

# 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

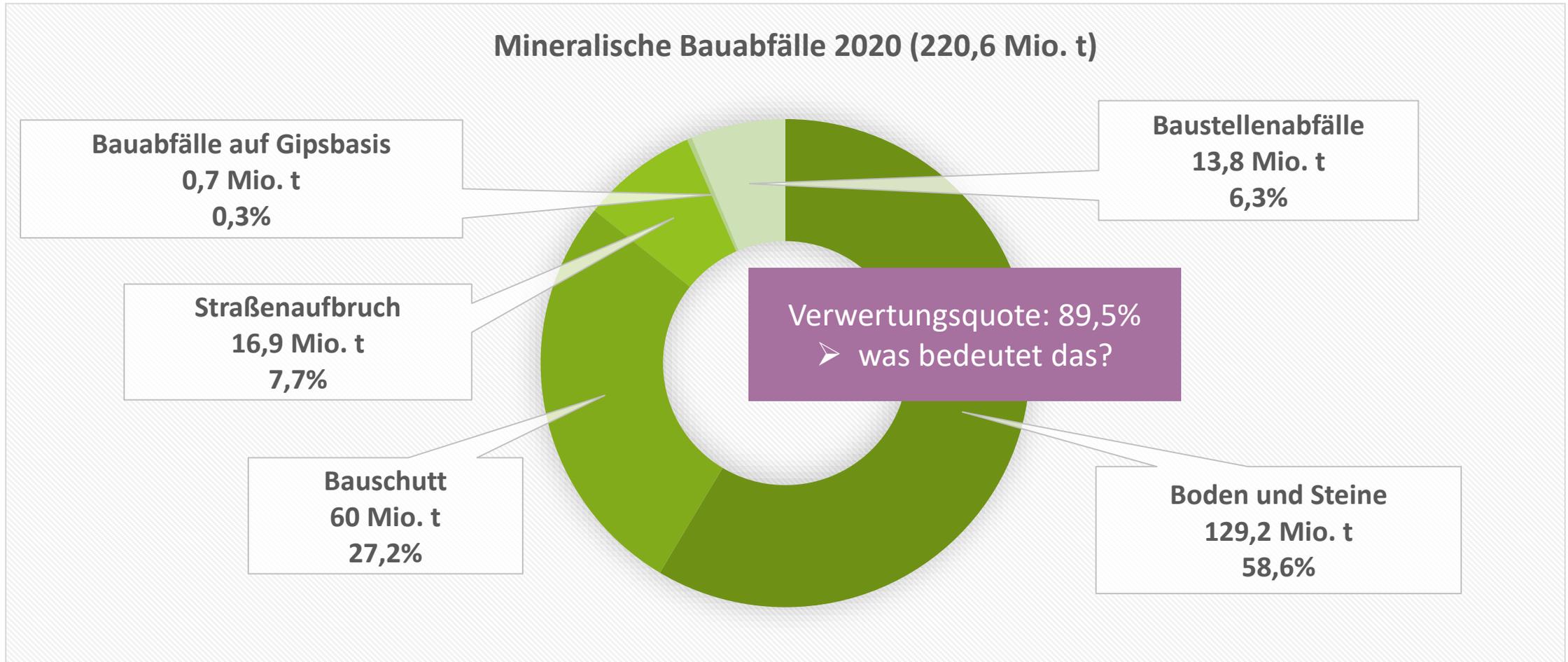
1. Allgemein
2. R-Beton
3. Boden

# Mineralische Bauabfälle

## Der aktuelle Stand

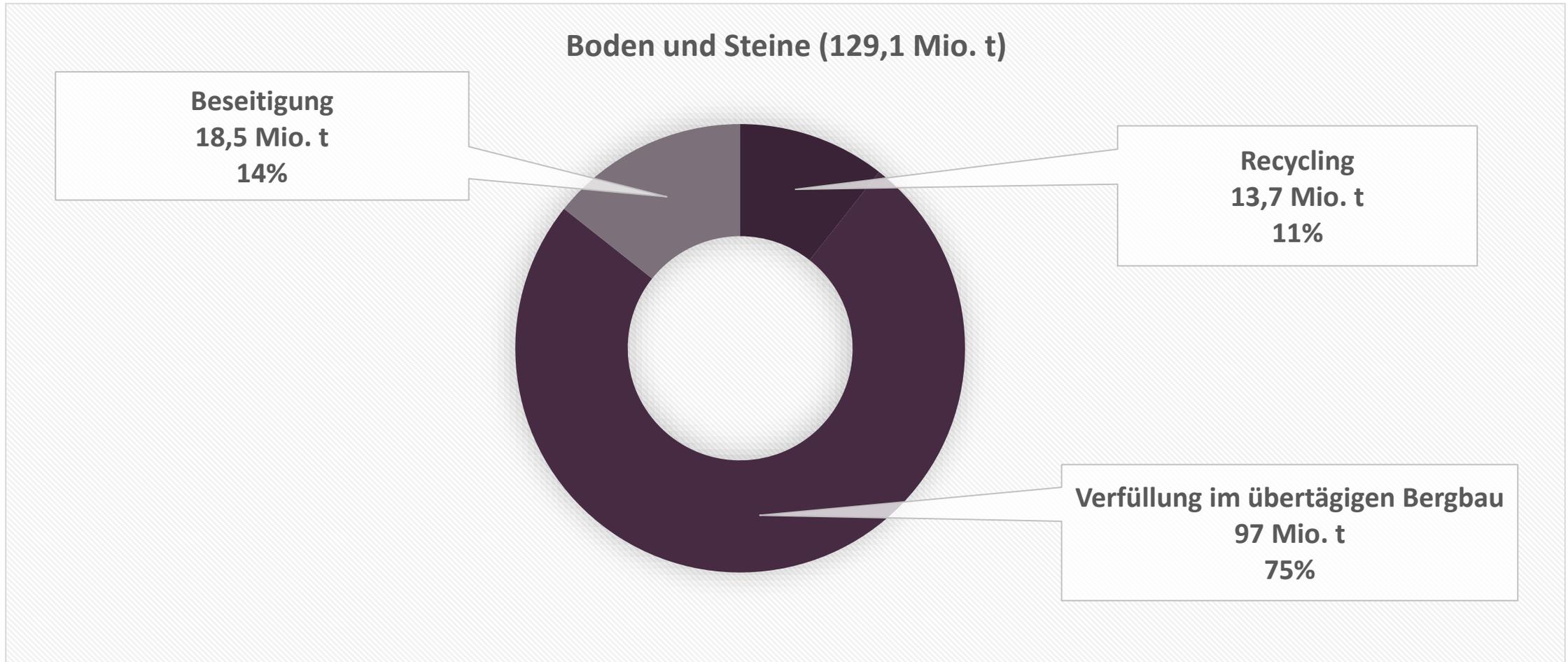
# Der aktuelle Stand

## Kreislaufwirtschaft Bau: Monitoring-Bericht 2020



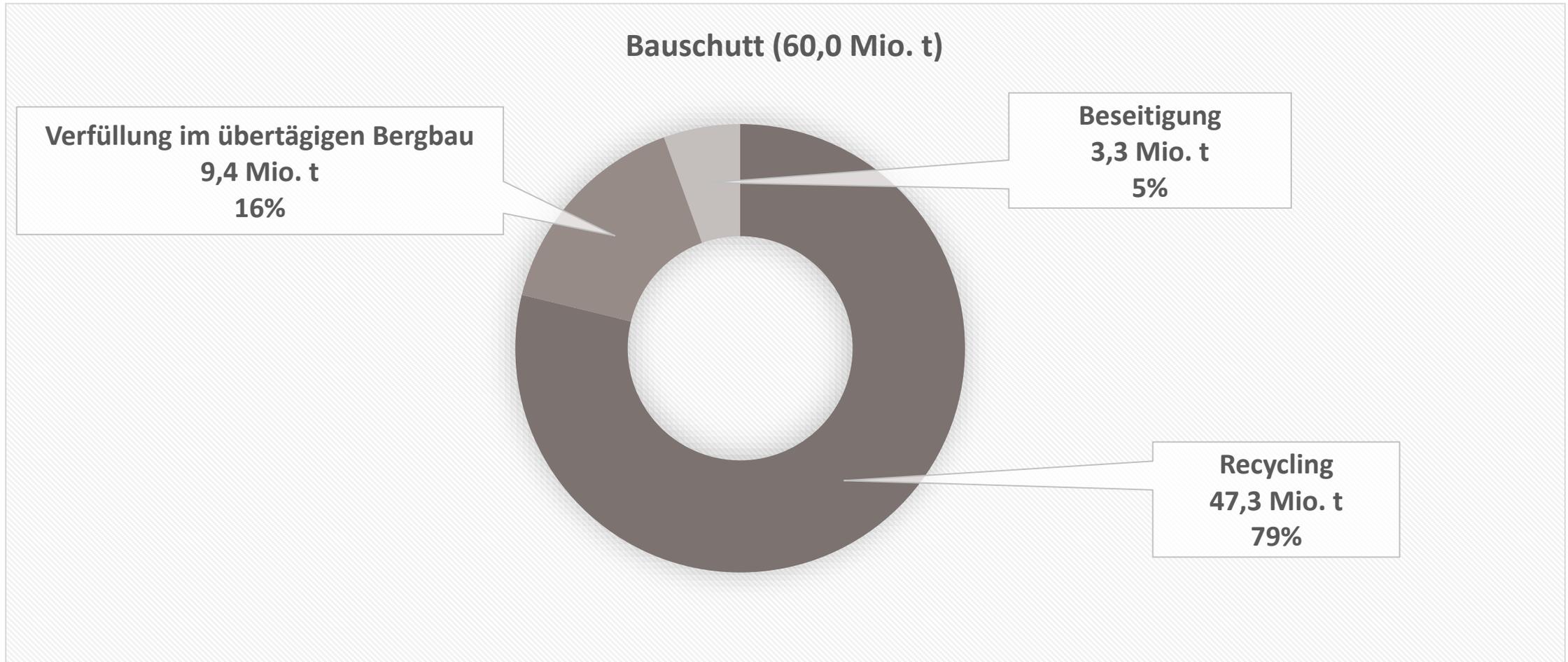
# Boden und Steine

## Stand 2020



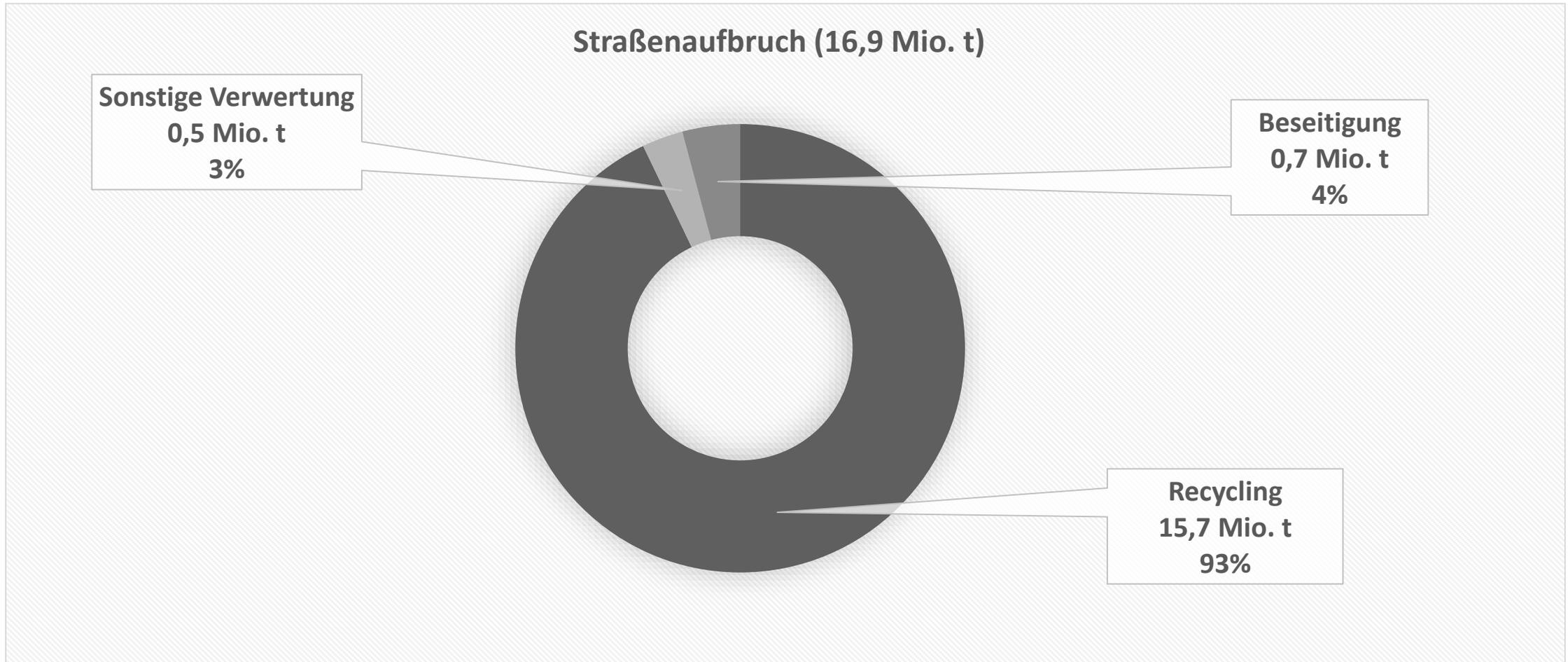
# Bauschutt

## Stand 2020



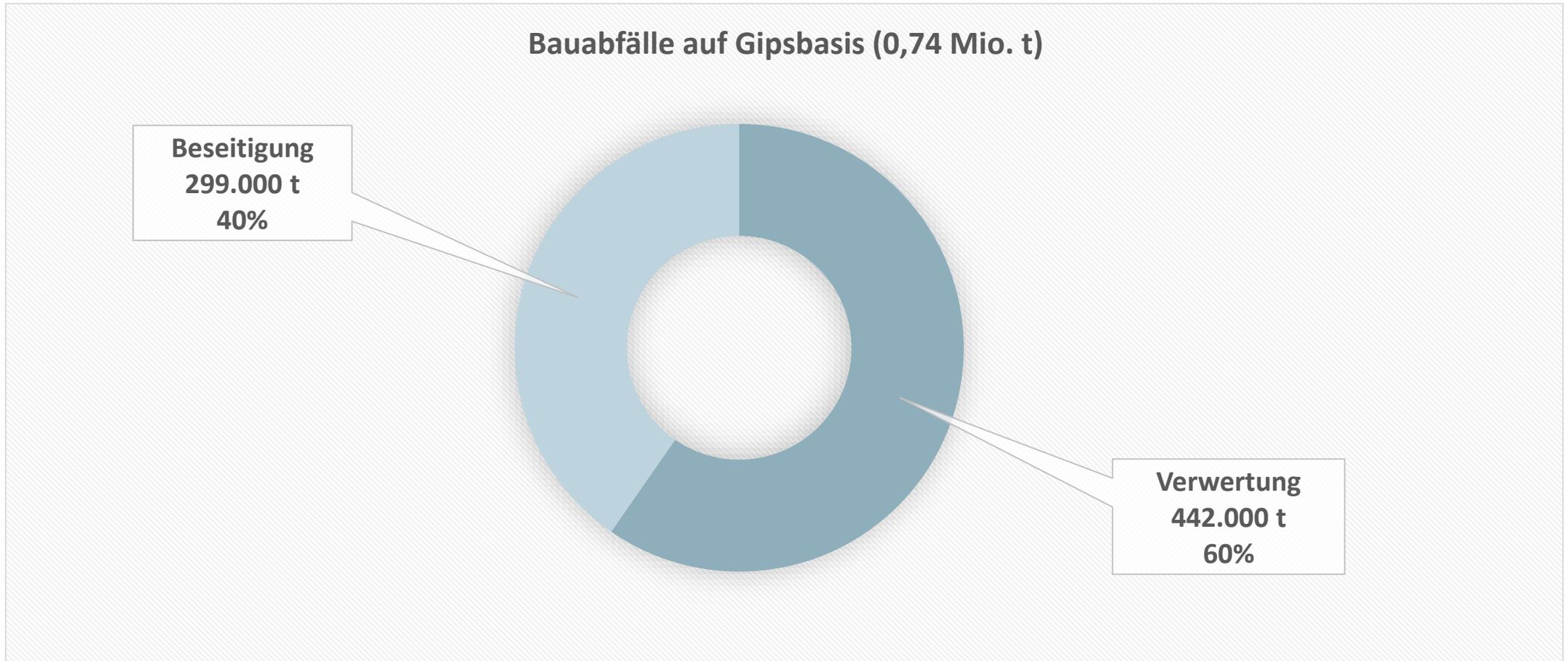
# Straßenaufbruch

## Stand 2020



# Gipsabfälle

## Stand 2020



# Herausforderungen und Chancen Verwertung mineralischer Bauabfälle

# Herausforderungen und Chancen

Rechtlich-  
bürokratische  
Rahmenbedingungen

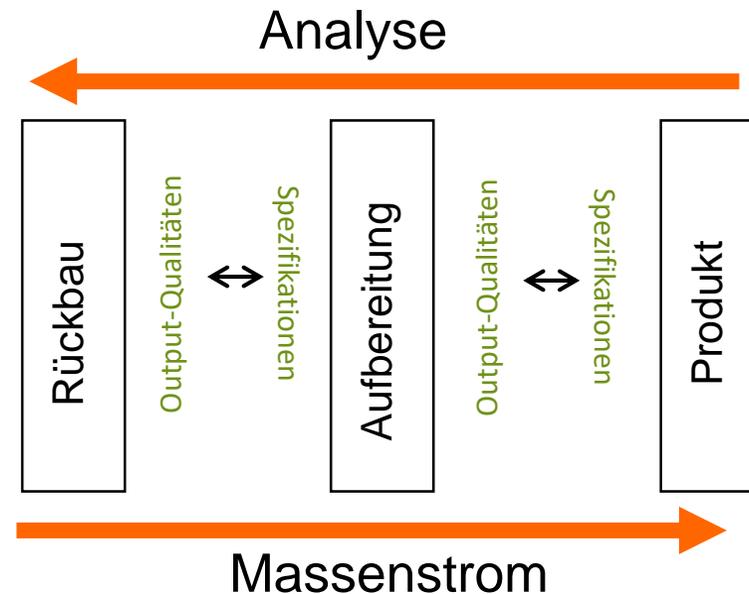
Akzeptanz

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

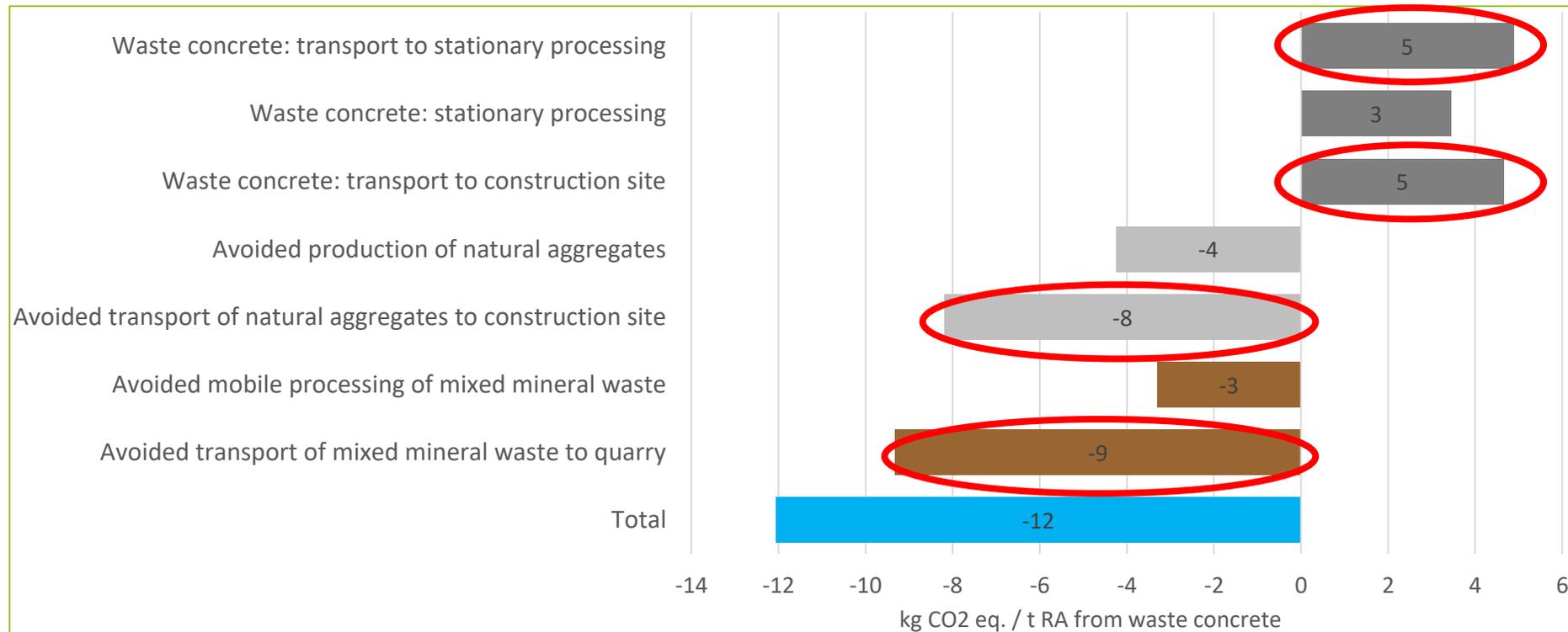
# Herausforderungen und Chancen

## 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
  - CO<sub>2</sub>-Bepreisung (z.B. Schattenpreis)

# Transportdistanzen

## Unterschätzter Vorteil hochwertiger Verwertung



Zwischenergebnisse zur Veranschaulichung

# Herausforderungen und Chancen

## Wirtschaftlichkeit

### Weitere Chancen

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

# Herausforderungen und Chancen

## Schadstoffe

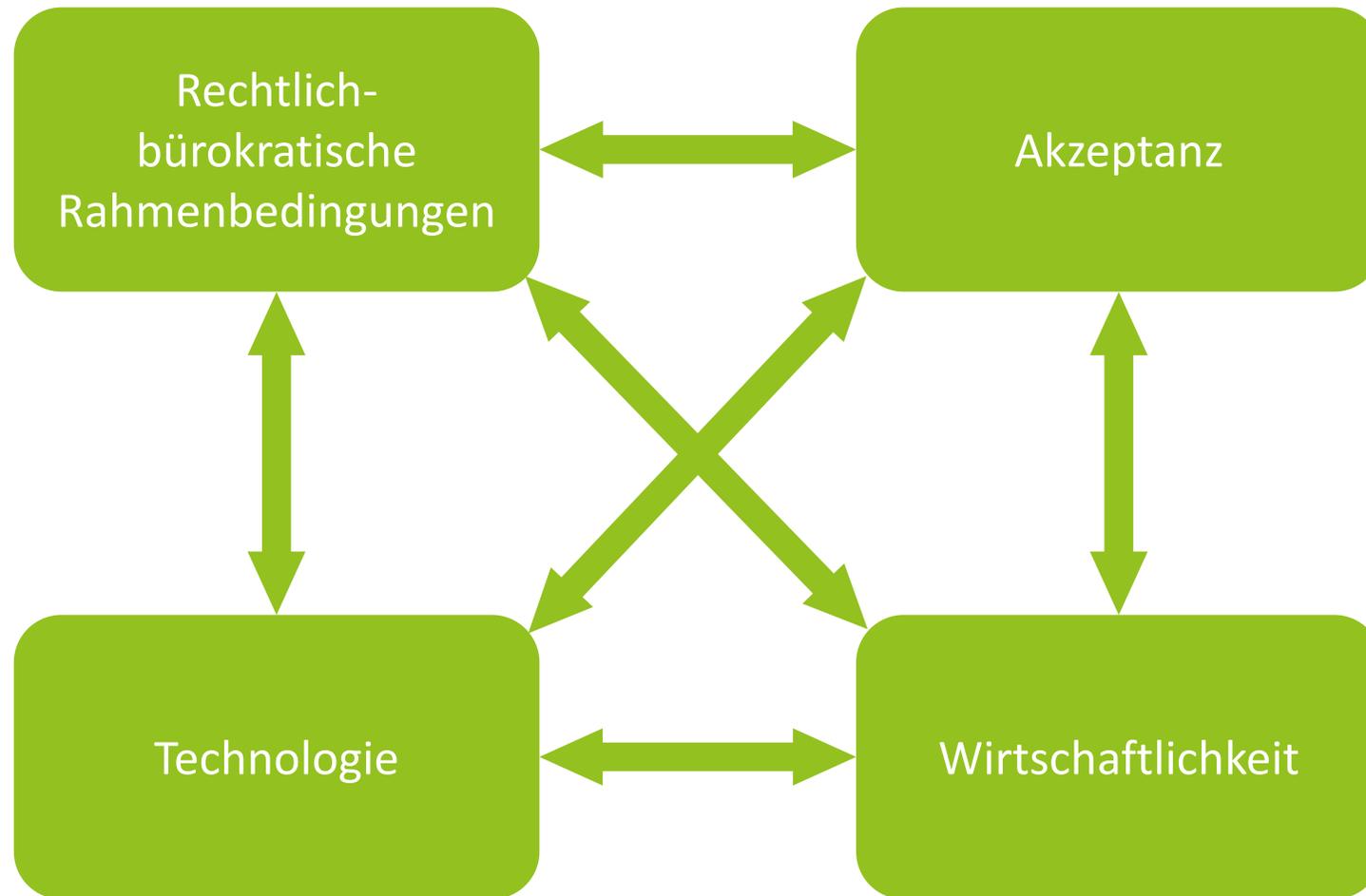
Z.B.:

- Asbest
- Holzschutzmittel  
(z.B. PCP, Lindan, DDT, Chlornaphthalin, Carbamat, Dichlofluanid, Fumecyclohexan, 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 m<sup>3</sup> R-Beton

### UBA-Neubau Dessau-Roßlau

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



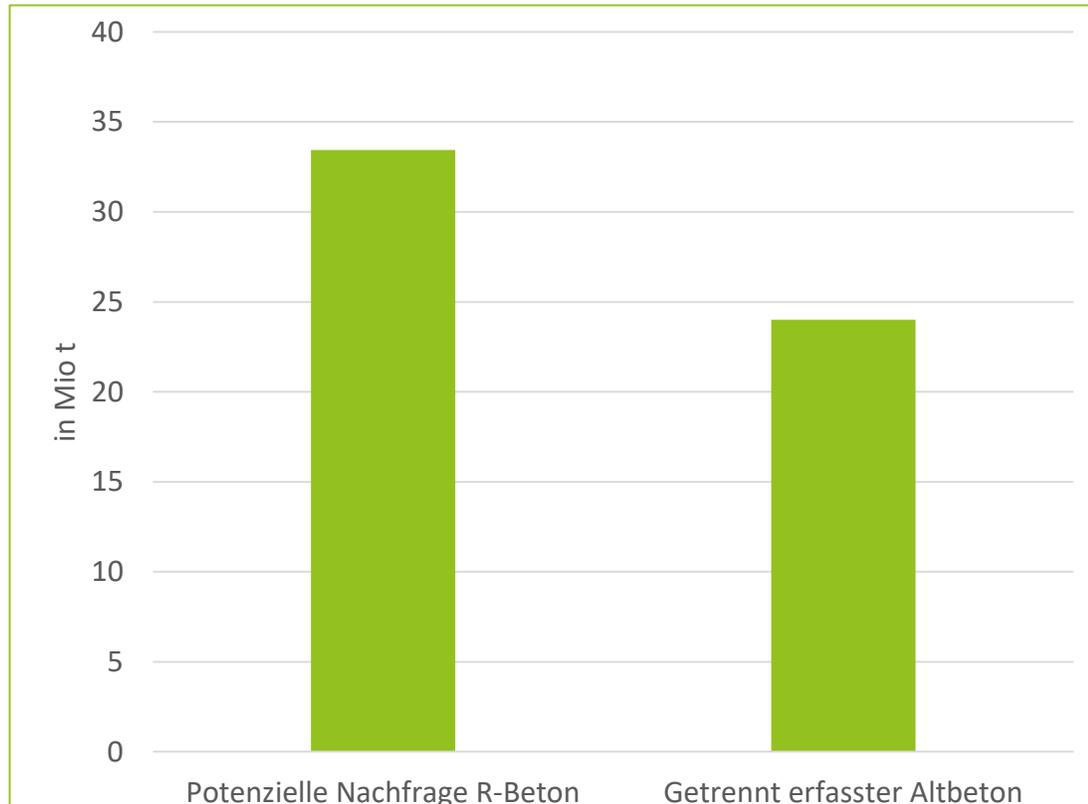
# R-Beton

## Nachfrage R-Gesteinskörnung in Transportbeton

- ✓ R-Beton nicht neu!
  - ✓ Gleichwertige Gesteinskörnungen für R-Beton möglich
  - ✓ Praxisbeispiele existieren
  - 2020 ca. 55 Mio. m<sup>3</sup> (allein) Transportbeton<sup>1</sup>
  - Davon über 80 % (44 Mio. m<sup>3</sup>) Druckfestigkeitsklassen  $\leq$  C30/37<sup>1</sup>, für die der Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung zulässig ist<sup>2</sup>
  - Annahme: ca. 0,76 t R-Gesteinskörnung pro m<sup>3</sup> Transportbeton (45 Vol.-%)
- **Potenzielle Nachfrage: Über 33 Mio. t**

# R-Beton

## Nachfrage R-Gesteinskörnung in Transportbeton

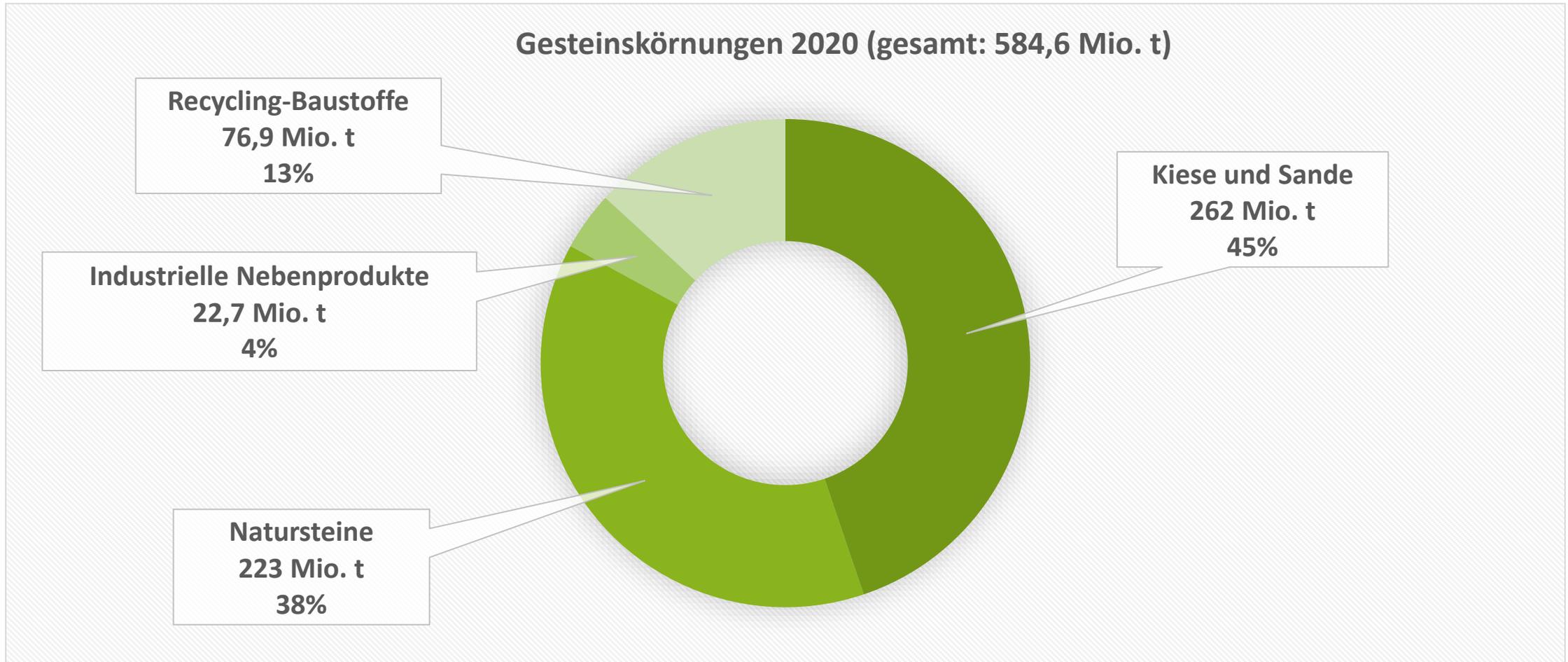


Nur Transportbeton, Betonfertigteile noch nicht betrachtet

- 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
- CO<sub>2</sub>-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 Expositionsclassen 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

## CO<sub>2</sub>-Beaufschlagung von R-Gesteinskörnungen

- Vorteile
  - Bindung von CO<sub>2</sub>
  - Ggf. Zementersparung
- Karbonatisierung erfolgt am alten Zementleim
- Bindungsraten abhängig von Klinkergehalt, spezifischer Oberfläche, Verweilzeit, ...
- tendenziell Verbesserungen des Materials:
  - Steigende Kornrohichte
  - 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)
- Abschlämmbare Anteile lassen sich verlässlich vom gröberen Korn abtrennen

# Boden

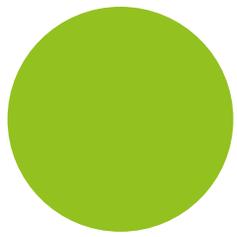
## Aufbereitung in Kieswerken und Absatz Feinfraktion

- 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: Forschungsvorhaben<sup>1</sup> 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](mailto:Christian.dierks@ifeu.de)



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG