



Leibniz-Institut  
für ökologische  
Raumentwicklung

# Aufbau eines Materialkatasters zur Unterstützung kreislauforientierten Bauens auf Basis gebäudetypologischer Differenzierungen

Dresdner Flächennutzungssymposium  
11. Juni 2024

Karin Gruhler, Reinhard Schinke, Jörg Hennersdorf, Markus Münzinger,  
André Hartmann, Denis Reiter



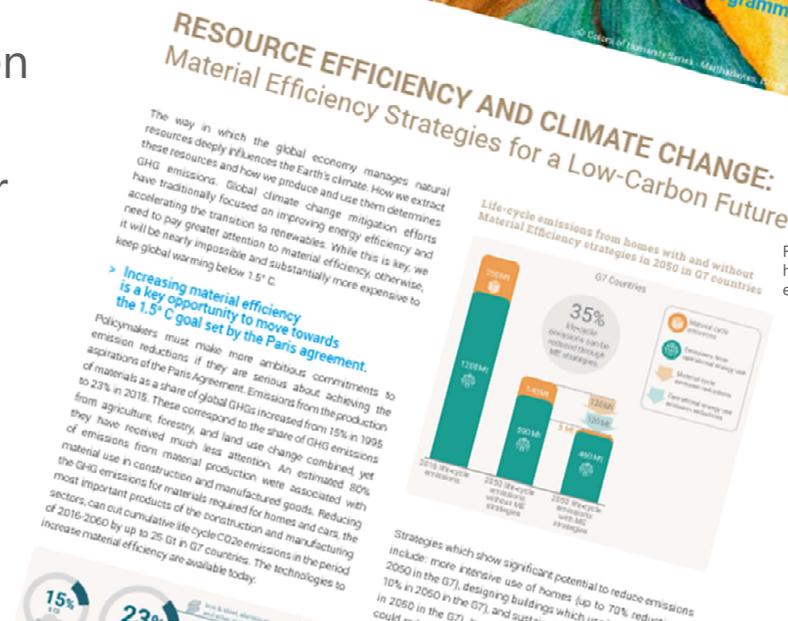
Bildnachweis: IÖR-Media

# Einführung | Materialverbrauch, Abfallaufkommen, Emissionen

## Gebaute Umwelt

- verbraucht ca. 50 % der globalen Ressourcen sowie 25-40 % der globalen Energie
- produziert 15-40 % des globalen Abfalls
- Bauen – bisher noch stark linear organisiert (take →make →use →waste)
- Veränderungen in Richtung **zirkuläres Bauen**

Zakertabrizi et al. 2021; Mhatre et al. 2020; <https://www.ressourcenforum.at/ressourcenwende/>

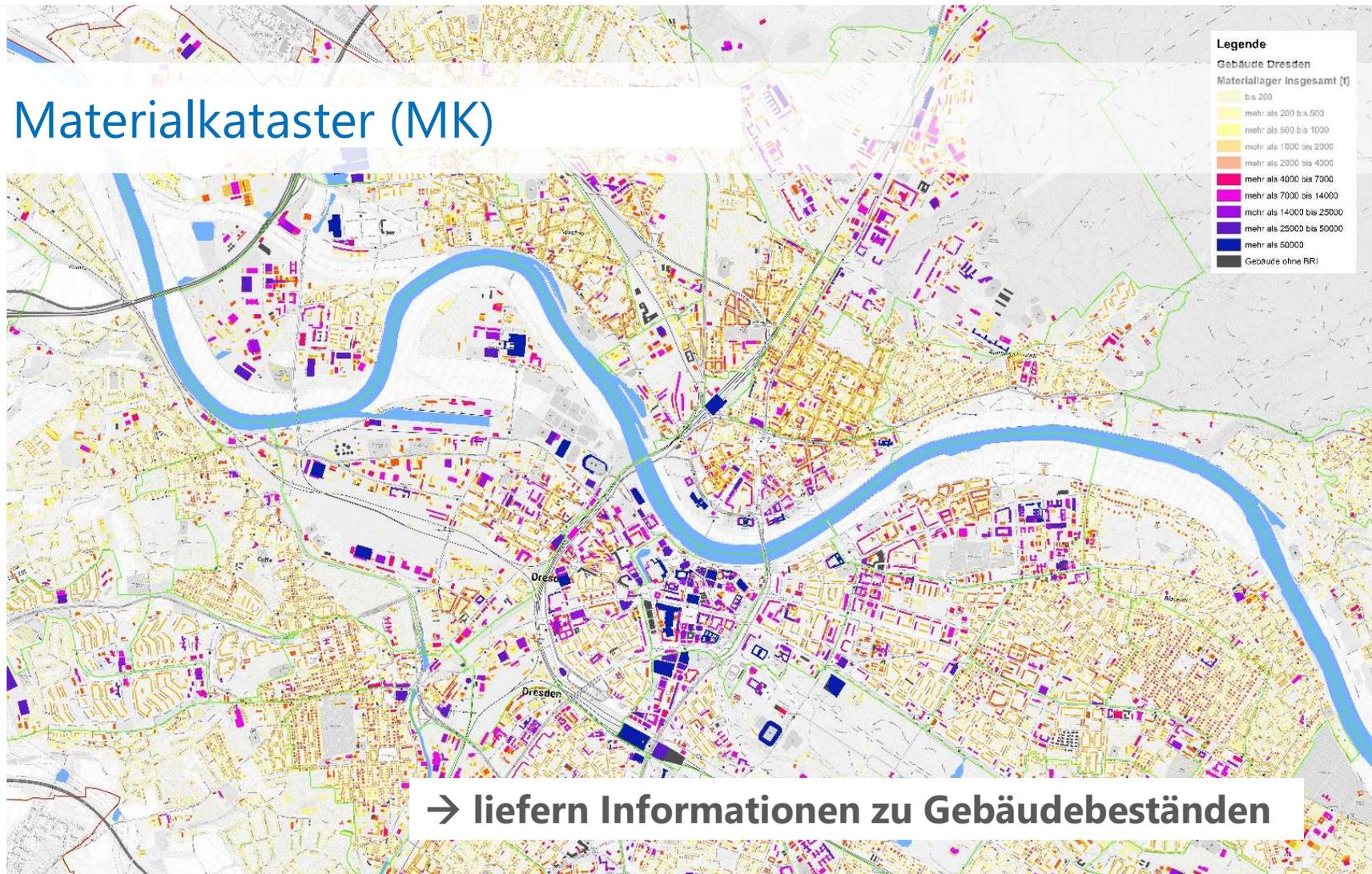


Factsheet: <https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change>

# Einführung | Zirkuläres Bauen – Ressourcenflüsse verändern



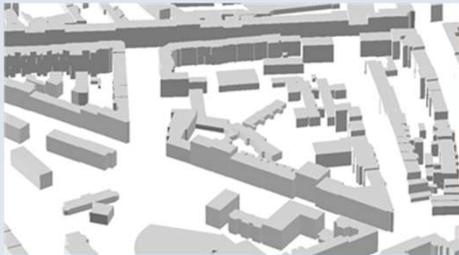
# Materialkataster (MK)



# MK | Wie funktionieren Materialkataster?

- Typenbasierte Bottom-up Materialflussanalyse – Erstellen von MK (Bestand/Flüsse)

**Gebüdemenge**  
Geobasisdaten

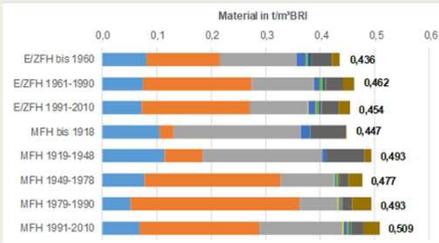


Gebäudeanzahl, Nutzflächen,  
Gebäudevolumen  
nach Gebäudetypen

**Gebäude in m<sup>3</sup>**

**x**

**Gebüdematerialinhalt**  
Materialkennziffern



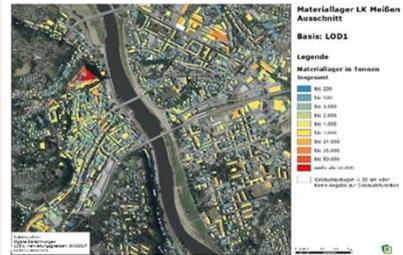
Gebäudetyp	Material in t/m³
E/ZFH bis 1950	0,436
E/ZFH 1961-1990	0,462
E/ZFH 1991-2010	0,454
MFH bis 1918	0,447
MFH 1919-1948	0,493
MFH 1949-1978	0,477
MFH 1979-1990	0,493
MFH 1991-2010	0,509

Baumaterialien (46), Rohstoffe,  
Sekundärmaterialien, Abfall-  
kategorien, graue Emissionen

**MKZ in t/m<sup>3</sup>**

**=**

**Materialkataster**  
Differenziertes Lager/Flüsse



Materiallager LK Meißen  
Ausschnitt  
Basis: LOD1

Legende  
Materiallager in Tonnen  
Integralwert

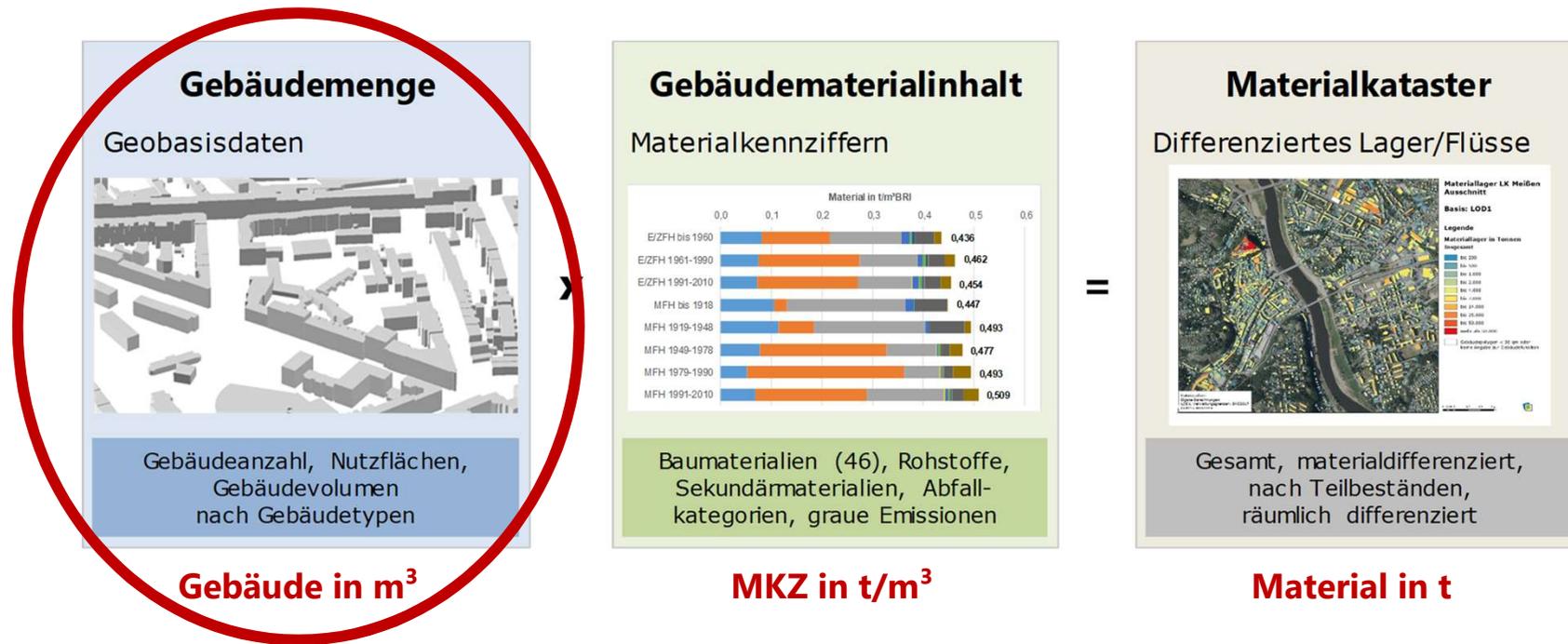
- 0 bis 200
- 200 bis 500
- 500 bis 1000
- 1000 bis 2000
- 2000 bis 5000
- 5000 bis 10000
- 10000 bis 20000
- 20000 bis 50000
- 50000 bis 100000
- mehr als 100000

Gesamt, materialdifferenziert,  
nach Teilbeständen,  
räumlich differenziert

**Material in t**

# MK | Wie funktionieren Materialkataster?

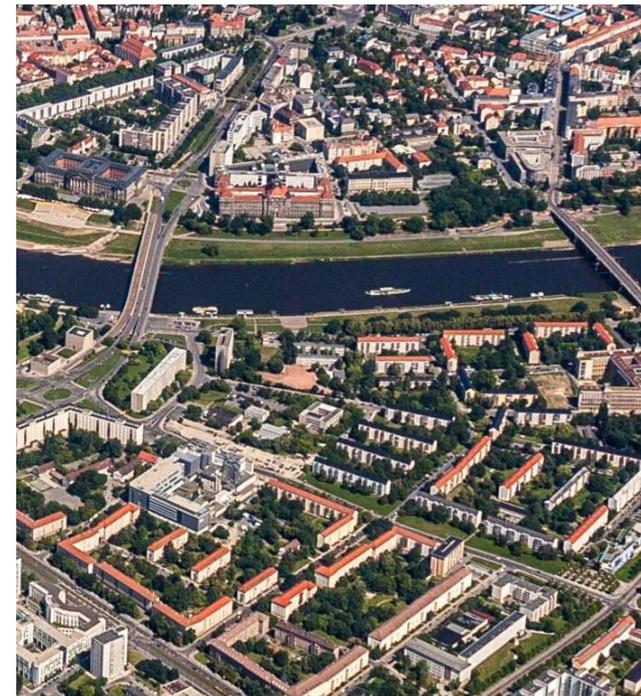
- Typenbasierte Bottom-up Materialflussanalyse – Erstellen von MK (Bestand/Flüsse)



# Mengen | Datengrundlagen, methodisches Vorgehen (Hessen)

- Eingangsdaten: LOD2-Daten der Bundesländer (Open Data) 2022
- Umwandlung in 2D-Gebäudepolygone mit Attributen (Geometriewerte, Funktionen)
- Datenanreicherung (u. a. Analyse HU/HK, möglicher Gebäudetyp, WG/NWG Unterscheidung)
- Deep-Learning-Ansätze zur Unterscheidung von Ein-/Zwei- und Mehrfamilienhäusern

→ **Berechnung der Gebäudemengen in drei Differenzierungsgraden (Level 1 bis 3)**



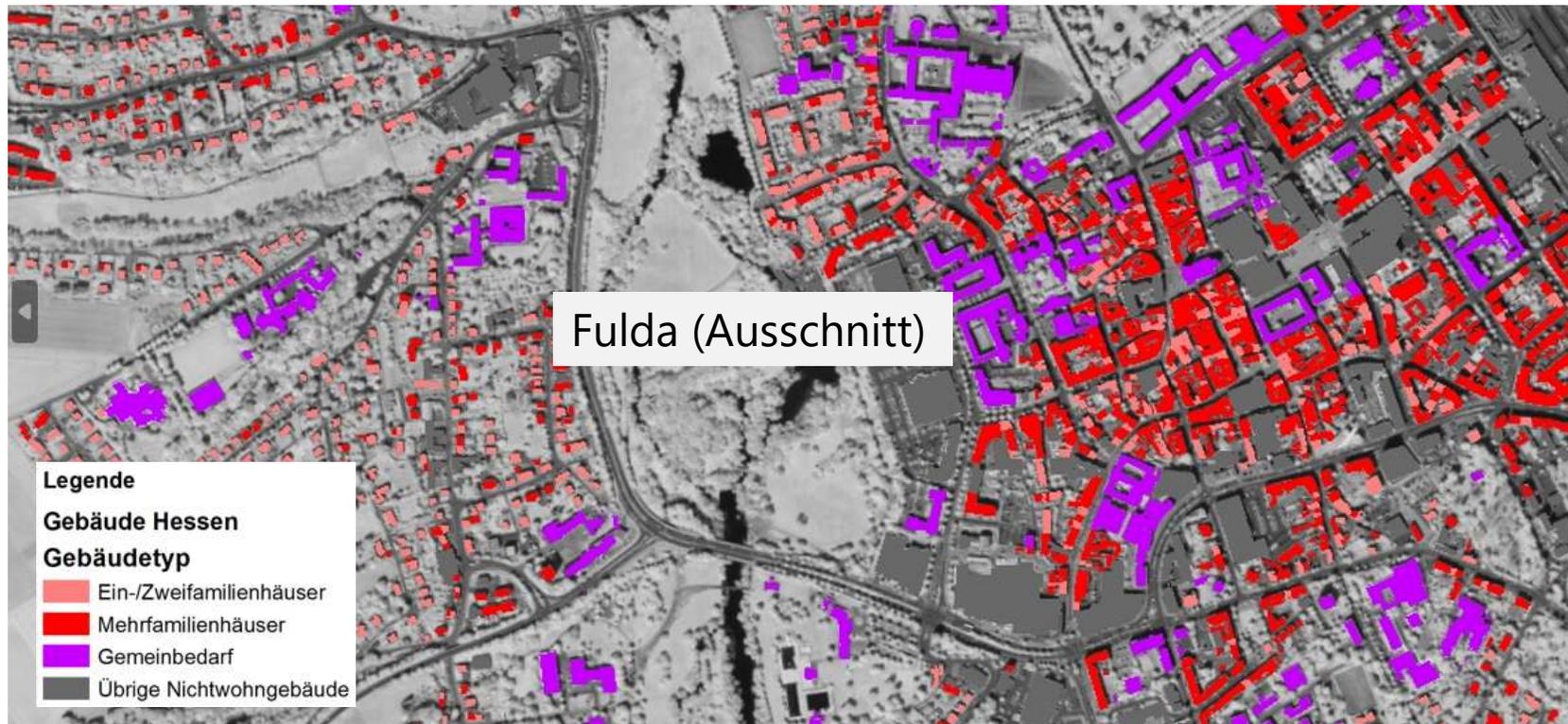
Bildnachweis: foto.aero/Peter Schubert

# Mengen | Differenzierungsgrade

## Differenzierung der Gebäudepolygone

Level 1	Wohngebäude	Nichtwohngebäude
Level 2	Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser	Gebäude des Gemeinbedarfs und für Industrie, Gewerbe & Sonstiges
Level 3	E/ZFH und MFH, perspektivisch weitere Differenzierung nach Baualter, Gebäude- und Stadtstrukturtypen (wenn Daten vorhanden)	Statistische Nichtwohngebäudearten (Anstaltsgebäude, Büro-/Verwaltungsgebäude, landwirtschaftl. Betriebsgebäude, sonst. nichtlandwirtschaftl. Betriebsgebäude, Fabrik-/Werkstattgebäude, Handelsgebäude, Warenlagergebäude, Hotels/Gaststätten, sonstige Nichtwohngebäude)

# Mengen | Ergebnisse – Typisierung und Volumenermittlung



# Mengen | Ergebnisse – typendifferenzierte Gebäudemengen

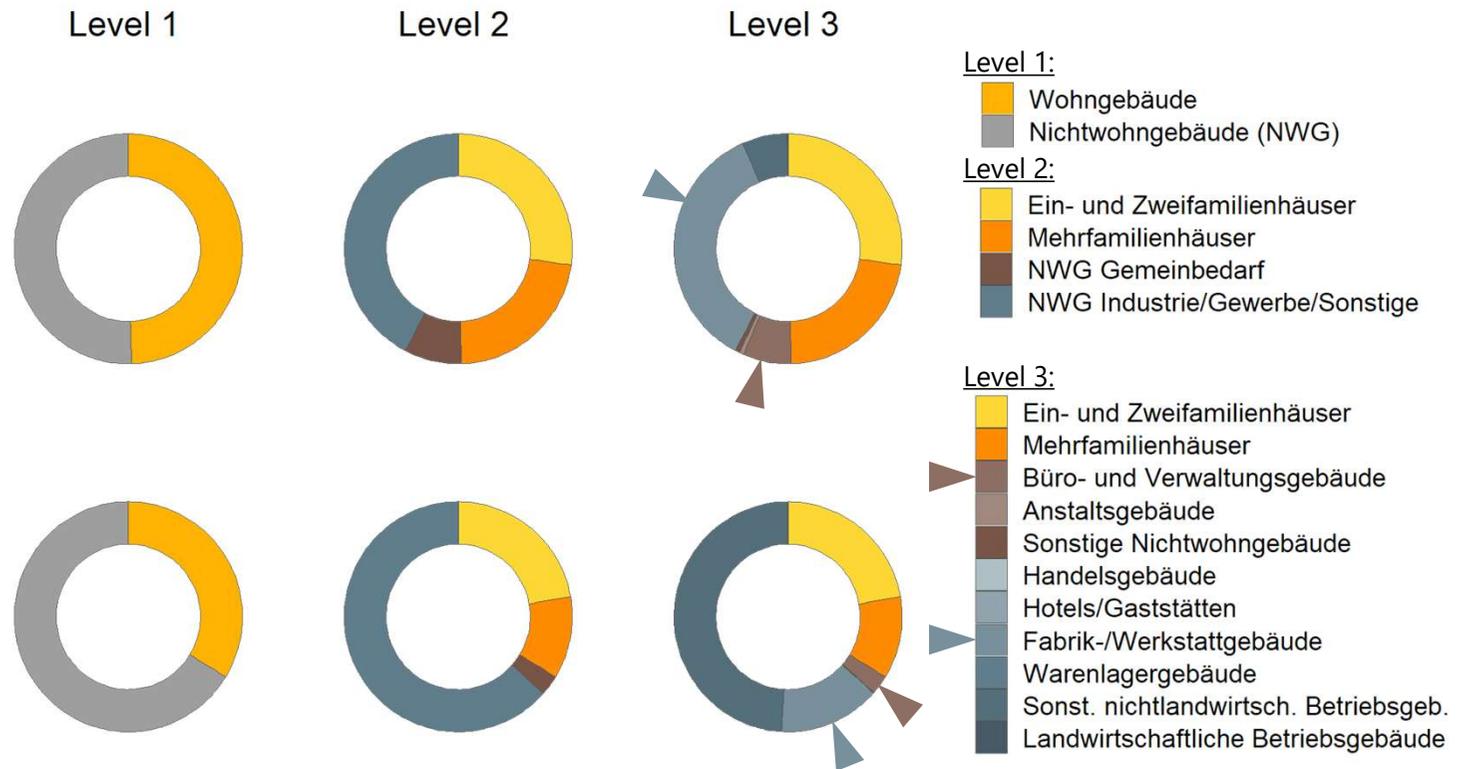
## Hessen

Volumen

3,37 Mrd. m<sup>3</sup>

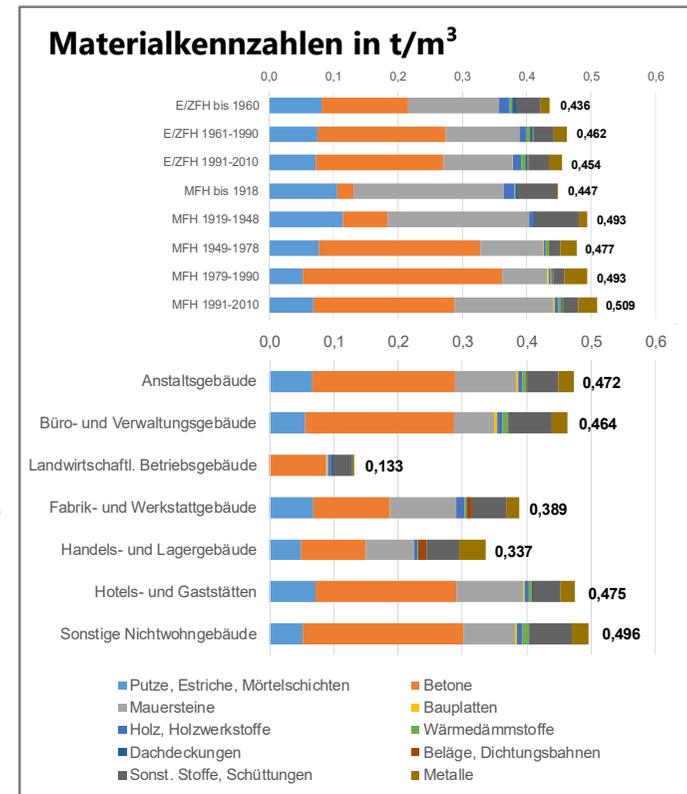
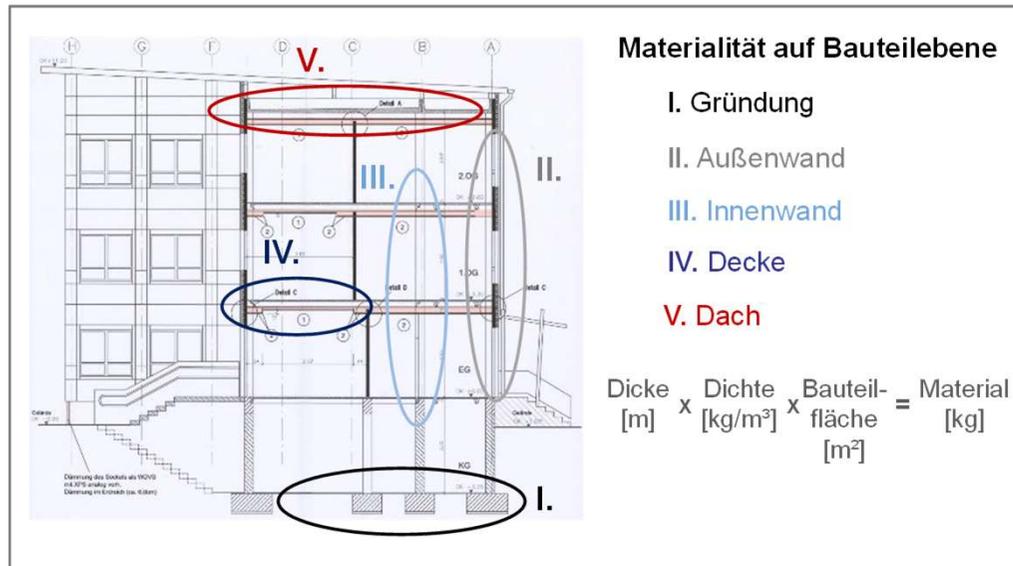
Anzahl

4,92 Mio. Gebäude





# Materialinhalte | Bauteilbezogene Materialanalysen und MKZ



# Materialinhalte | MKZ

## Informationssystem Gebaute Umwelt

<https://ioer-isbe.de/>



RESSOURCEN RISIKEN GRUNDLAGEN

**Bauwerksdaten**

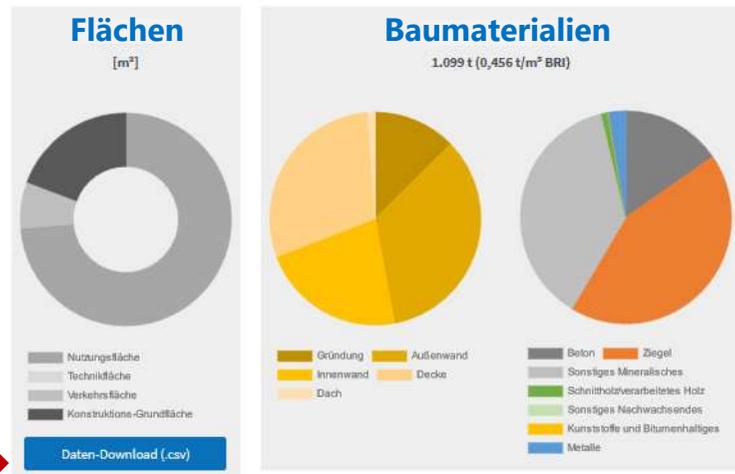
Überblick und Download >



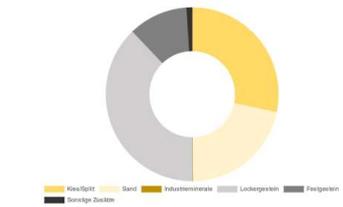
RESSOURCEN RISIKEN GRUNDLAGEN SERVICE FDZ

### Mehrfamilienhaus 1919 bis 1948

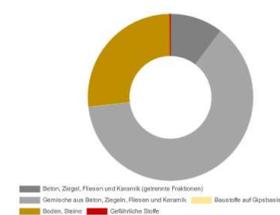
Das Mehrfamilienhaus (MFH) 1919-1948 ist ein Gebäude in Ziegelbauweise (verputzt). Es hat in der Regel drei bis vier Geschosse und ist meist als Zeilen- und Reihenbebauung angeordnet. Offene und geschlossene Blockrandbebauungen kommen auch vor.



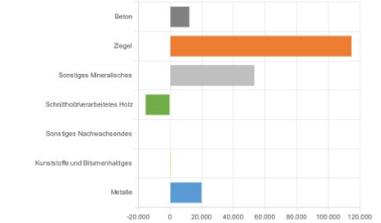
### Rohstoffkategorien



### Abfallkategorien

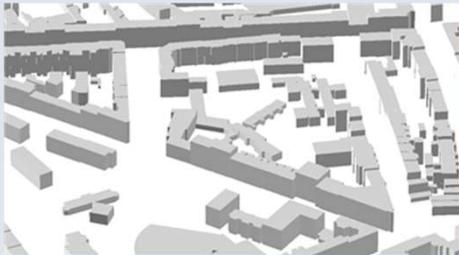


### CO<sub>2</sub>-Emissionen



# MK | Wie funktionieren Materialkataster?

**Gebäudemenge**  
Geobasisdaten

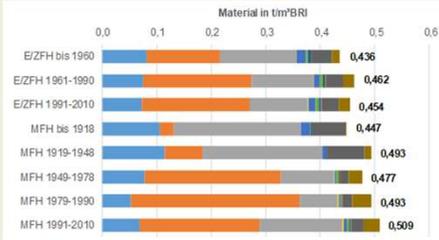


Gebäudeanzahl, Nutzflächen,  
Gebäudevolumen  
nach Gebäudetypen

**Gebäude in m<sup>3</sup>**

**x**

**Gebäudematerialinhalt**  
Materialkennziffern



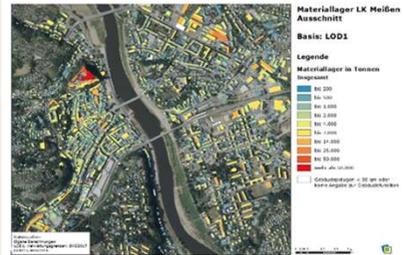
Gebäudetyp/Zeitraum	Materialkennziffern (t/m³)
E/ZFH bis 1950	0,436
E/ZFH 1961-1990	0,462
E/ZFH 1991-2010	0,454
MFH bis 1918	0,447
MFH 1919-1948	0,493
MFH 1949-1978	0,477
MFH 1979-1990	0,493
MFH 1991-2010	0,509

Baumaterialien (46), Rohstoffe,  
Sekundärmaterialien, Abfall-  
kategorien, graue Emissionen

**MKZ in t/m<sup>3</sup>**

**=**

**Materialkataster**  
Differenziertes Lager/Flüsse



Materiallager LK Meißen  
Ausschnitt  
Basis: LOD1  
Legende  
Materiallager in Tonnen  
Integral  
bis 200  
bis 500  
bis 1.000  
bis 2.000  
bis 5.000  
bis 10.000  
bis 20.000  
bis 50.000  
mehr als 100.000  
Gesamtlager < 25 qm oder  
keine Angaben zur Gebäudemenge

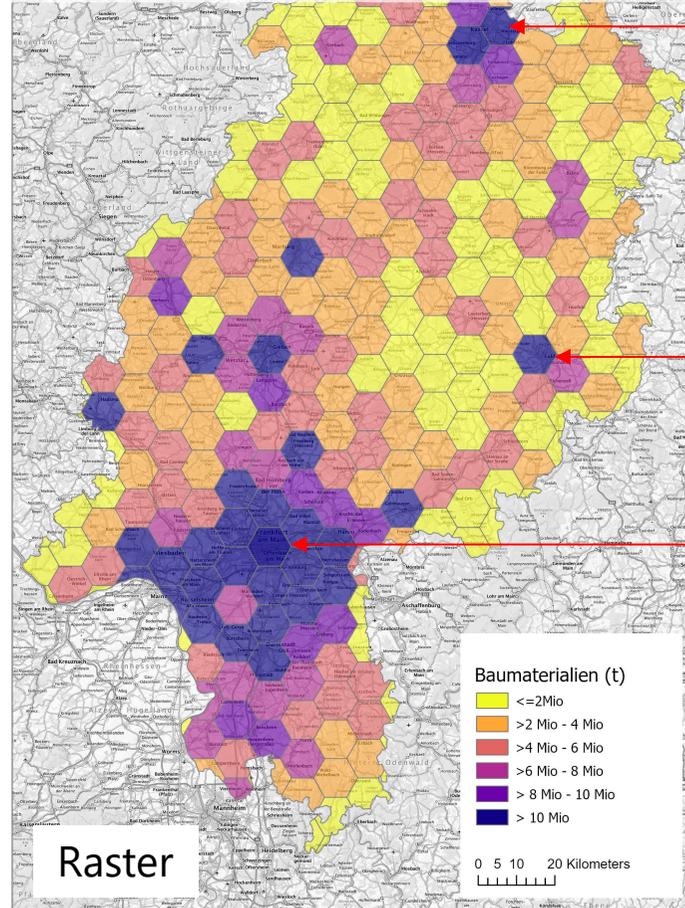
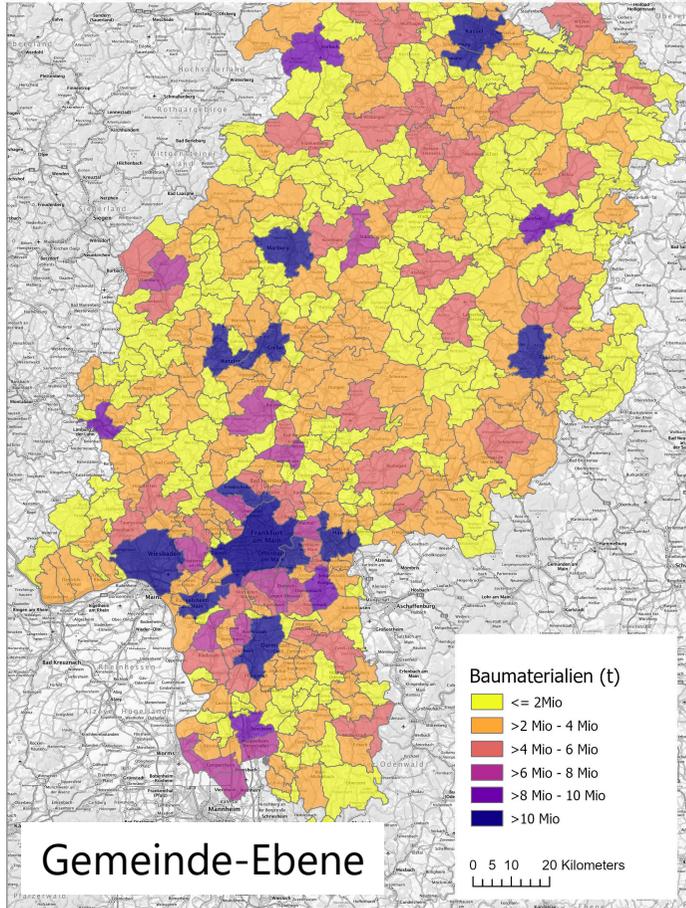
Gesamt, materialdifferenziert,  
nach Teilbeständen,  
räumlich differenziert

**Material in t**

# MK | Ergebnisse Materialmengen insgesamt – Ausschnitt Fulda



# MK | Hessen Material insgesamt – räumliche Verteilung



Kassel

Fulda

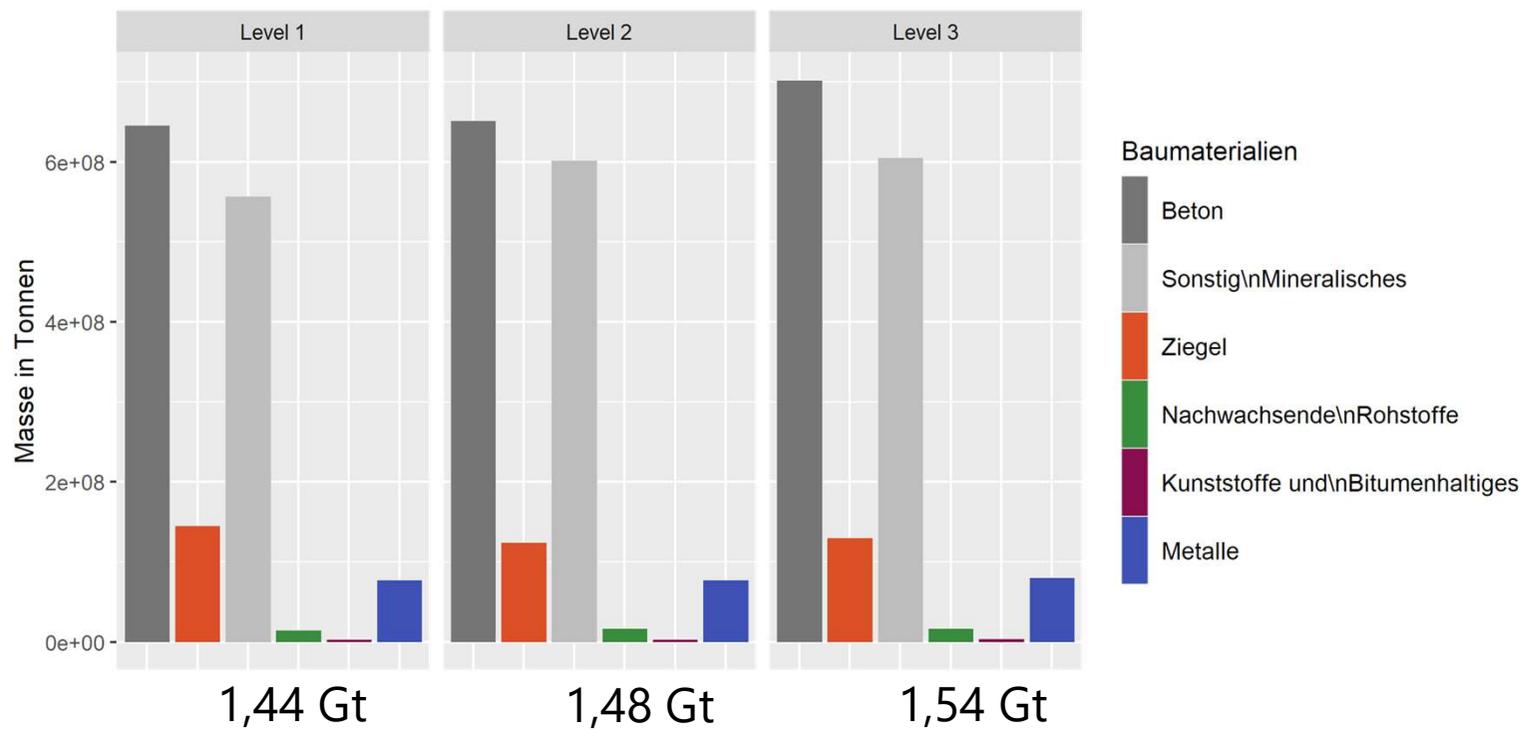
Frankfurt

## MK | Ergebnisse Betonmengen – Ausschnitt Fulda

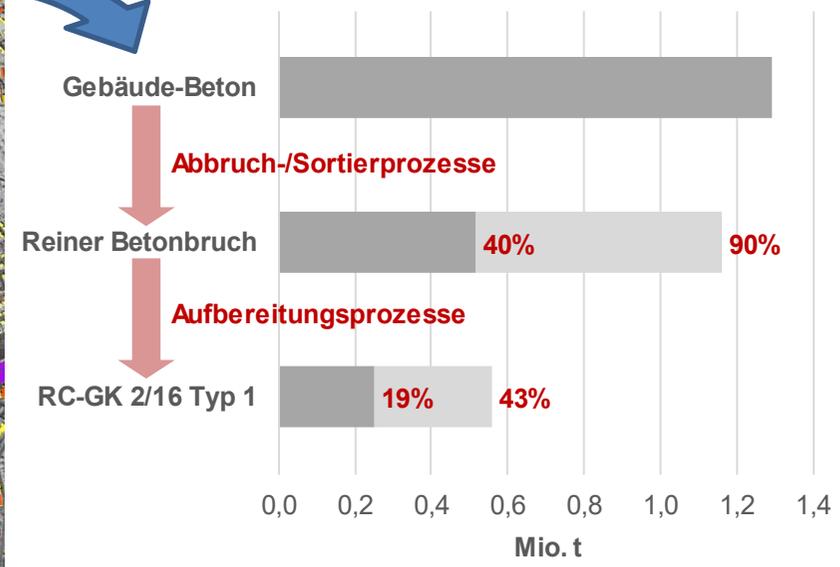
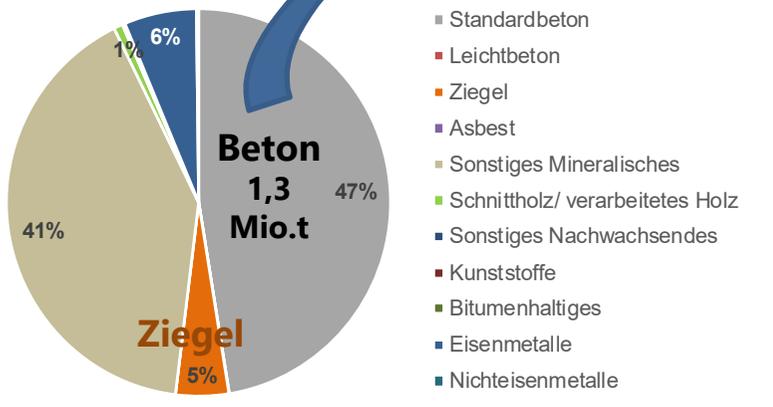
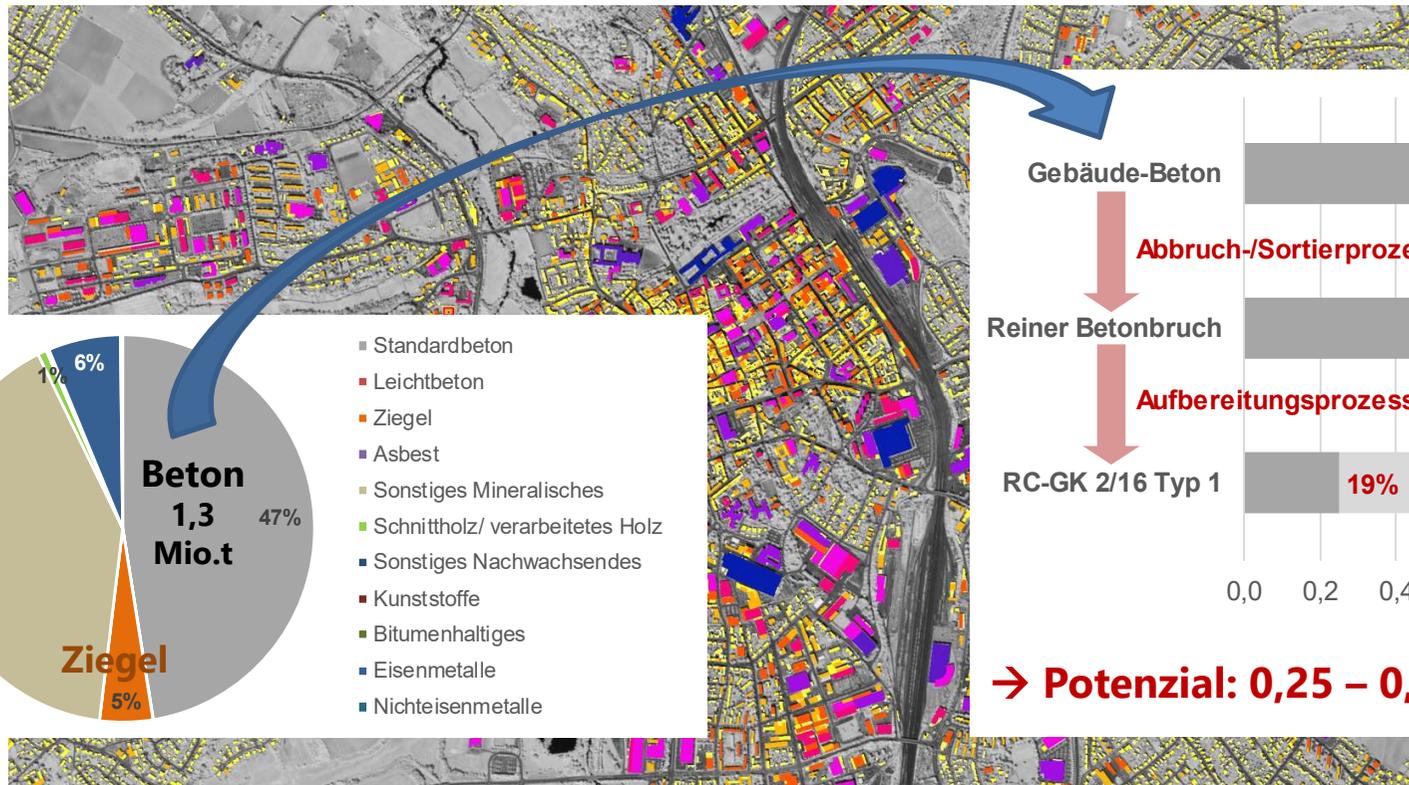


# MK | Ergebnisse Materialanalysen Gebäudebestand

Auswertungen (Hessen 2022)

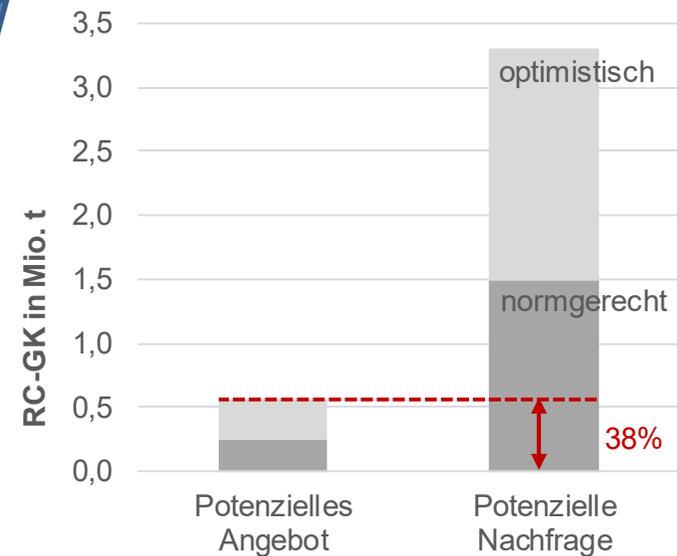
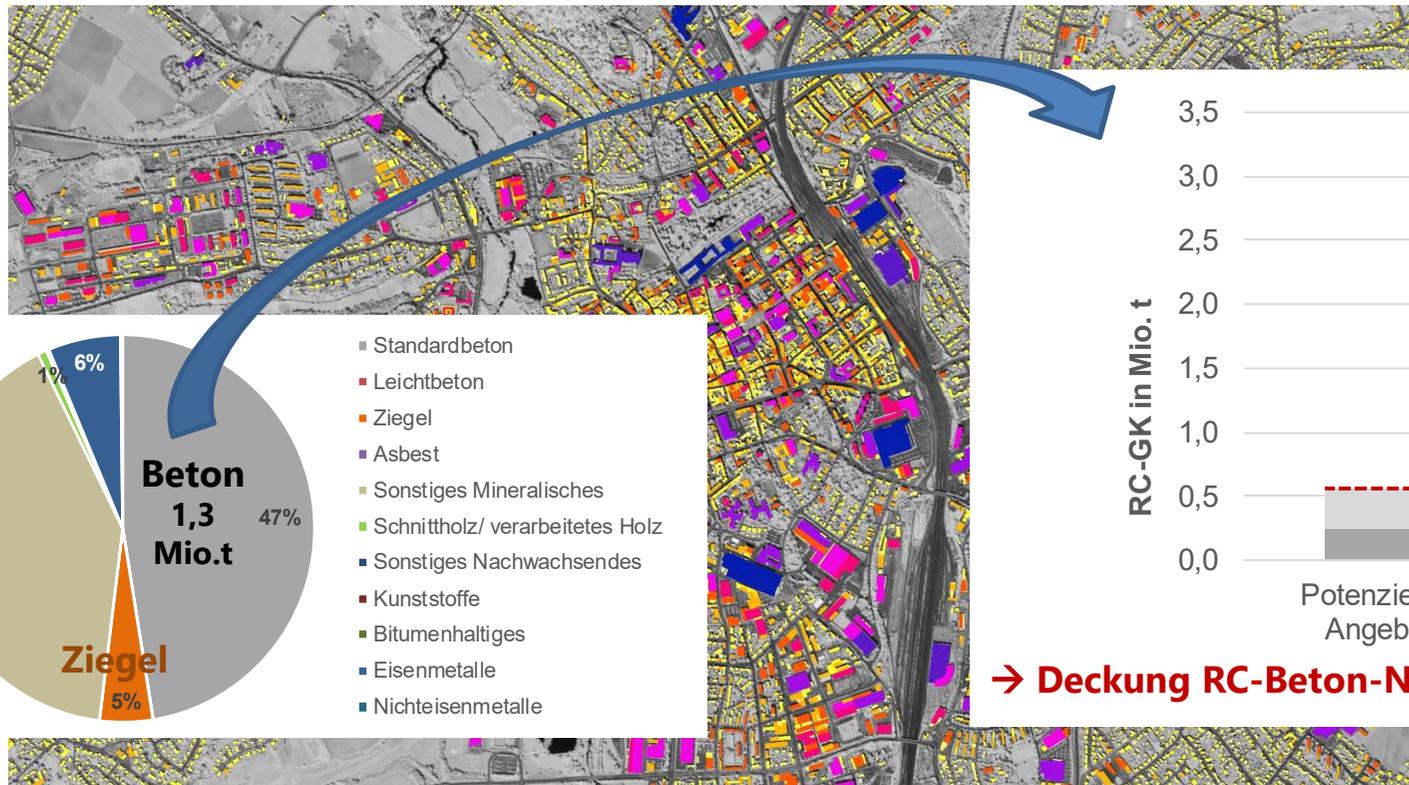


# MK | Beispiel Gebäudeabbruch und Recycling (Hessen 2022)



→ **Potenzial: 0,25 – 0,56 Mio. t RC-GK**

# MK | Beispiel Gebäudeabbruch und Recycling (Hessen 2022)



# Zusammenfassung

- MK Hessen: gibt einen umfassenden Einblick in die Materialität des Gebäudebestandes auf Landesebene (nächster Schritt: Bundesebene)
- Durch (i) die Analyse auf Gebäudeebene, (ii) die Nutzung des Gebäudevolumens (LOD2), (iii) die innovative Gebäudedifferenzierung und (iv) die detaillierten Materialkennzahlen entsteht eine **hohe räumliche und inhaltliche Auflösung**
- Damit liefert das MK wichtige Informationen:
  - für unterschiedliche, **strategische Planungsaufgaben**: Rohstoffschonung, vorausschauendes Abfallmanagement (u. a. Pre-Demolition Audit), Klimaschutz
  - Für **Bestandsfortschreibungen**: Simulation realitätsnaher Entwicklungsvarianten (z. B. regionale Verfügbarkeit und Nutzungsbedarfe von Recyclingmaterial)
- MK: bietet geeignete Schnittstelle und Erweiterungsoptionen für die Einbindung regionaler Detailinformationen

# Literatur

- Mhatre, P.; Gedam, V.; Unnikrishnan, S.; Verma, S. (2020): Circular economy in built environment – Literature review and theory development. Journal of Building Engineering 35 101995. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101995>
  - “The construction industry (CI) is the largest consumer of materials, using 35–45% of the resources and consuming around 25–40% of the global energy.”
- Zakertabrizi, M.; Hosseini, E.; Sukumaran, S.; Korayem, A. H.; Fini, E.H. (2021): Turning two waste streams into one solution for enhancing sustainability of the built environment. Resources, Conservation and Recycling 174, 105778. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105778>
  - “Construction produces from 15% to 40% of the total waste and consumes more than half of the total global resources used.”
- Ressourcen Forum Austria: <https://www.ressourcenforum.at/ressourcenwende/>
- IRP 2020: Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future. Hertwich, E.; Lifset, R.; Pauliuk, S.; Heeren, N. (2020): A report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi Kenya. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3542680>; Factsheet: <https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change>



Bildnachweis: foto.aero/Peter Schubert



Leibniz-Institut  
für ökologische  
Raumentwicklung

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Karin Gruhler ([k.gruhler@ioer.de](mailto:k.gruhler@ioer.de)),  
Reinhard Schinke ([r.schinke@ioer.de](mailto:r.schinke@ioer.de)),  
Jörg Hennesdorf ([j.hennesdorf@ioer.de](mailto:j.hennesdorf@ioer.de)),  
Markus Münzinger ([m.muenzinger@ioer.de](mailto:m.muenzinger@ioer.de)),  
André Hartmann ([a.hartmann@ioer.de](mailto:a.hartmann@ioer.de)),  
Denis Reiter ([d.reiter@ioer.de](mailto:d.reiter@ioer.de)).

[www.ioer.de](http://www.ioer.de)