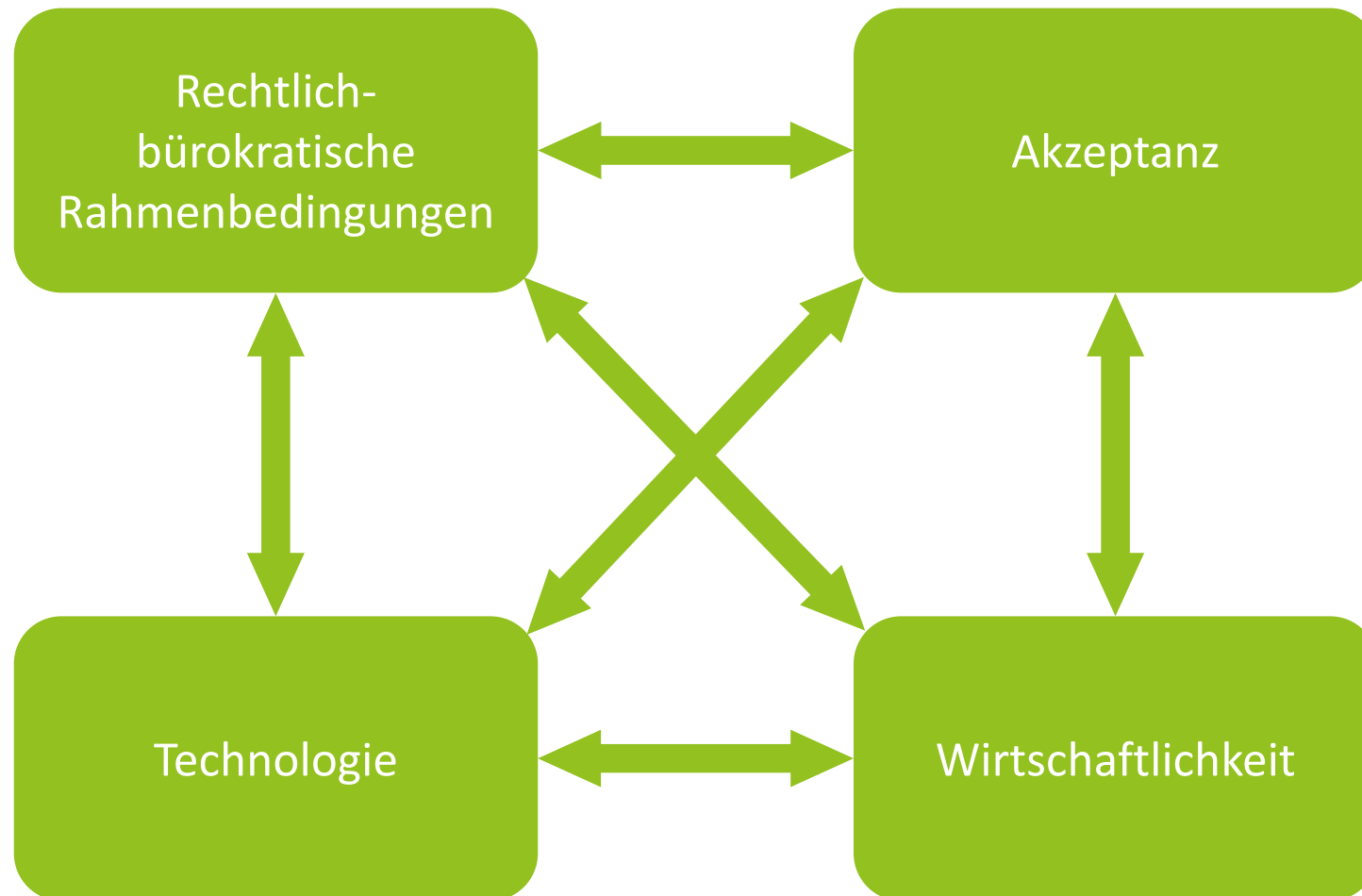
Z.B.:

- Asbest
- Holzschutzmittel
(z.B. PCP, Lindan, DDT, Chlornaphthalin, Carbamat, Dichlofluanid, Fumecyclohex, Permethrin und Pyrethroide)

➤ Was ist wo drin?

Herausforderungen und Chancen

Komplexes System



Herausforderungen und Chancen

R-Beton

R-Beton

Beispiele

Waldspirale Darmstadt

- „Hundertwasserhaus“
- Bau 1998-2000
- 12.000 m³ R-Beton

UBA-Neubau Dessau-Roßlau

- Eröffnung 04.09.2023
- Viele nachhaltige Konzepte
- Z.B. R-Beton



Bildquelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Waldspirale#/media/Datei:Darmstadt_Waldspirale_102_0011.jpg (Wikimedia Commons; Ludvig14)

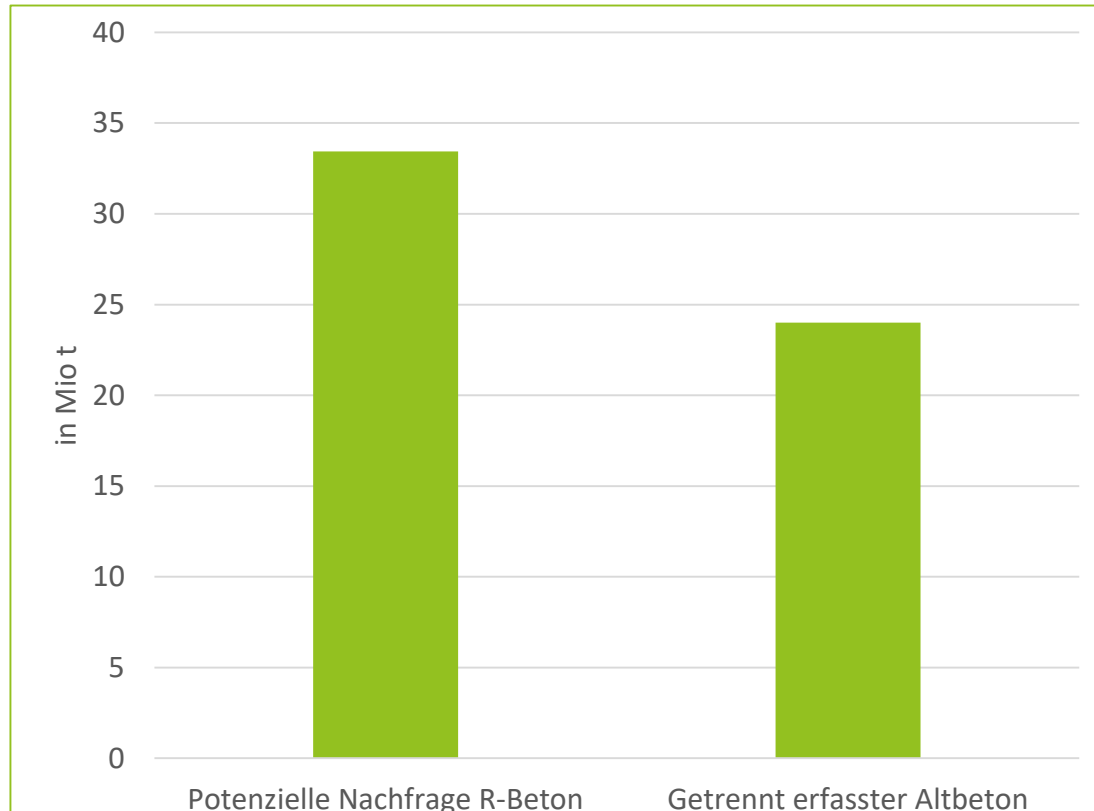
R-Beton

Nachfrage R-Gesteinskörnung in Transportbeton

- ✓ R-Beton nicht neu!
- ✓ Gleichwertige Gesteinskörnungen für R-Beton möglich
- ✓ Praxisbeispiele existieren
- 2020 ca. 55 Mio. m³ (allein) Transportbeton¹
- Davon über 80 % (44 Mio. m³) Druckfestigkeitsklassen $\leq$ C30/37¹, für die der Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung zulässig ist²
- Annahme: ca. 0,76 t R-Gesteinskörnung pro m³ Transportbeton (45 Vol.-%)
- **Potenzielle Nachfrage: Über 33 Mio. t**

R-Beton

Nachfrage R-Gesteinskörnung in Transportbeton

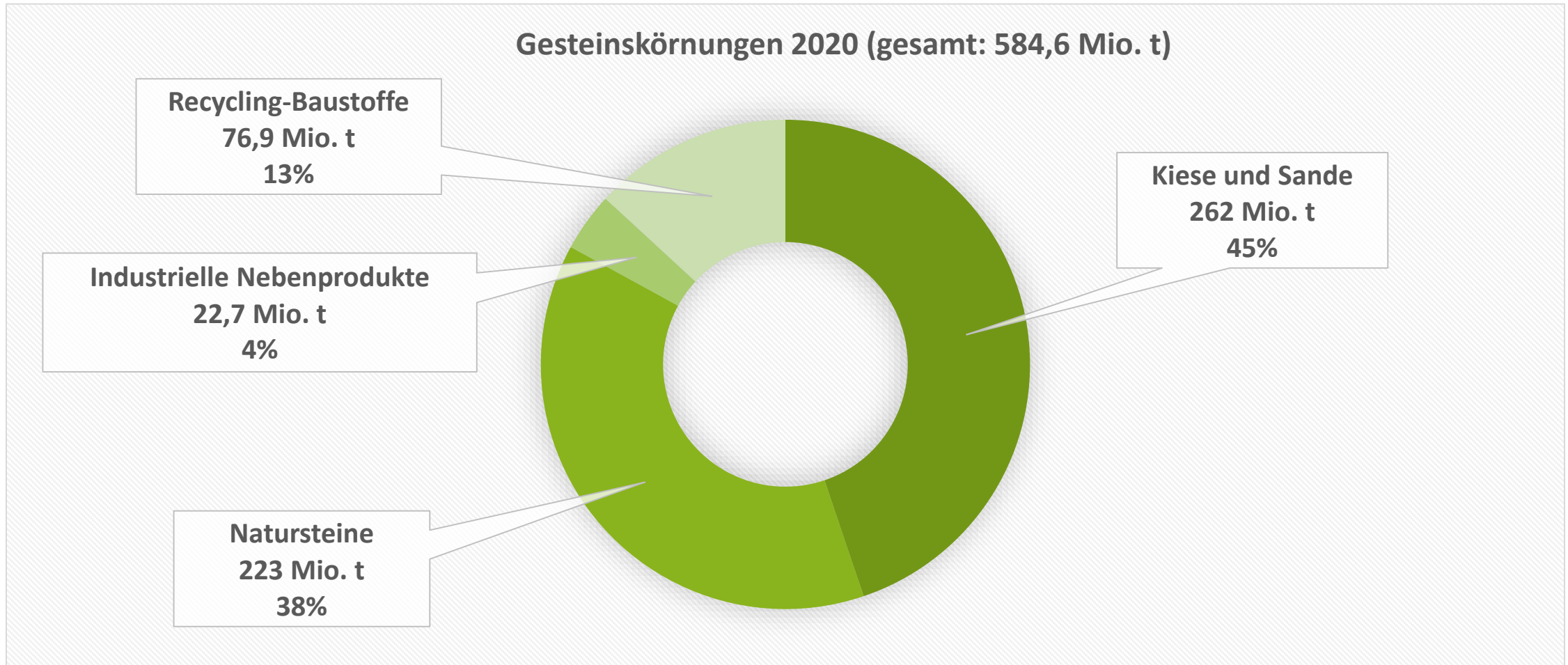


Nur Transportbeton, Betonfertigteile noch nicht betrachtet

- Aufnahmekapazität voraussichtlich kein limitierender Faktor
- Auch nicht für Typ 2

Gesteinskörnungen insgesamt

Stand 2020



R-Beton

Herausforderungen

Warum wird das Potenzial noch nicht ausgeschöpft?

- S.o.!

R-Beton

Nächste Schritte

- DIN 1045-2:2023-08 (aktualisiert)
- Einsatz von Brechsand in R-Beton
- Einsatz von Mauerwerk in R-Beton
- Einsatz von Körnungen aus Bodenmassen in Beton
- CO₂-Beaufschlagung von R-Gesteinskörnungen

R-Beton

DIN 1045-2:2023-08

- Obergrenze weiterhin bei C 30/37
- Einsatz von Brechsand in R-Beton zugelassen
 - Nur aus Altbeton
 - Nicht für Gesteinskörnung Typ 2
 - nur in den Expositionsklassen X0 und XC1
- Wenn Anteil an R-Gesteinskörnung (Typ 1+2) <25 % des gesamten Zuschlags ist, handelt es sich um einen Normalbeton. -> z.B. keine Obergrenze von C 30/37

R-Beton

Einsatz von Mauerwerk in R-Beton

Gesteinskörnung, Typ 1



Seit 2009



Gesteinskörnung, Typ 2



Seit 2013



R-Beton

Einsatz von Körnungen aus Bodenmassen in Beton

- Aus Bodenaushubmassen gewonnene Körnungen sind kein R-Material - es handelt sich nicht um eine rezyklierte Gesteinskörnung
- Unterliegen nicht dem Regelwerk für R-Beton

R-Beton

CO₂-Beaufschlagung von R-Gesteinskörnungen

- Vorteile
 - Bindung von CO₂
 - Ggf. Zement einsparung
- Karbonatisierung erfolgt am alten Zementleim
- Bindungsraten abhängig von Klinkergehalt, spezifischer Oberfläche, Verweilzeit, ...
- tendenziell Verbesserungen des Materials:
 - Steigende Kornrohddichte
 - Sinkende spezifische Oberfläche (dadurch sinkender Bindemittel- und Wasserbedarf)

Herausforderungen und Chancen

Boden

Boden

Ziel der Aufbereitung

Spezifikationen der Baustoffindustrie an Rohstoffeigenschaften erreichen:

- Klassierung (Kies, Sand, Schluff, Ton)
 - Insbesondere Abrieb von Lehm und Ton von gröberer Körnung
- Abtrennung von Fremdstoffen (Holz, Leichtstoffen)

Schwertwäsche erforderlich, trockene Verfahren (Siebung) reichen nicht aus

- Dichtentrennung zur Abscheidung der Leichtstoffe (schwimmen auf)
- Abschlämbbare Anteile lassen sich verlässlich vom gröberen Korn abtrennen

Boden

Aufbereitung in Kieswerken und Absatz Feinfraktion

- Schwertwäsche oft schon in Kieswerken betrieben!
- Anpassung der Anlagenkonfiguration auf Eigenschaften der Böden erforderlich
- Feinkorn-Anteil ist entscheidender Parameter der Auslegung / Konfiguration der Anlage
- Feuchte Feinfraktionen bislang Entsorgungsproblem
- Absatzmärkte?
- Lehmabbau: Forschungsvorhaben¹ zeigt Eignung von Filterkuchen als Rohstoff
- Ziegelindustrie: großes Potenzial
- Zementindustrie: Suche nach Klinkersubstituten (Tone und Böden)

Boden

Limitationen

- Aktuell: Einstufung von Bodenaushub als Abfall
- Schaffung eines Rechtsrahmens, sodass der zur Aufbereitung geeignete Bodenaushub nicht dem Abfallrecht unterliegt:
Bodenaushub ist ein primärer Rohstoff aus einer sekundären Quelle
- Wichtig: keine Einzelfalllösungen!



Danke für die
Aufmerksamkeit!

Christian Dierks

Christian.dierks@ifeu.de



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG