

Kreislaufwirtschaft und Stadtentwicklung – Materialkataster zur Unterstützung kreislauforientierter Ansätze in der Planung

Wohnungswirtschaftliches Seminar
an der Universität Mannheim
28.05.2020

Dr.-Ing. Georg Schiller
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung



Gliederung

- Hintergrund
- Akteure deren Entscheidungen Materialflüsse beeinflussen
- Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatastern
- Potenziale der Ressourcenschonung
- Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure
- Fazit



Gliederung

- **Hintergrund**
- Akteure und Informationsbedarfe
- Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatastern
- Potenziale der Ressourcenschonung
- Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure
- Fazit



Bauen als ein Hauptverursacher gesellschaftlicher Materialflüsse

- Die Bauindustrie konsumiert ca. 40% des gesellschaftlichen Materialverbrauchs
- In den Industrieländern stellen Bau- und Abbruchabfälle mit einem Anteil von mindestens 50 % am Gesamtabfallaufkommen die bei weitem größte Abfallfraktion dar



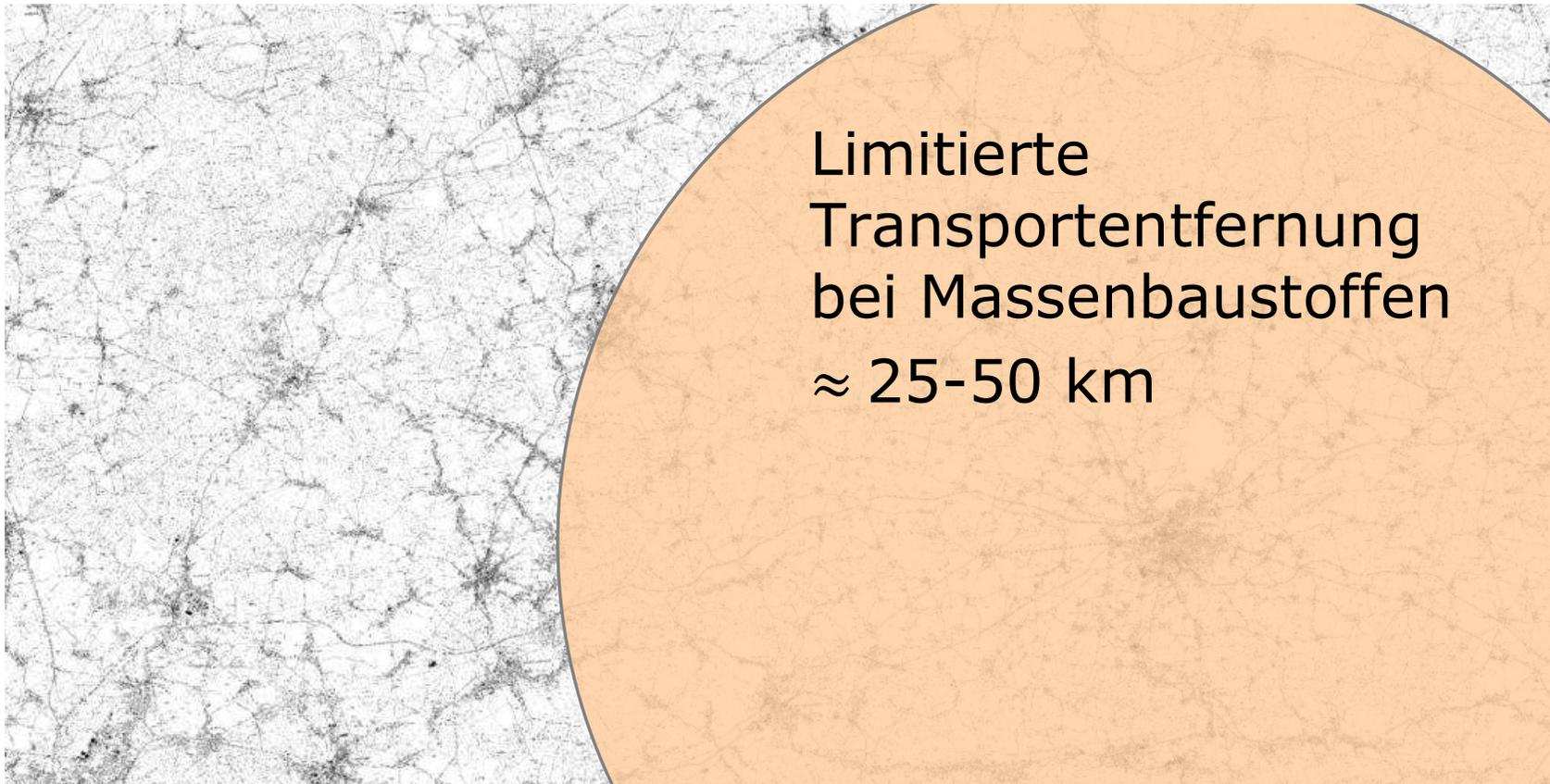
Quellen: *Khasreen et al. (2009), **Schachermayer et al. (2000)

Mineralische Massenbaustoffe dominieren

- Mehr als 90 % aller Materialien in langlebigen Gütern werden in Gebäuden und Infrastrukturen genutzt
- Bei 94% der Baumaterialien handelt es sich um mineralische Massenbaustoffe



Regionale Märkte für Massenbaustoffe



Quellen: Miliutenko 2009; Wilbrun and Goonan 1998

Weniger als 40%* der Bau- und Abbruchabfälle werden Recycelt

| | 1000 t | Verwertung | | | Beseitigung |
|----------------------|--------|------------|-----------|------------|-------------|
| | | Verfüllung | Recycling | Deponiebau | Deponie |
| Bodenmaterial | 4.185 | 83 % | 10 % | 4 % | 3 % |
| Bauschutt | 4.350 | 32 % | 64 % | 2 % | 2 % |
| Gesamt | 8.535 | 57 % | 38 % | 3 % | 2 % |

Sachsen 2012, Daten: StaLa SN

* Angaben beziehen sich auf den Freistaat Sachsen

Das Verhältnis Baustoffzugang zu Abgang wird sich zugunsten des Abgangs verschieben



Berechnungen von Gruhler und Deilmann (2016) bezogen auf die Dynamik des Gebäudebestandes in Deutschland

Der Aspekt der Materialinduzierten klimarelevanten Emissionen gewinnt an Bedeutung

- 40% der Treibhausgas-Emissionen (GHG) die bei der Produktion von Materialien entstehen (Graue Emissionen), sind auf die Herstellung von Baumaterialien zurückzuführen *

**

Quelle: International Resource Panel (2020)



Gliederung

- Hintergrund
- **Akteure und Informationsbedarfe**
- Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatastern
- Potenziale der Ressourcenschonung
- Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure
- Fazit



Akteure und Informationsbedarfe auf der Ebene Stadt /Region

| Akteure interessieren sich typischerweise für: | Bauweisen | Materialarten / Materialgruppen | Materialmengen | Materialqualitäten | Abfallarten | Abfallmengen (nach Abfallarten) | Abfallqualitäten (nach Abfallarten) | RC-Materialarten | RC-Materialmengen | RC-Materialqualitäten | Rückbau- & Recyclingfreundlichkeit | Recyclingwahrscheinlichkeiten |
|--|-----------|---------------------------------|----------------|--------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Öffentliche Akteure der Abfallwirtschaft mit genehmigungsrechtlicher Verantwortung | | | | | | | | | | | | |
| Untere Abfallbehörde | | | | | | | | | | | | |
| Obere Abfallbehörde | | | | | | | | | | | | |
| Private Akteure der Abfallwirtschaft | | | | | | | | | | | | |
| Abbruchunternehmen | | | | | | | | | | | | |
| Recyclingunternehmen | | | | | | | | | | | | |
| Tagebaubetreiber | | | | | | | | | | | | |
| Deponiebetreiber | | | | | | | | | | | | |
| Baustoffhersteller | | | | | | | | | | | | |
| Div. Bereiche, z.B. Ziegel, Beton, Gips, Kalksandstein | | | | | | | | | | | | |
| Öffentliche Akteure mit strategischen umweltpolitischen Aufgaben | | | | | | | | | | | | |
| z.B. Nachhaltigkeitsabteilungen | | | | | | | | | | | | |
| Regionalplanung | | | | | | | | | | | | |

Quelle: Schiller et al. 2019

Akteure und Informationsbedarfe auf der Ebene Stadt /Region

- Vordergründig Akteure, die in Planungs- und Genehmigungsverfahren mit Bezug zu Materialflüssen typischerweise involviert sind.
- Ein Schwerpunkt liegt bei öffentlichen und privaten Akteuren der kommunalen Abfallwirtschaft – Interesse an Informationen zu Abfallkategorien, Mengen, Qualitäten
- Ein weiterer Schwerpunkt liegt bei Akteuren mit strategischen Querschnittsaufgaben, z.B. mit Verantwortung für städtische Klimakonzepte, Nachhaltigkeitsstabsstellen, Regionalplanung, ...; hier ist der Informationsbedarf deutlich breiter und reicht von Rohstoffen über Baumaterialien, Abfallkategorien bis hin zu (Grauen) Emissionen

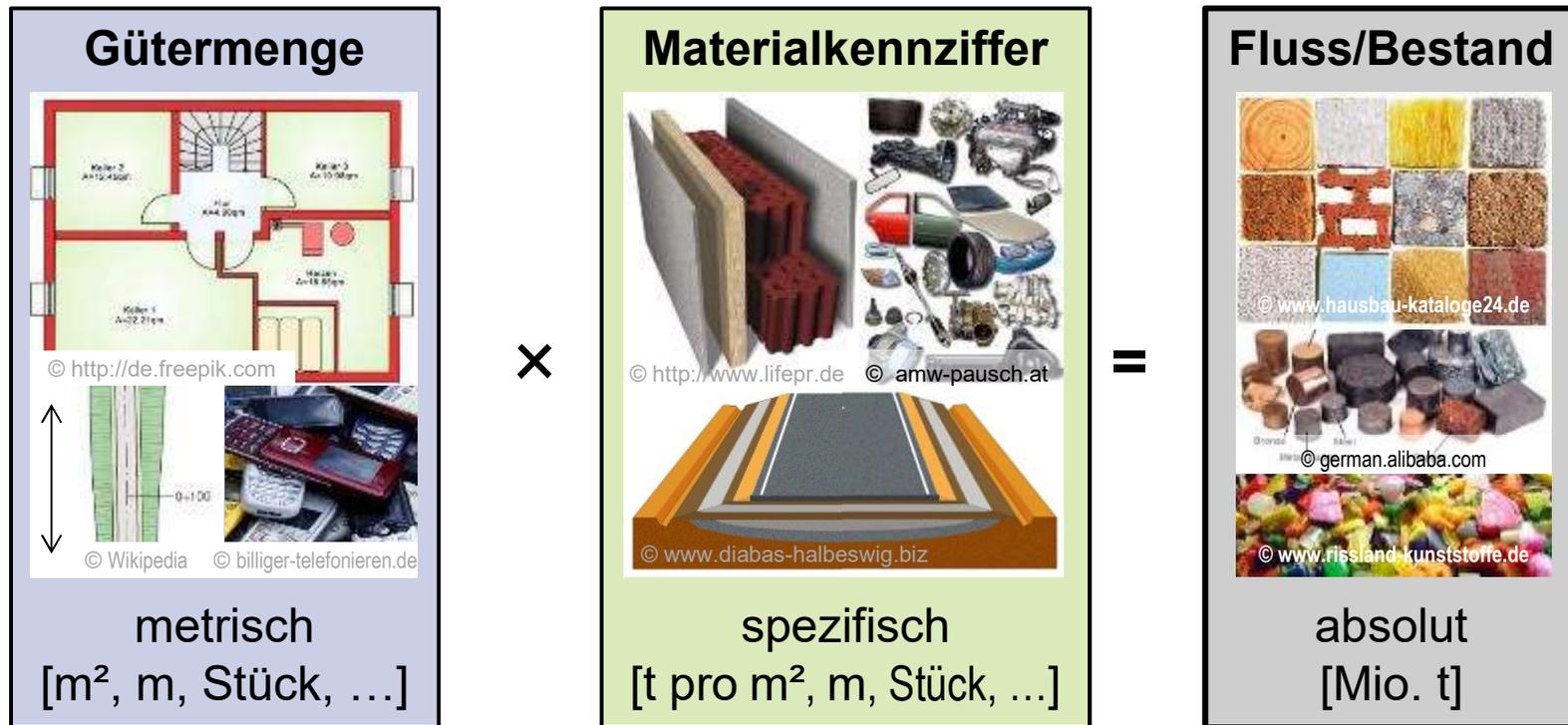
Gliederung

- Hintergrund
- Akteure und Informationsbedarfe
- **Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatakstern**
- Potenziale der Ressourcenschonung
- Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure
- Fazit



Grundprinzip: Bottom-up-Material-Fluss-Analysen

zur Ermittlung von Flüssen und Beständen



„Gütermenge“ am Beispiel „Gebäudebestand“

- Sachdaten (frei verfügbar oder interne Daten der Kommunalstatistik)

Wohnen

| Bestand/ Dynamik | Räumliche Ebene | Sachliche Differenzierung | Bezugs- jahr | Quellen |
|--------------------------|--------------------|---|------------------|--|
| Wohngebäude | | | | |
| Bestand | Bezirke | Gebäude- und Wohnungsanzahl, Ø Wohnfläche je Wohnung differenziert nach EFH, ZFH, MFH und Gebäudealter | 2011 | Website Ergebnisse Zensus 2011 |
| | Stadtteile | Gebäude- und Wohnungsanzahl, Wohnfläche differenziert nach EFH, ZFH, MFH | 2011 bis 2017 | Bestandsfortschrei- bung, Anfrage an Landesstatistik |
| | Stadtteile | Gebäudeanzahl (Sonstige Gebäude mit Wohnraum“ enthalten) differenziert nach EFH, ZFH, MFH oder Gebäudealter | 2011 | Zensus 2011, Anfrage an Landesstatistik |
| Baufertig- stellungen | Stadtteile | Gebäude- und Wohnungsanzahl differenziert nach EFH, ZFH, MFH | 2000 bis 2017 | Website Landesstatistik |
| Abgang | Stadt | Gebäude- und Wohnungsanzahl differenziert nach EFH, ZFH, MFH | 1995 bis 2017 | Landesstatistik |

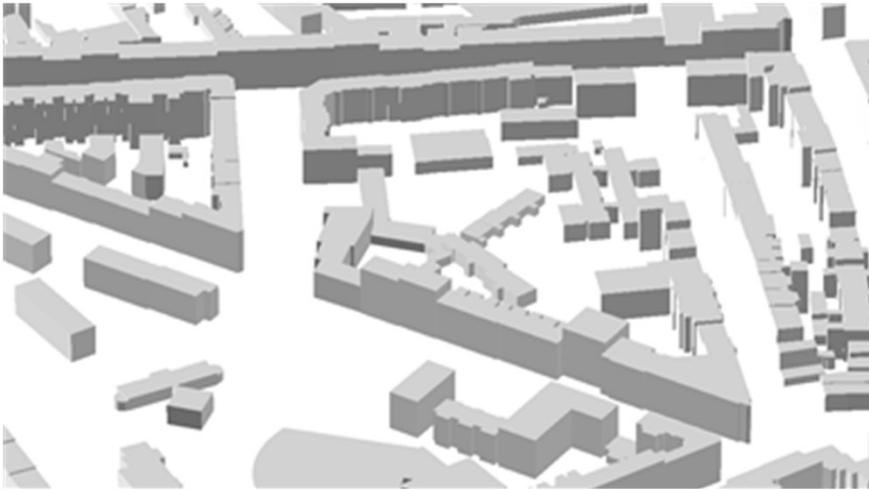
Nicht-Wohnen

| Bestand/ Dynamik | Räumliche Ebene | Sachliche Differenzierung | Bezugs- jahr | Quellen |
|--------------------------|----------------------|---|------------------|------------------------------------|
| Nichtwohngebäude | | | | |
| Bestand | Wird nicht berichtet | | | |
| Baufertig- stellungen | Stadt | Gebäudeanzahl und Nutzfläche Differenziert nach Nutzungsarten: - Anstaltsgebäude, - Büro- und Verwaltungsgebäude, - Landwirtschaftliche B-Gebäude, - Nichtlandwirtschaftliche B-Gebäude darunter Fabrik- und Werkstattgebäude, Handelsgebäude, Warenlagergebäude, Hotels und Gaststätten - Sonstige Nichtwohngebäude); | 2015 bis 2017 | Regional- statistik.de |
| | Stadt | Gebäudeanzahl und Nutzfläche Nichtwohngebäude gesamt | 2008 bis 2017 | Regional- statistik.de |
| Abgang | Stadt | Gebäudeanzahl und Nutzfläche Nichtwohngebäude gesamt | 1995 bis 2017 | Anfrage an Statistikamt Nord |

- Differenzierte Daten für „Wohnen“ Bestand und Zubau verfügbar
- Wenig Wissen zum Bestand „Nichtwohnen“
- Lückenhaftes Wissen zu Abriss

„Gütermenge“ am Beispiel „Gebäudebestand“

- Geodaten – z.B. „Gebäudemodell im Level-Of-Detail 1“ (LoD1)



Gebäude-Polygone
(2D-Grundriss)
integriert Gebäudeattribute:
Gebäudegrundfläche, Gebäudehöhe
Gebäudefunktion

- Volumen „Klötzchenmodell“

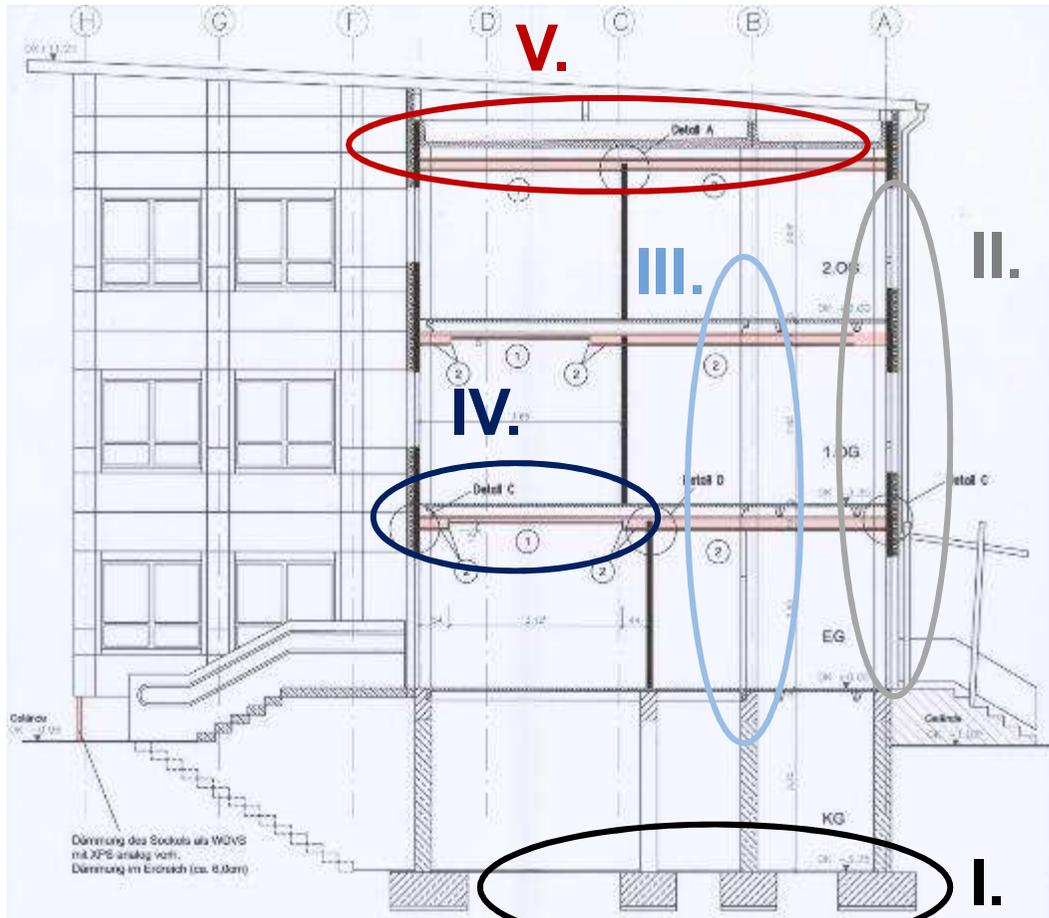


Gebäude-Polygone mit definierten Funktionen
für Nichtwohngebäude;

- Differenzierte Daten für „Nichtwohnen“
- Wohnen als Sammelkategorie ohne weitere Differenzierung

Materialanalysen für „typische“ Gebäude

- Grundlage: Analyse von Bauunterlagen und Datenbanken



Projektunterlagen KiTa Typenbau 1972,
Quelle: Landeshauptstadt Dresden Hochbauamt

I. Gründung

II. Außenwand

III. Innenwand

IV. Decke

V. Dach

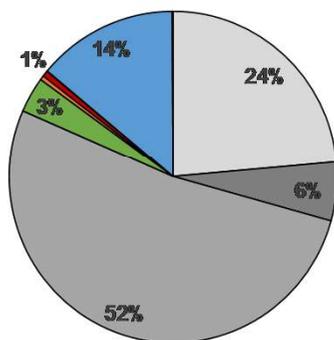
$$\text{Dicke [m]} \times \text{Dichte [kg/m}^3\text{]} \times \text{Bauteilfläche [m}^2\text{]} = \text{Material [kg]}$$

- Sortierung nach Materialgruppen
- Bildung Materialkennzahl (MKZ)

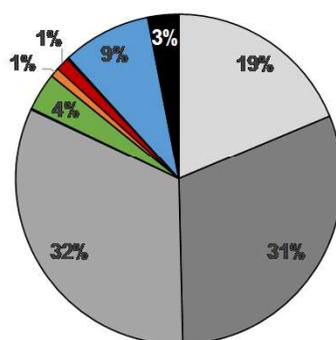
Materialkennziffern (MKZ) – WG / NWG



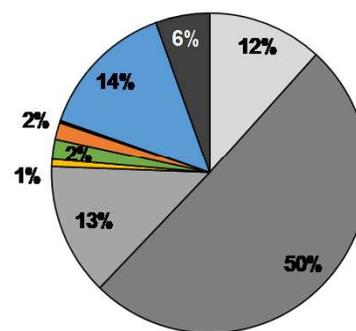
MFH bis 1918



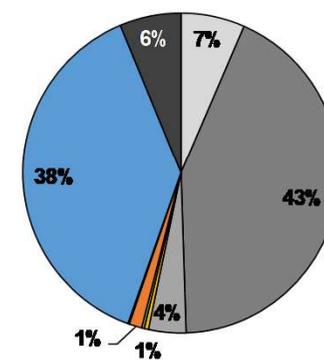
E/ZFH bis 1960



Büro/Verwaltung



Produktionshalle



- Putze, Estriche, Mörtel
- Betone
- Mauersteine
- Bauplatten
- Holz, Holzwerkstoffe
- Wärmedämmstoffe
- Dachdeckungen
- Beläge, Dichtungsbahnen
- Sonstige Stoffe, Schüttungen
- Metalle

Physical constitution of the built environment – Databank of Buildings and Infrastructure

Current physical characteristics of buildings and infrastructure can be viewed as a material necessity that changes over time due to new construction as well as renovation and demolition work. A new focus is on the physical constitution of the material repository in all the German environmental spheres of sustainability, which are to promote and use resources efficiently (Resource Efficiency Strategy, Waste Management and Efficient Recycling Act). How much material is contained in our structures? What materials can be captured during demolition, separated and recycled? What products are today's building sector? Which material flows can be captured? The goal is to collect, document and disseminate, for example, resource-based information on the database.

The website of the IOER Databank of Buildings and Infrastructure works separately, often planned and published by providing their own data on the physical constitution of our "built environment", i.e. data on buildings and infrastructure as well as on the composition of built structures, broken down by material and building product.

The research-based information is based on empirically surveyed individual or more representative of Germany's total stock of buildings and infrastructure. Data is available from individual states, the cities and districts, structural data on the total built environment, construction, as well as in the form of a product catalogue of buildings, domestic buildings, non-domestic buildings, building services, transport infrastructure, infrastructure for water supply and sewage removal.

Data of the IOER Databank can be used for building types and materials, their environmental characteristics for their particular case, within the regional application for certain sub-areas. The data information can be easily updated.

The IOER Databank of Buildings and Infrastructure will be a fully developed, suitable for planning purposes, when it is implemented (e.g. building density, as well as information to help with the design of energy efficient, climate aware or climate resilient building products). Furthermore, the website provides more information to research publications, sources of data and sources of applications.

Domestic buildings



Non-domestic buildings



Building services

Transport infrastructure



Infrastructure for water supply and sewage removal



Your search phrase:

Search

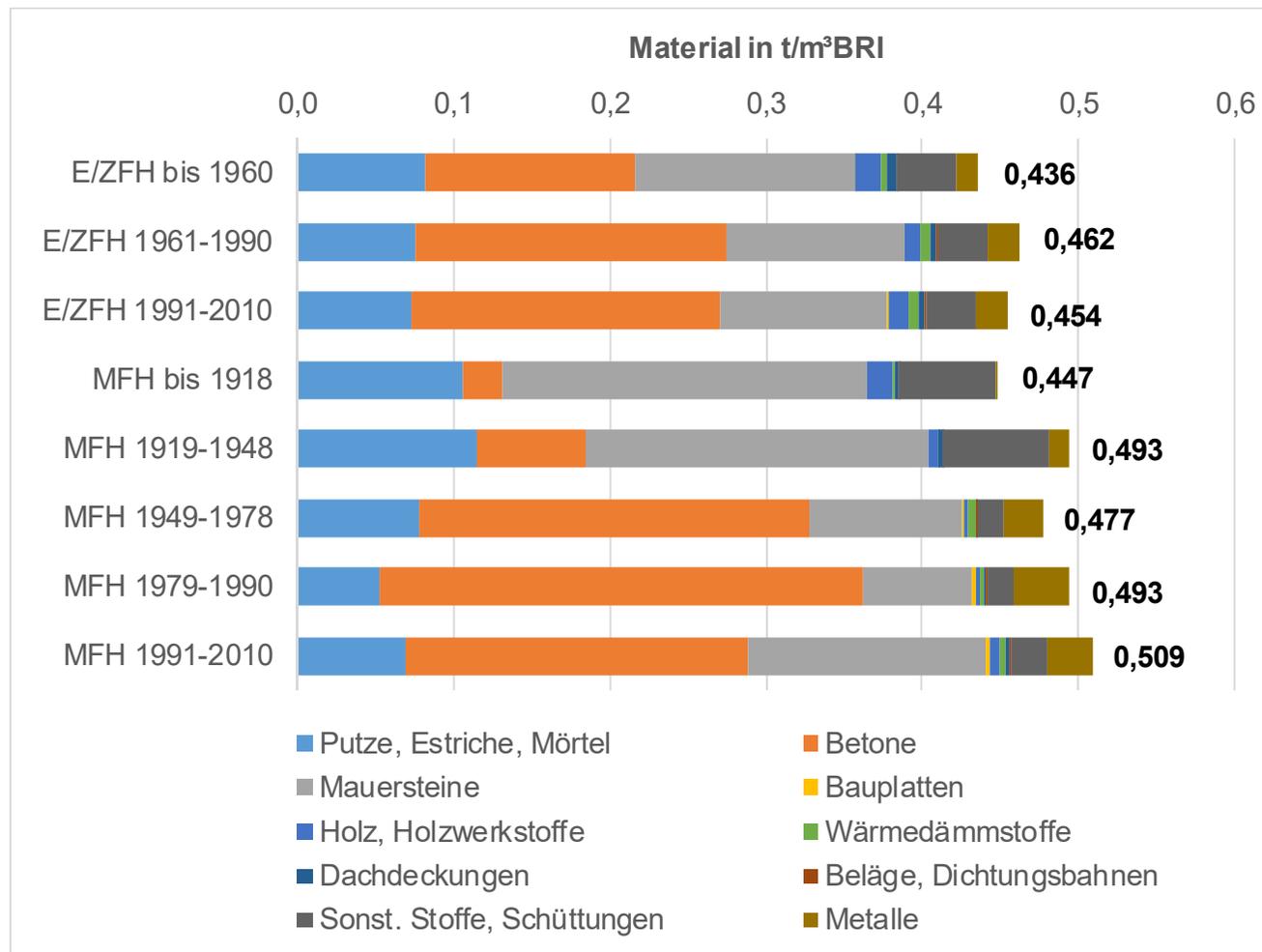
[Home](#)
[Research](#)
[Energy Policy](#)
[Sustainable](#)
[Planning](#)

IOER Database

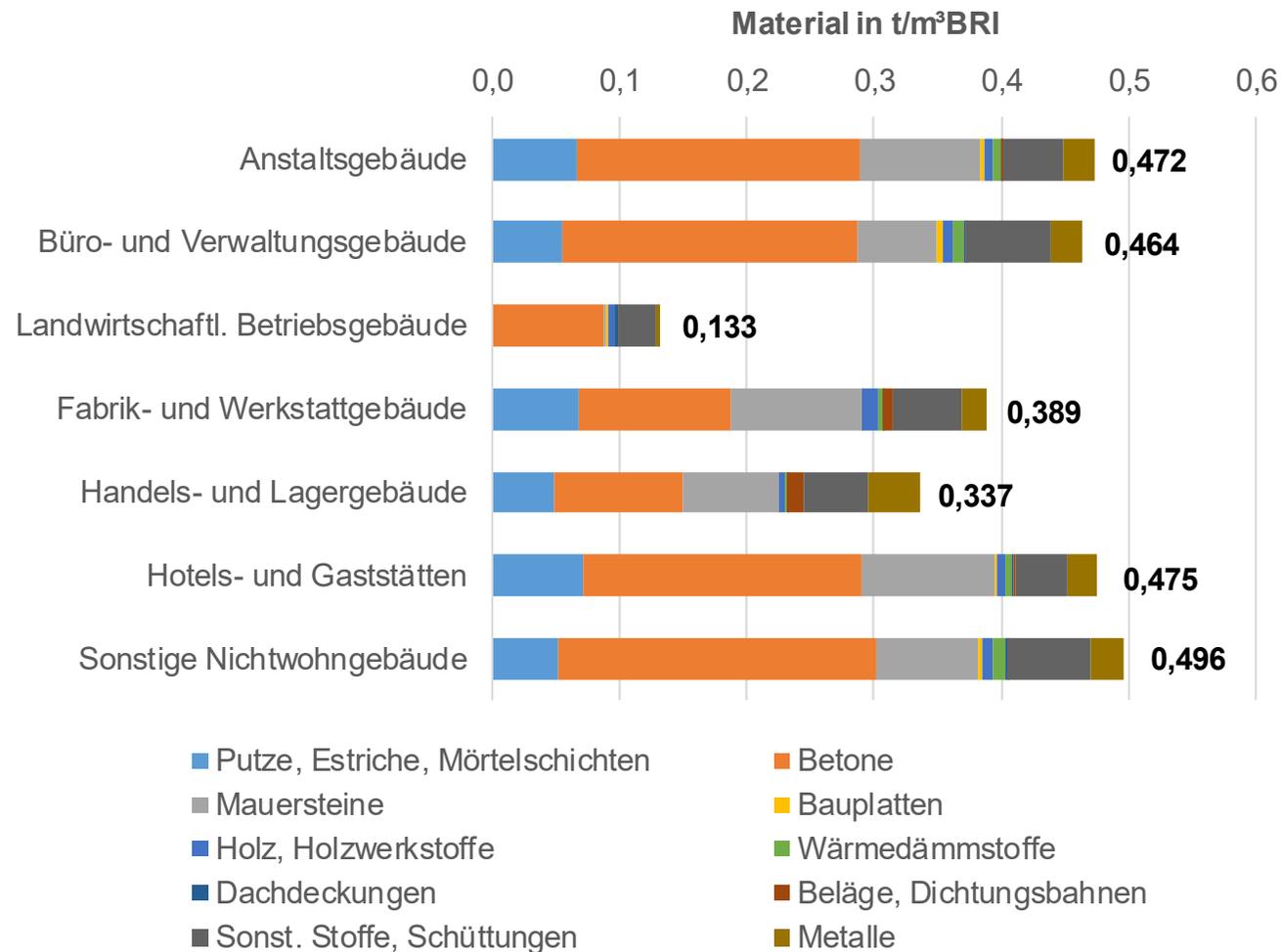
- The website of the IOER Databank of Buildings and Infrastructure assists **scientists, urban planners and politicians** by providing them with information on the physical characteristics of our "built environment", i.e. data on buildings and infrastructure as well as on the composition of built structures, broken down by material and building product.

<http://bdat.ioer.eu/en/>

Materialkennziffern – EFH/MFH, Baualter

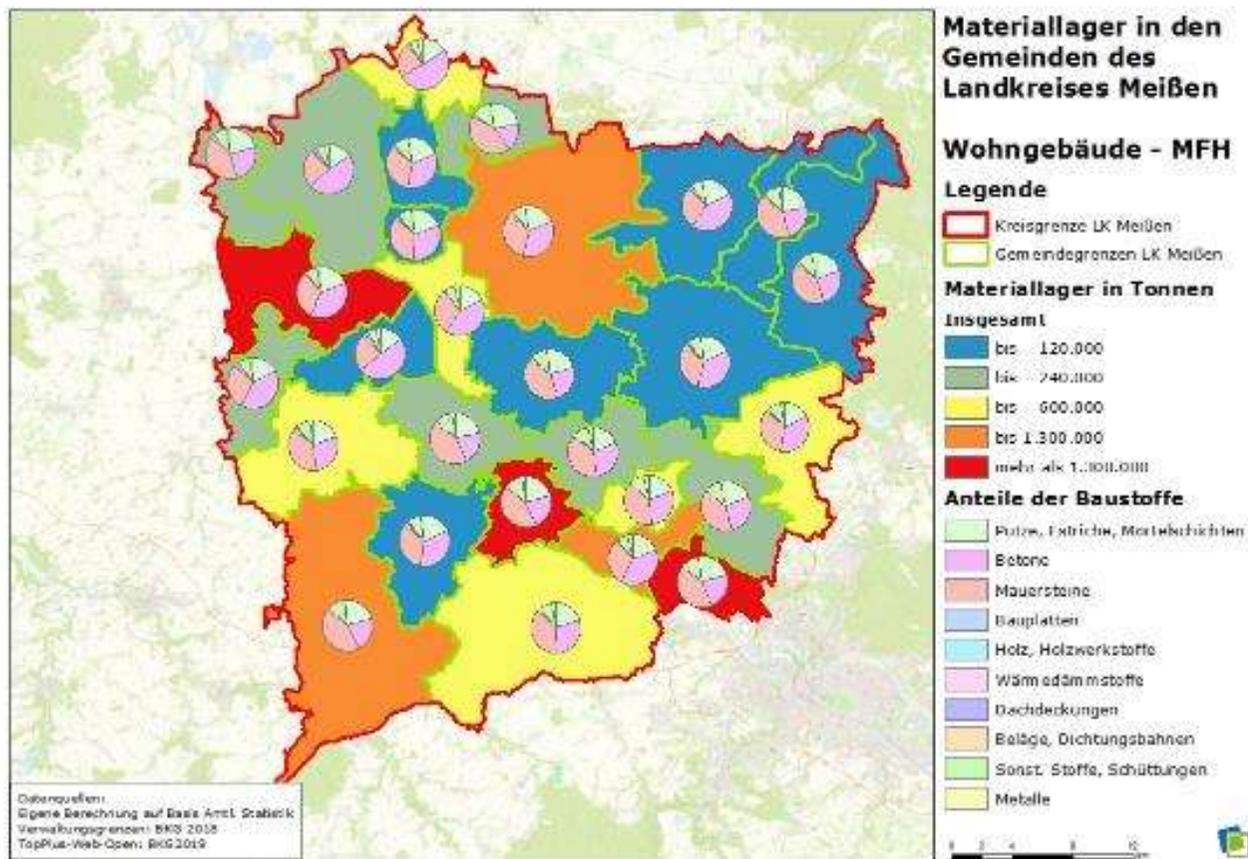


Materialkennziffern - NWG



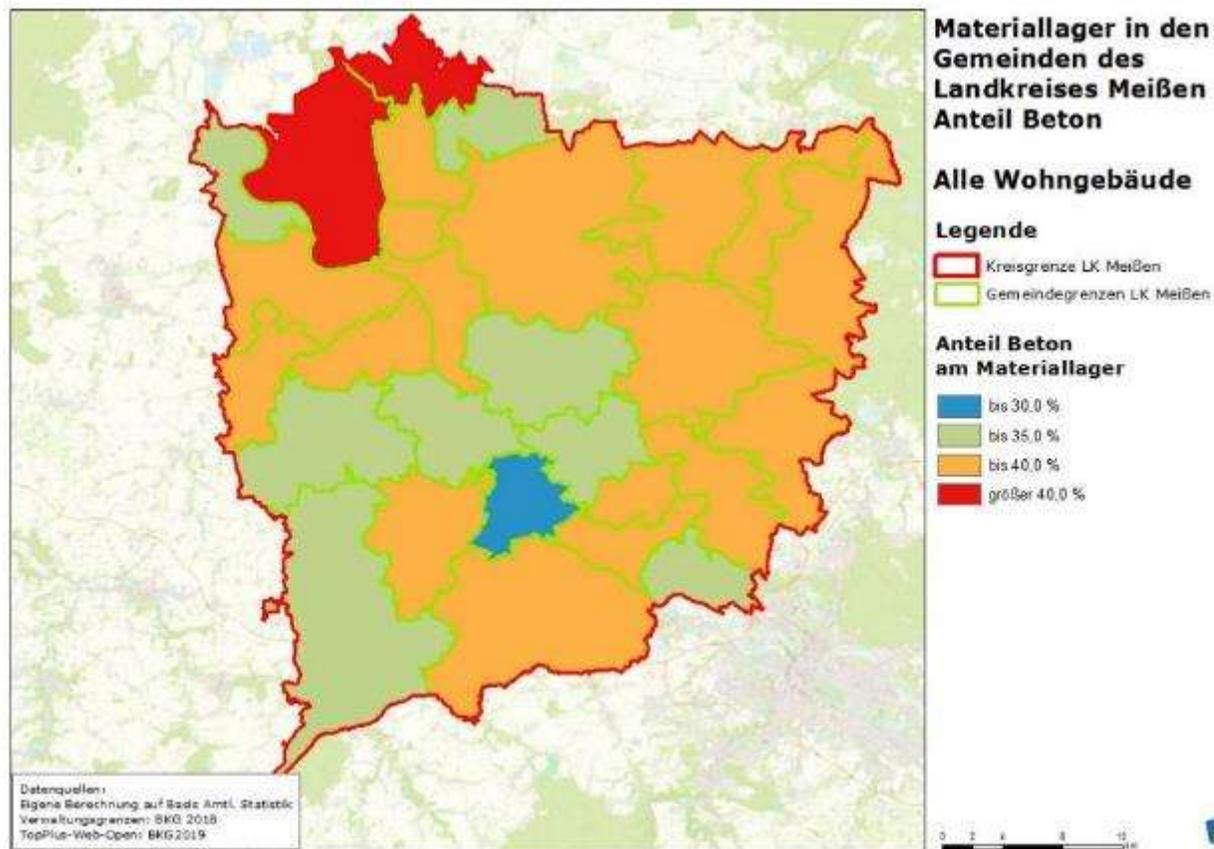
Bottom-up errechnete Materiallager

Bsp. – Materiallager im Mehrfamilienhausbestand in Gemeinden eines Landkreises

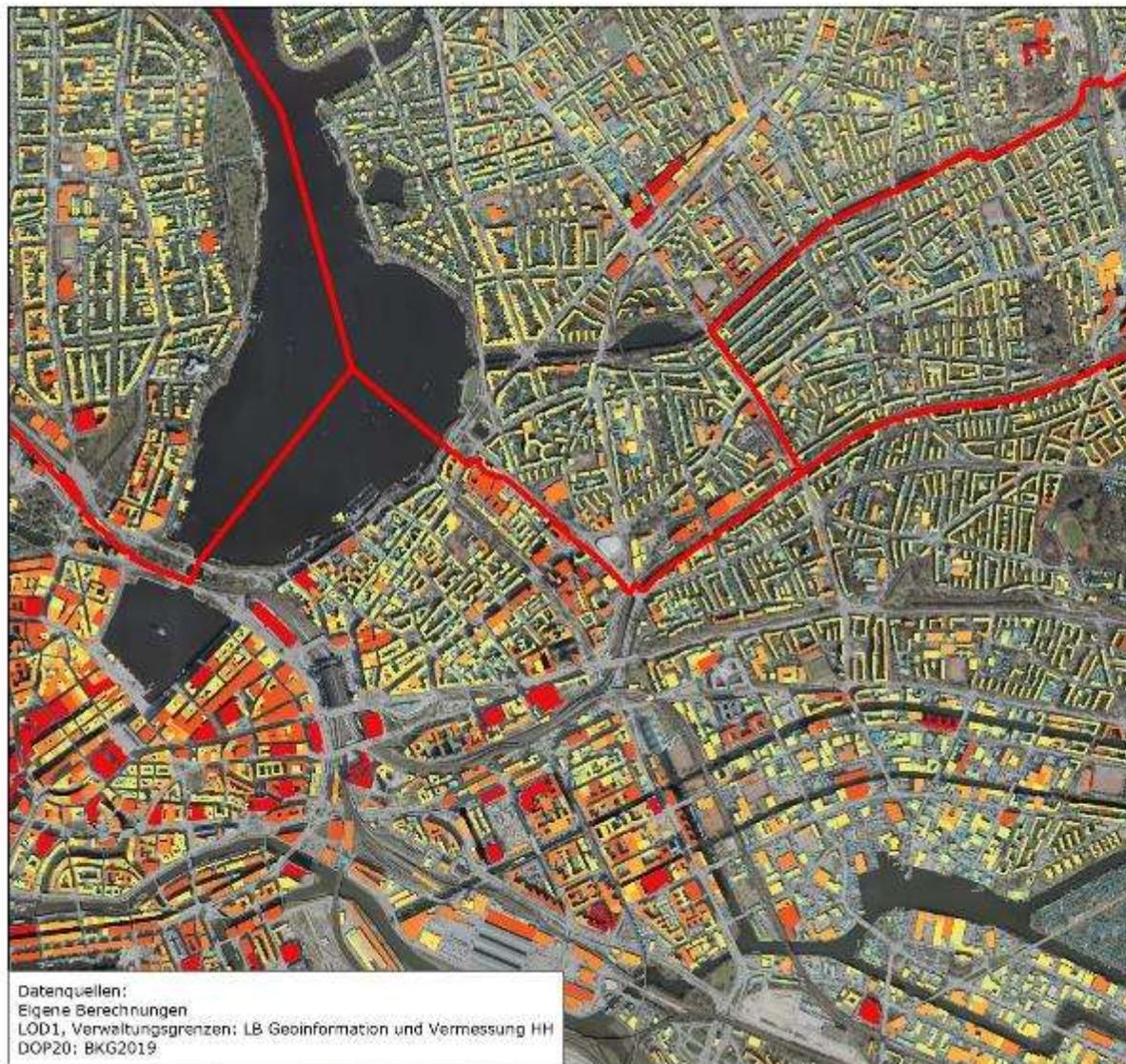


Bottom-up errechnete Materiallager

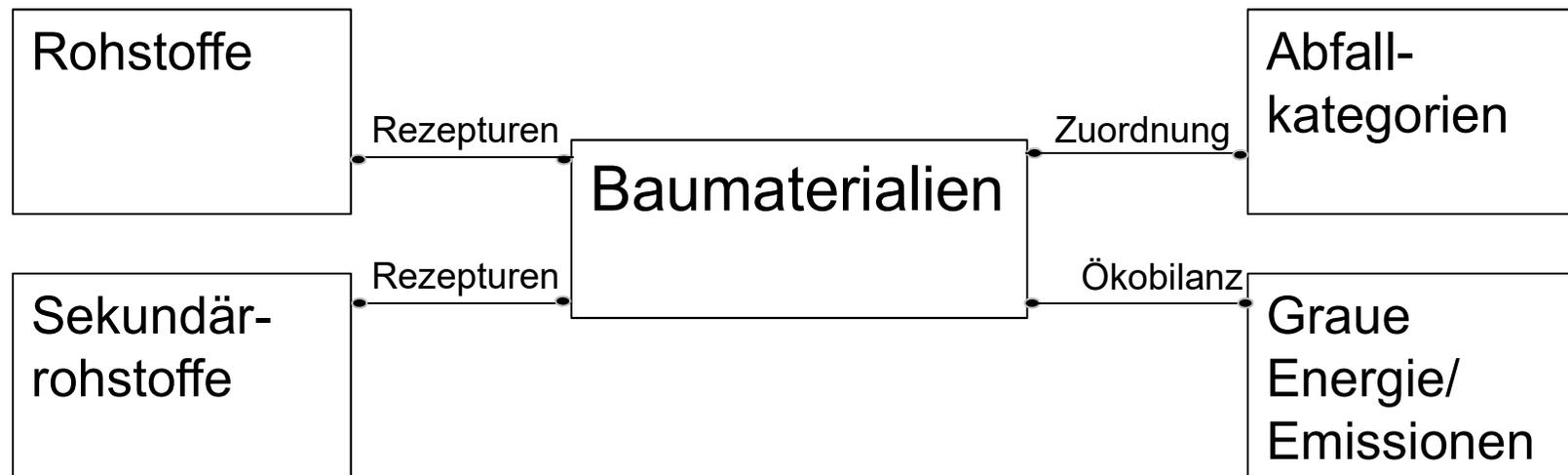
Differenzierte Auswertung nach einzelnen Baustoffen / Baustoffgruppen – Beispiel hier: Anteil Beton



Kleinräumige Daten bei Nutzung von LOD 1



Bezug zwischen Baumaterialien und angelagerte Materialkategorien



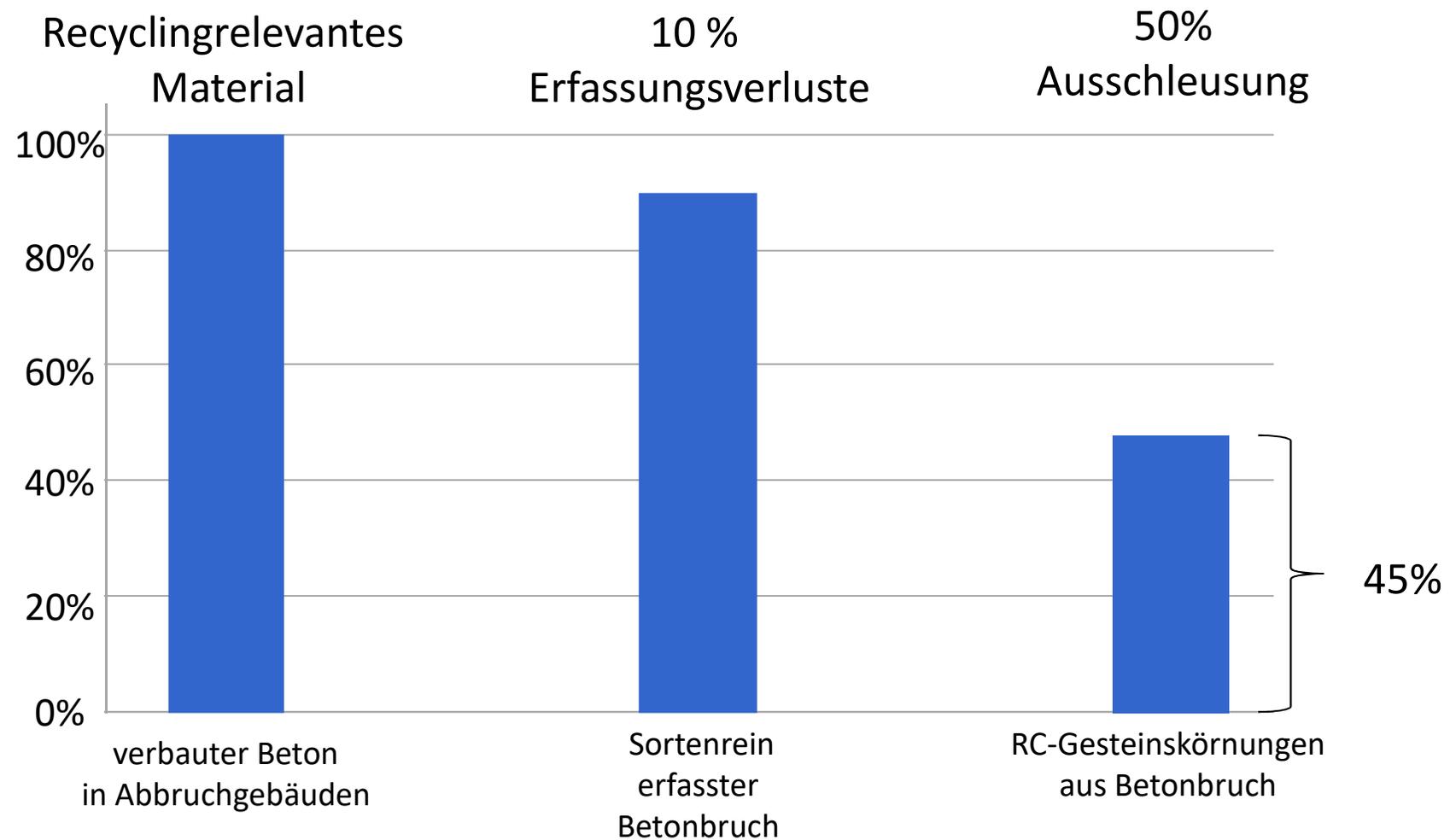
Gliederung

- Hintergrund
- Akteure und Informationsbedarfe
- Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatastern
- **Potenziale der Ressourcenschonung**
- Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure
- Fazit

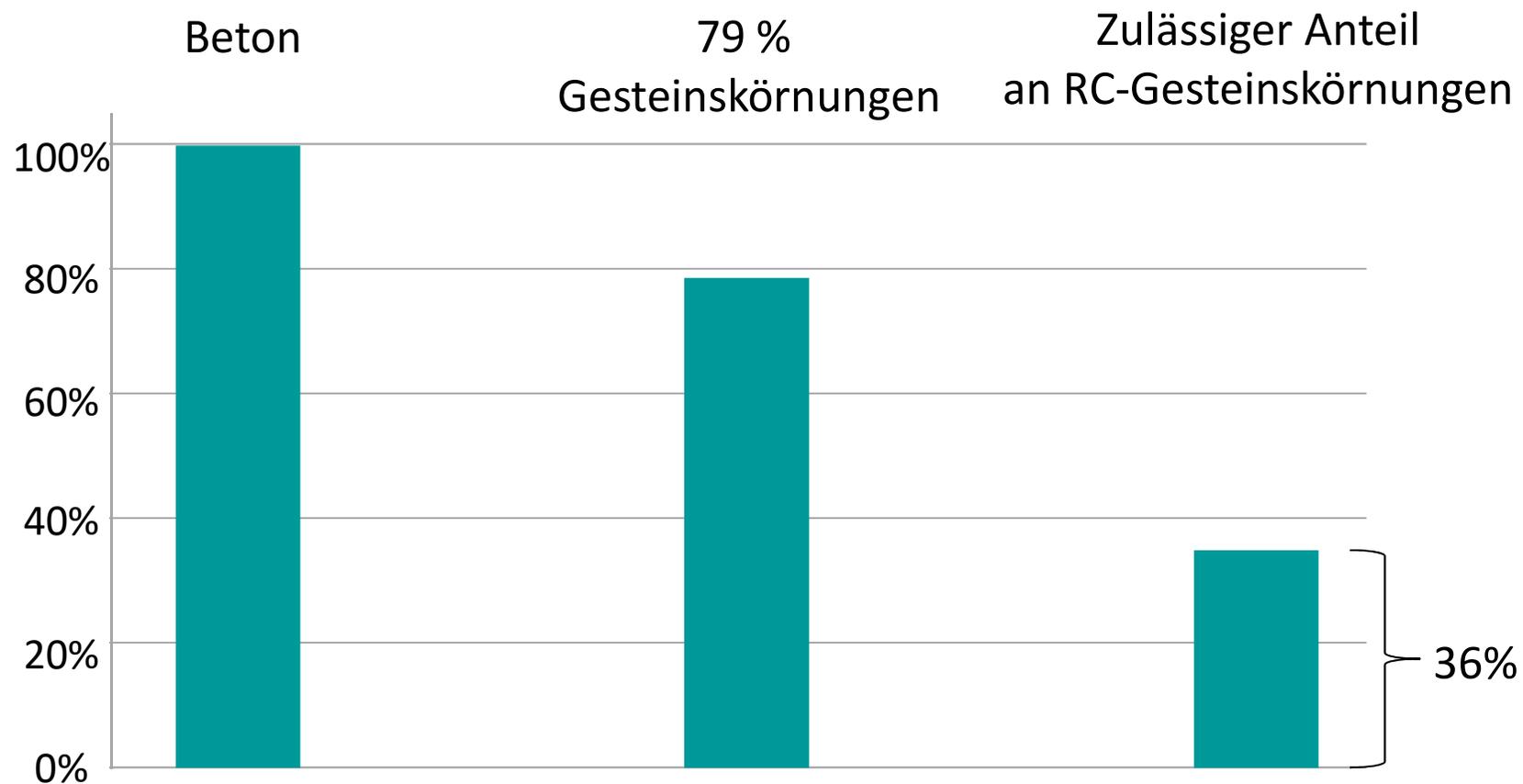


Abfallwirtschaft – Erfassen und Aufbereiten

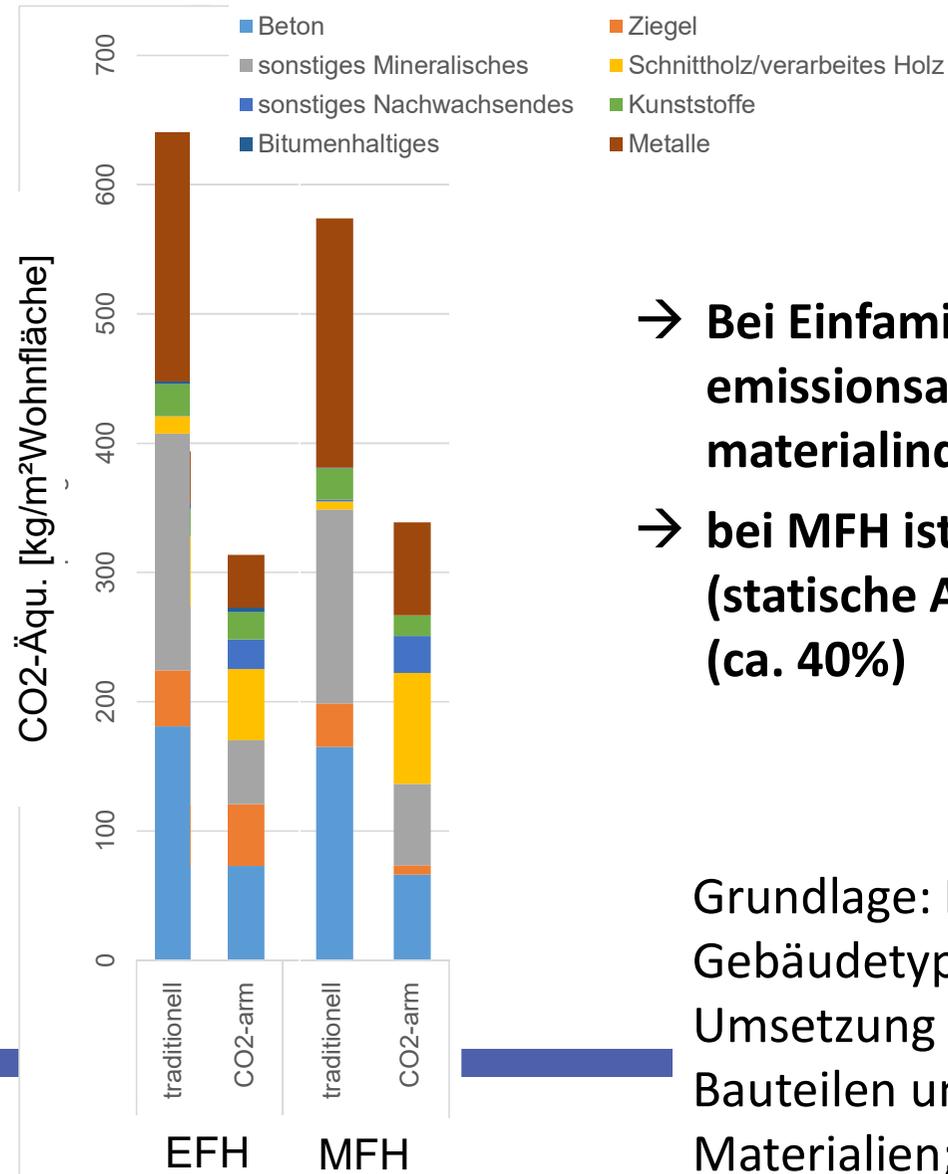
Sekundärrohstoffe für RC Beton



Bautechnologisch - Beimischen in Recyclingbeton



Graue Emissionen unterschiedlicher Bauweisen



- Bei Einfamilienhäuser lassen sich durch emissionsarme Bauweisen ca. 50% der materialinduzierten CO₂ Emissionen vermeiden
- bei MFH ist der Wert konstruktionsbedingt (statische Anforderungen) etwas geringer (ca. 40%)

Grundlage: Berechnungen für Varianten von Gebäudetypenvertreter; Annahme: Konsequente Umsetzung von Holzbauweise in dafür geeigneten Bauteilen und gezielter Einsatz von CO₂-armer Materialien; Quelle: IÖR interne Berechnungen, Veröffentlichung in Bearbeitung

Gliederung

- Hintergrund
- Akteure und Informationsbedarfe
- Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatastern
- Potenziale der Ressourcenschonung
- **Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure**
- Fazit



Nutzung der anthropogenen Ressourcen aus dem lokalen Bauwerksbestand (Ressourcenschonung durch Recycling)

- **Ziel:**

Lokal verfügbare Beton-RC-Gesteinkörnungen vollständig mit möglichst geringen "politischen Remanenzkosten" nutzen; Fallbeispiel: deutsche Großstadt

- **Ansatz:**

RC-Anteile Neubausegmenten maximieren, die von der Kommune / Stadtplanung unmittelbar beeinflussbar sind

- **"Maximal"**

bedeutet: 100 % Substitution natürlicher Gesteinskörnungen (GK) durch RC GK (weicht von der allgemeinen zulässigen Norm ab, ist aber mit Einzelnachweis möglich)

Annahmen und Festlegungen

- **Beeinflussbare Neubausegmente mit signifikanter Bautätigkeit** (Festlegung durch die Beispiel-Kommune)

- Schulbau
- sozialer Wohnungsbau

- **Zukünftige Bautätigkeit**

Planungsdaten der Kommune:

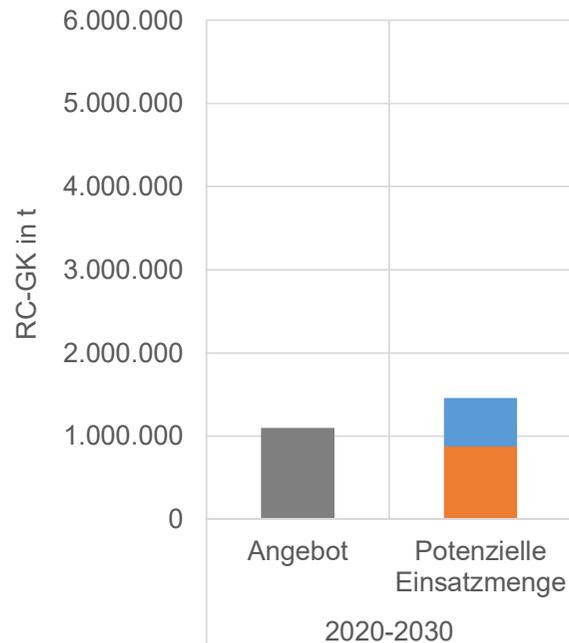
- vorliegende interne Gutachten zur Bauwerksdynamik (Neubau- und Abrissquoten)
- Planungsdaten bzgl. Bedarf an Schulneubau

- **RC-Prozessketten**

- Einsatz von reinem Betonbruch (Abfallschlüssel 170101) zur Erzeugung von RC-GK 2/16 – C20/25
- Selektiver Rückbau zur Maximierung der Erfassungsquote (Erfassungsquote von reinem Betonbruch: 90%)
- Berücksichtigung von Aufbereitungsverlusten bei der Herstellung von RC-GK

Bilanzierung

potenzielles „Angebot“ aus Gebäudeabriss und
potenzielle unmittelbar beeinflussbare Einsatzmengen (2020-2030)



Mittelfristig (2020-2030)
kann die gesamte verfügbare Menge an RC-
GK in "öffentlichen" Bauten verwertet
werden.

-> möglicher Schwerpunkt der
kommunalen
Ressourcenschonungsstrategie (Gestaltung
von Ausschreibungen, Förderbedingungen
sozialer Wohnungsbau)

Potenzielle Einsatzmengen

(Annahme: 100% Ersatz¹ von GK durch RC-GK)

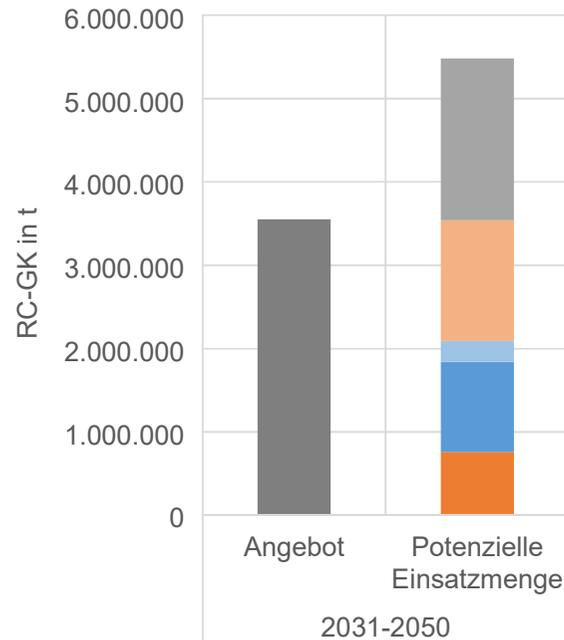
Von Kommune **unmittelbar**
beeinflussbar

- MFH sozialer WB
- Schulen

1) Bezogen auf Beton entspricht dies 79%
bei GK-Anteil im Beton von 79 %

Bilanzierung

potenzielles „Angebot“ aus Gebäudeabriss und potenzielle unmittelbar beeinflussbare Einsatzmengen (2030-2050)



Längerfristig (2030-2050)

müssen zusätzlich Einsatzmengen im nicht öffentlichen Bau aktiviert werden

Bei einem Zielwert einer kommunalen Rohstoffschonungsstrategie von ca. 20%³ RC-Quote im nichtöffentlichen Bau, untersetzt durch entsprechende Programme, kann das verfügbare Potenzial an lokalen RC-GK voll genutzt werden

Potenzielle Einsatzmengen

(Annahme: 100% Ersatz¹ von GK durch RC-GK)

Von Kommune **unmittelbar** beeinflussbar

- MFH sozialer WB
- Schulen

(Annahme: 45% Ersatz² von GK durch RC-GK entsprechend der Norm)

Von Kommune **mittelbar** beeinflussbar

- EFH
- MFH frei finanziert
- NWG

2) Bezogen auf Beton entspricht dies 36% bei GK-Anteil im Beton von 79 %

3) Bezogen auf Beton entspricht dies 16% bei GK-Anteil im Beton von 79 %

Klimaschutz durch Beeinflussung des Materialbestandes (Reduzierung „grauer Emissionen“)

- **Ziel:**

Zielwerte zu entwickeln als Teil kommunaler Klimaschutzprogramme, als Orientierung für kommunales Handeln und Stadtplanung (Fallbeispiel d. deutsche Großstadt)

- **Ansatz:**

Ambitionierte Maßnahmen zur Reduzierung von materialinduzierten Emissionen beschreiben, lokal verankern und hierfür kontextbezogene Reduktionspotenziale berechnen

- **„lokal verankert“**

bedeutet: unter Berücksichtigung der Bauwerksdynamik und potenzieller Einflussmöglichkeiten durch Kommune / Stadtplanung

Annahmen und Festlegungen

■ **“Referenz”**

- Wohnraumversorgung entsprechend vorliegender konservativer kommunaler Vorausberechnung (stabile m²/Kopf Werte)
- Überwiegend traditionelle Bauweisen im Mauerwerksbau sowie Stahlbetonbauweise

■ **“CO2-arme Bauweise”**

- Sozialer Wohnungsbau: stetige Steigerung im Neubau von 2020 (0%) auf 100% in 2030, bis 2050 100 %
- MFH frei finanziert und EFH: 0%-30% bis 2030, 30%-60% bis 2050

■ **“Bestandsorientierung”**

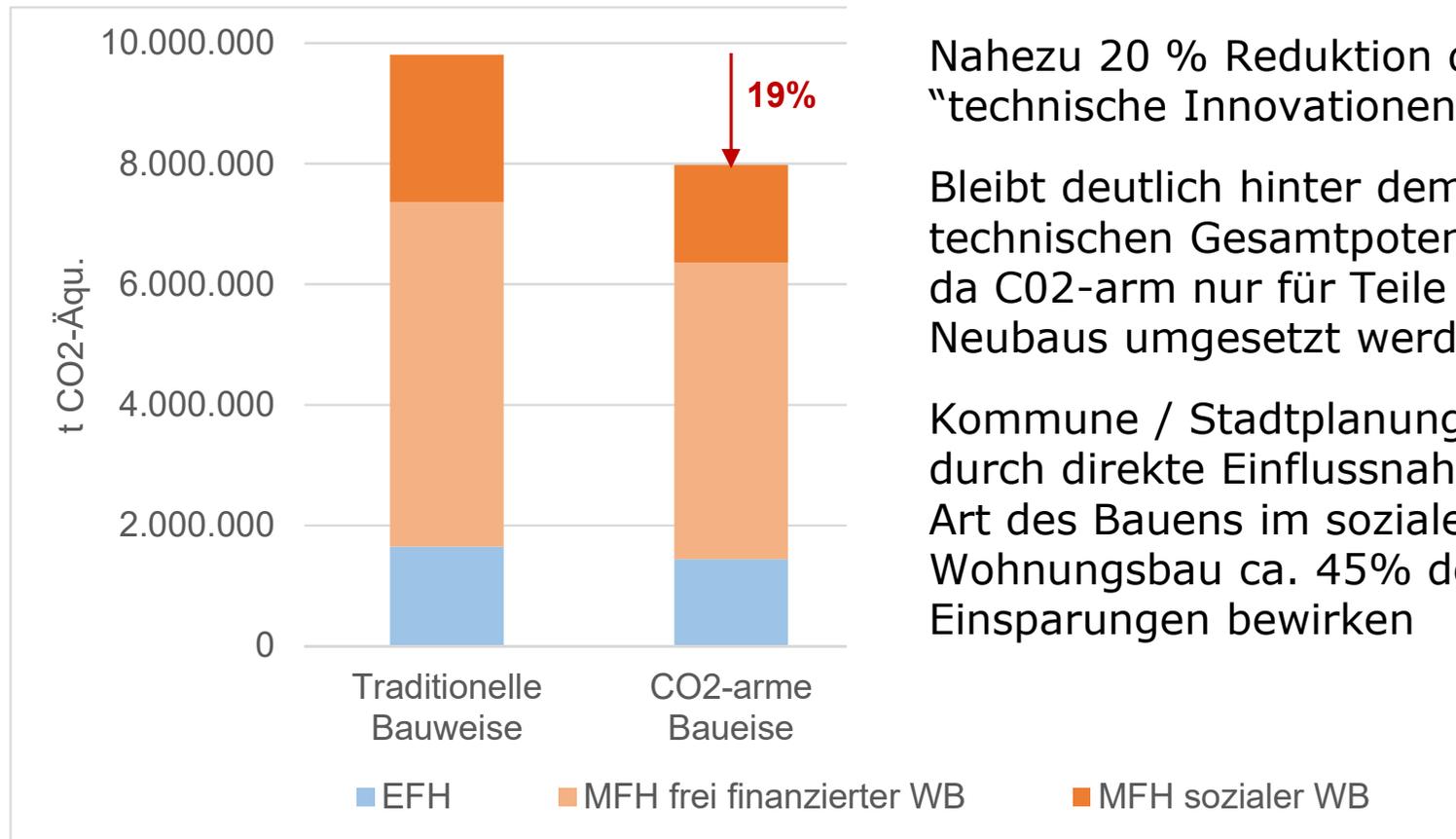
- Unveränderte Wohnraumversorgung gegenüber Referenzpfad,
- Halbierung der Abrissquote von 0,4% (2020) auf 0,2% (2030), bis 2050 0,2%;
- entsprechende Verringerung des Neubauvolumens

■ **“Suffizienz”**

- Weniger Wohnfläche / Kopf: Kontinuierliche Verringerung um 25% im Neubau von derzeit rund 39m² auf rund 30 m² in 2050

Reduktionspotenziale „Grauer Emissionen“ im zukünftigen Wohnungsneubau

Bilanzzeitraum 2020-2050 - Gesamteffekt CO2 armer Bauweisen



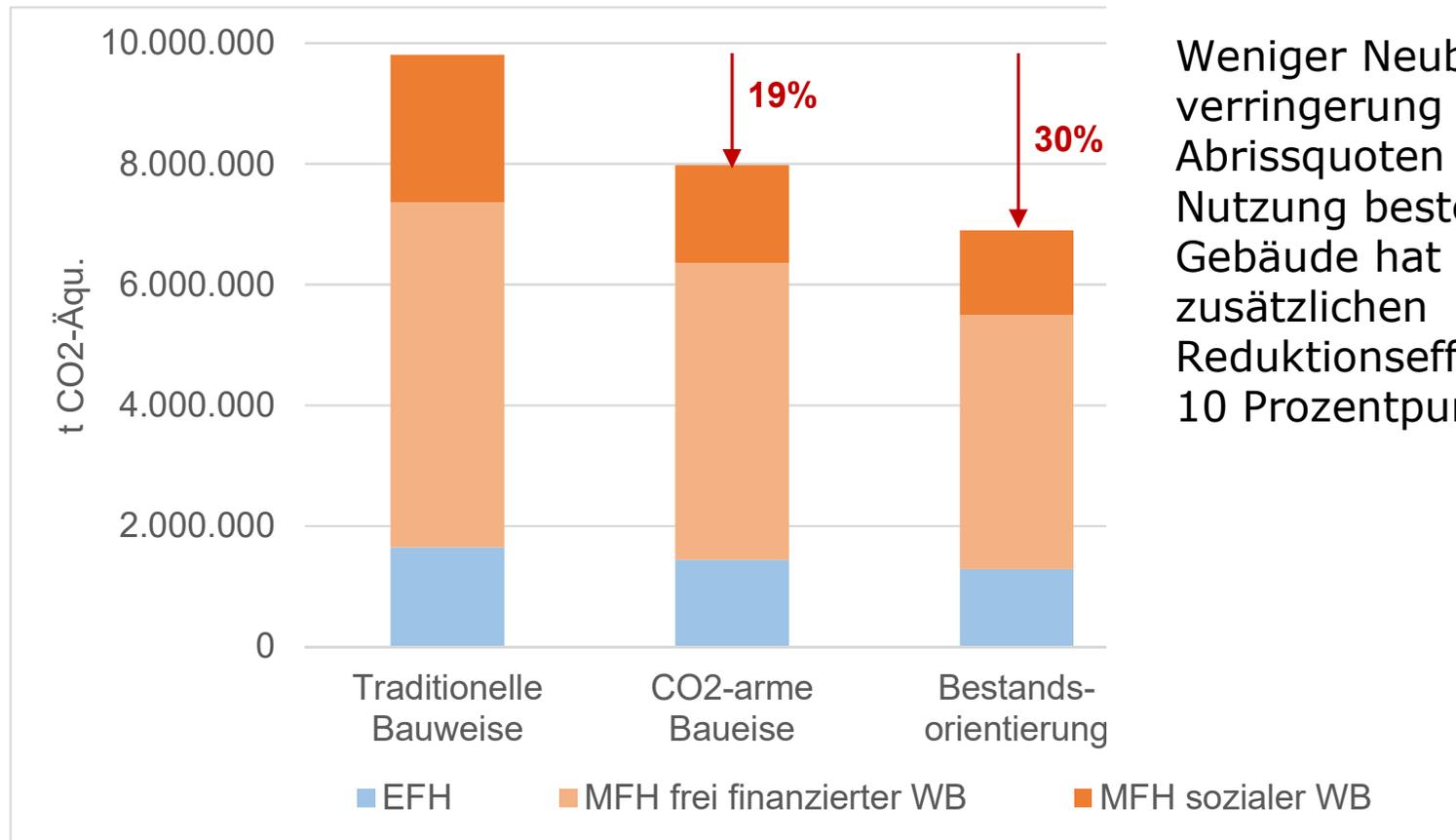
Nahezu 20 % Reduktion durch "technische Innovationen"

Bleibt deutlich hinter dem technischen Gesamtpotenzial zurück, da CO2-arm nur für Teile des Neubaus umgesetzt werden können

Kommune / Stadtplanung kann durch direkte Einflussnahme auf die Art des Bauens im sozialen Wohnungsbau ca. 45% der Einsparungen bewirken

Reduktionspotenziale „Grauer Emissionen“ im zukünftigen Wohnungsneubau

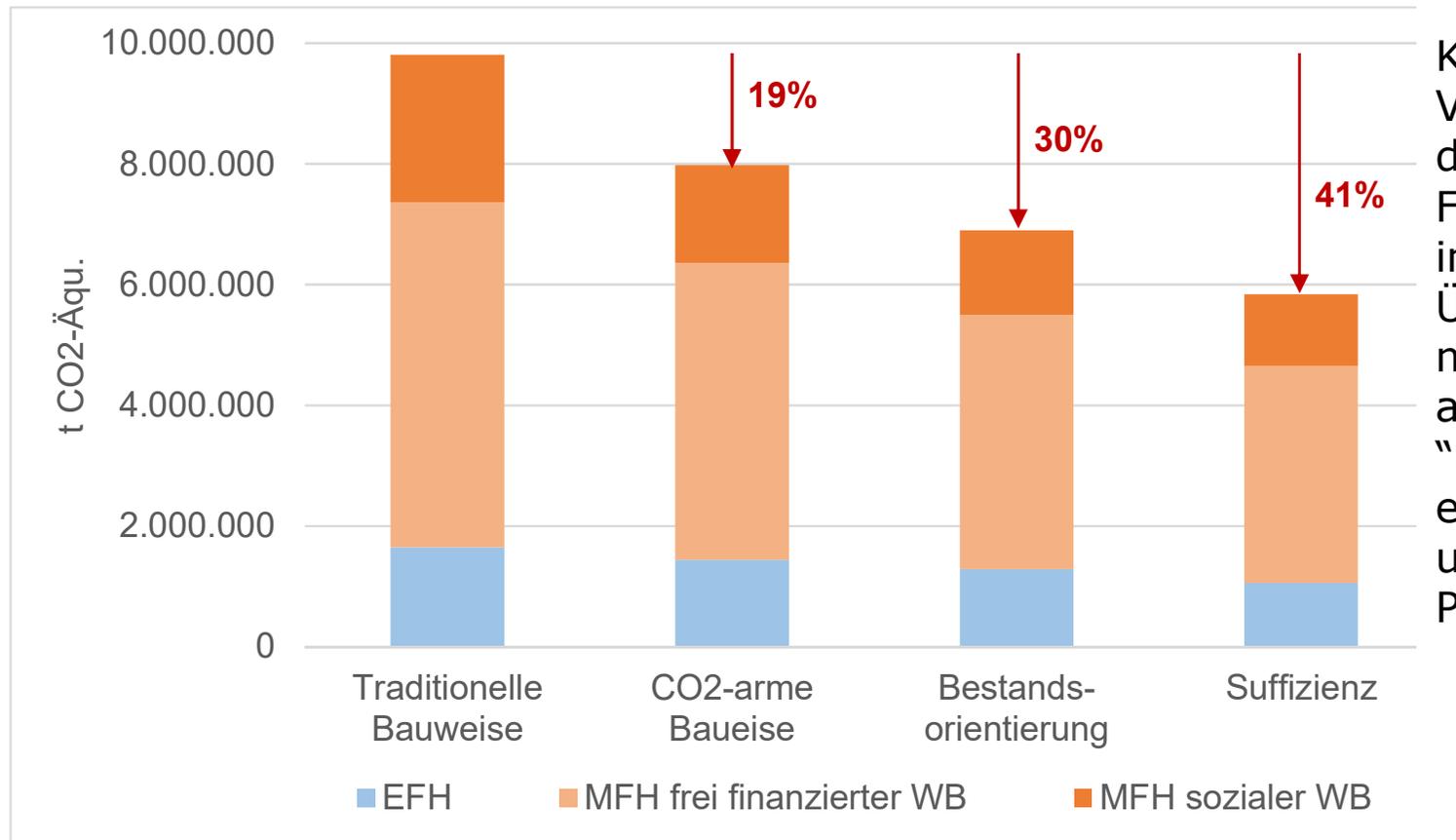
Bilanzzeitraum 2020-2050 – zusätzliche Bestandsorientierung



Weniger Neubau durch Verringerung der Abrissquoten und längere Nutzung bestehender Gebäude hat einen zusätzlichen Reduktionseffekt von 10 Prozentpunkten

Reduktionspotenziale „Grauer Emissionen“ im zukünftigen Wohnungsneubau

Bilanzzeitraum 2020-2050 – zusätzliche Bestandsorientierung



Kontinuierliche Verringerung der pro-Kopf-Fläche bewirkt in der Überlagerung mit den anderen „Maßnahmen“ eine Reduktion um weitere 9 Prozentpunkte

Reduktionspotenziale „Grauer Emissionen“ im zukünftigen Wohnungsneubau

- Technische Potenziale zur Reduktion grauer Emissionen im Bauwerksbestand sind signifikant und lassen sich für Bauaktivitäten mit unmittelbarem Einfluss von Kommune / Stadtplanung direkt beeinflussen.
- Darüber hinaus sind Instrumente zu prüfen, entsprechende Maßnahmen durch städtebauliche Rahmensetzungen und Förderprogrammen zu initiieren
- Technische Innovationen alleine sind nicht ausreichend. Zusätzlich sind planerische / soziale „Innovationen“ erforderlich – im betrachteten Fallbeispiel lässt sich so der Einspareffekt verdoppeln. Bestandsorientierung und Förderung neuer Wohnformen sind hierfür wichtige Handlungsfelder

Gliederung

- Hintergrund
- Akteure und Informationsbedarfe
- Quantifizierung städtischer Materialflüsse mit Hilfe von Materialkatastern
- Potenziale der Ressourcenschonung
- Beispiele der Einflussnahme durch städtische Akteure
- **Fazit**



Fazit

- Städte und Stadtplanung haben aufgrund der enormen Bedeutung der gebauten Umwelt im Hinblick auf Materialkonsum und dadurch ausgelöste Emissionen eine herausragende Verantwortung.
- Um Materialflüsse zu beeinflussen, Kreisläufe zu schliessen und Emissionen zu vermeiden ist es erforderlich, das Materiallager einer Stadt zu kennen und dessen Dynamik zu verstehen.
- Materialkataster bieten einen Ansatz, planungerelevante Parameter wie Bauwerksbestand und dessen Dynamik in einer geeigneten Differenzierung zu beschreiben und in physische Ströme zu "übersetzen".
- Das gezielte "Abschichten" von Maßnahmen nach planerischer Beeinflussbarkeit und politischer Remanenzkosten erhöht die Chance, transformative Prozesse anzustossen.
- Eine weitere Untersetzung mit planerischen Maßnahmen und Beeinflussungsmöglichkeiten durch kommunale Akteure gilt es im gemeinsamen Dialog zwischen Forschung und Praxis kontextbezogen zu konkretisieren