



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



Wie Abfallvermeidung, Re-Use und Recycling im Hochbau den Energieverbrauch, Treibhausgase und Materialverbrauch reduzieren können: eine Fallstudie aus Wien



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Inhalt

Hintergrund

Methodik

Ergebnisse

Diskussion und Ausblick



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Hintergrund

Mechanische Verfahrenstechnik und Luftreinhaltetechnik

- Entstaubungstechnik, Partikelmesstechnik
- Fasercharakterisierung und Recycling von Textilien
- Recyclingtechnik und -systeme

Projekt TransLoC (WWTF)

- Szenarienbasierte Modellierung Materiallager und -flüsse im Wiener Hochbau 1991-2050
- Materialflussanalyse Recycling von mineralischen Baurestmassen (Gesteinskörnung im Beton)
- Evaluierung der Auswirkungen von Maßnahmen im Hochbau auf die Ressourcenindikatoren in Wien



Mission

“Hohe Lebensqualität für alle Wienerinnen und Wiener bei größtmöglicher Ressourcenschonung durch soziale und technische Innovationen.”

Ressourcenschonung

- Energieverbrauch
- CO₂ Emissionen
- Materialfußabdruck

Ressourcenschonung



Wien senkt die lokalen Treibhausgasemissionen pro Kopf bis 2030 um 55% gegenüber dem Basisjahr 2005 und ist ab

2040 klimaneutral.



Wien wird ab 2021 insgesamt **maximal 60 Millionen Tonnen CO₂-**

Äquivalente an Treibhausgasen lokal emittieren.¹



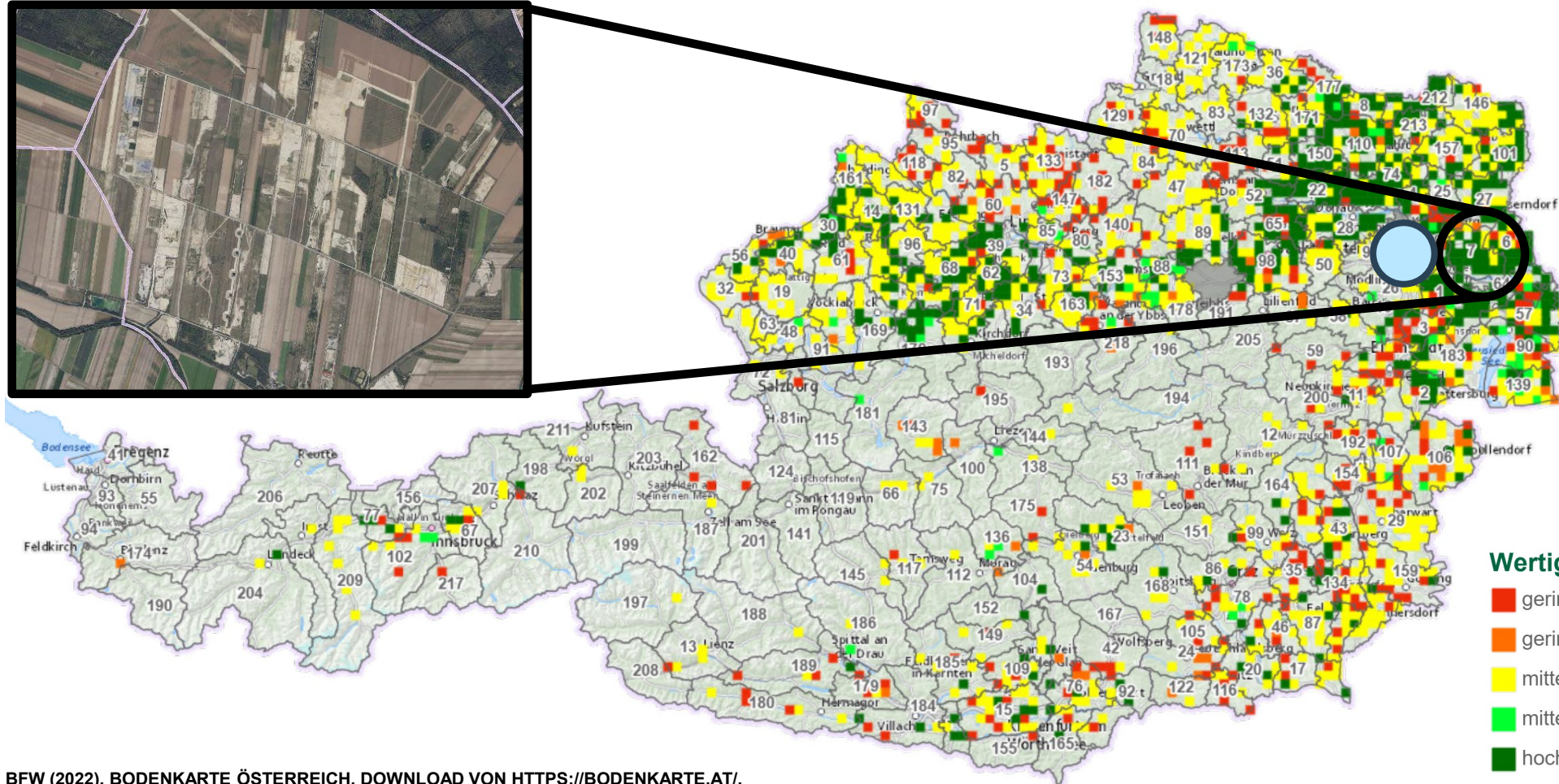
Wien senkt seinen konsumbasierten **Material-Fußabdruck** pro Kopf um 30 % bis 2030, um 40 % bis 2040 und um 50 % bis 2050.²

Wien **senkt** seinen lokalen **Endenergieverbrauch**

pro Kopf um 30 % bis 2030 und um 45 % bis 2040 gegenüber dem Basisjahr 2005.

SOURCE: SMART CITY WIEN. DOWNLOAD FROM [HTTPS://SMARTCITY.WIEN.GV.AT/EN/STRATEGY/](https://smartcity.wien.gv.at/en/strategy/)

Warum Materialfußabdruck? Rohstoffförderung



BFW (2022). BODENKARTE ÖSTERREICH. DOWNLOAD VON [HTTPS://BODENKARTE.AT/](https://bodenkarte.at/).

BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (2022). NÖ ATLAS. DOWNLOAD VON [HTTPS://ATLAS.NOE.GV.AT/](https://atlas.no.e.gv.at/).



1. Diskurs zu Gebäudeabbruch und -sanierung

Abo • E-Paper • Magazine

WIENER ZEITUNG .at

Anmelden / Registrieren

MENÜ

POLITIK

KULTUR

WIRTSCHAFT

WAHLEN

AMTSBLATT

MEINUNG

Was suchen Sie?

Startseite > Politik > Österreich

AAA

CO2-STEUER

Klima-Abrißbirne für die neue Regierung

7

„Das andere sind bestehende Bauten [...] aus der Zwischen- und Nachkriegszeit [...]. „Hier stellt sie die Frage, ob diese Gebäude noch sanierungsfähig sind oder durch Neubauten ersetzt werden sollen“, sagt [ein Klimaexperte].“

2. Diskurs zu Kreislaufwirtschaft im Bauwesen

- Bauteile und Materialien von Abriß-Gebäuden und Großumbauten werden 2050 zu 80% wiederverwendet.

Bild aufgenommen bei der Präsentation des Entwurfs der Smart City Wien Rahmenstrategie 2019

WIENER ZEITUNG (2019); GASSNER (2018)



1. **Wie wirken sich unterschiedliche Abbruch- und Sanierungsszenarien in Wien auf Heizenergieverbrauch, Treibhausgasemissionen und Materialfußabdruck aus?**

 2. **Welche Rolle spielen Abfallvermeidung, Reuse und Recycling bei der Reduktion des Materialfußabdrucks?**
- **Fokus auf Mineralische Baustoffe und Abfälle**
 - Diese machen 95% der Materialien im Hochbau in Wien aus



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Methodik

Bottom-up Modellierung Materialien im Gebäudesektor



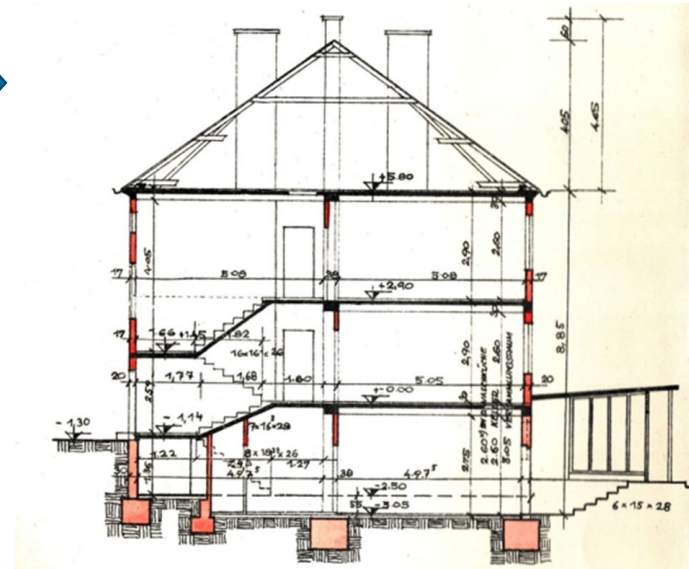
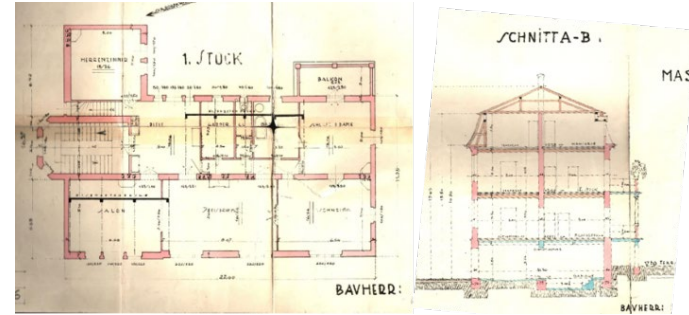
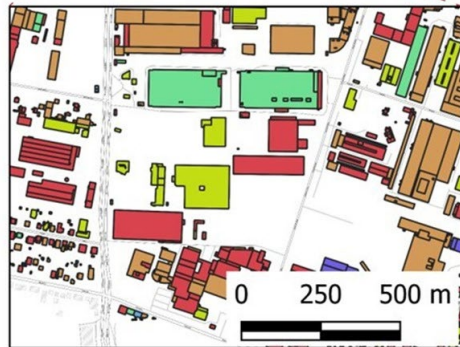
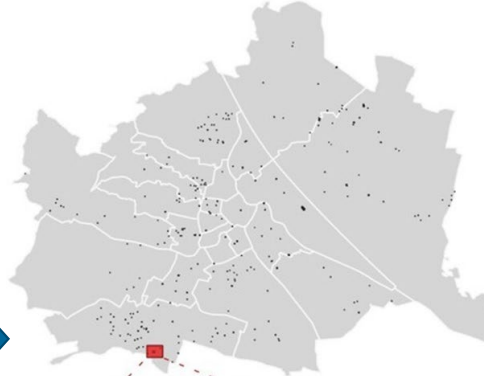
P = 200.000 Gebäude

N = 207 Gebäude

Bauakte MA37 und Auswertung

Vienna building stock

Spatial distribution of samples

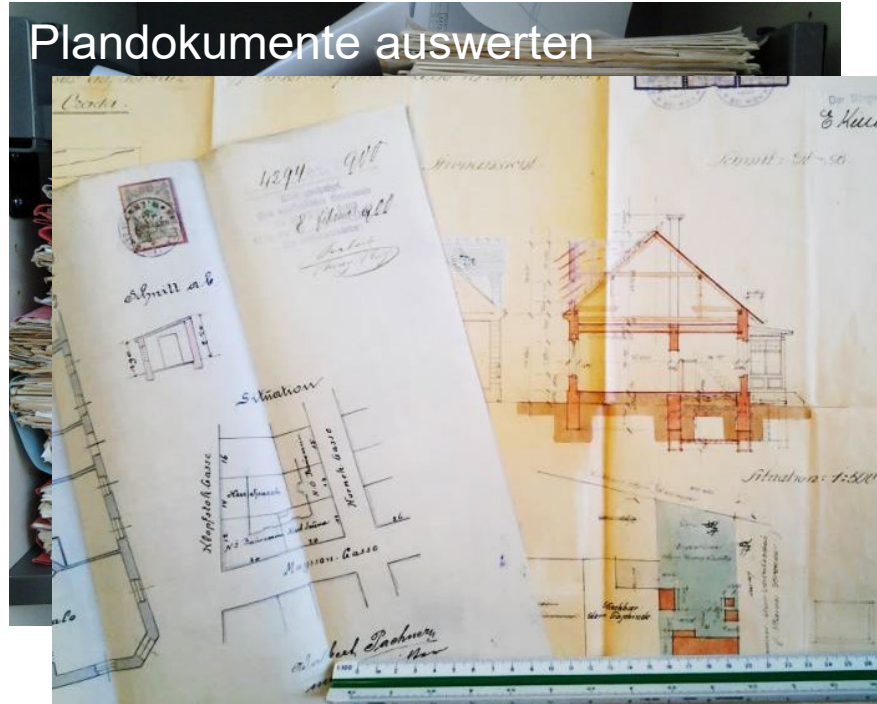


LEDERER ET AL. (2021A)

Zusammensetzung von Abbruchgebäuden



Plandokumente auswerten



Gebäude beproben



KLEEMANN ET AL. (2016)

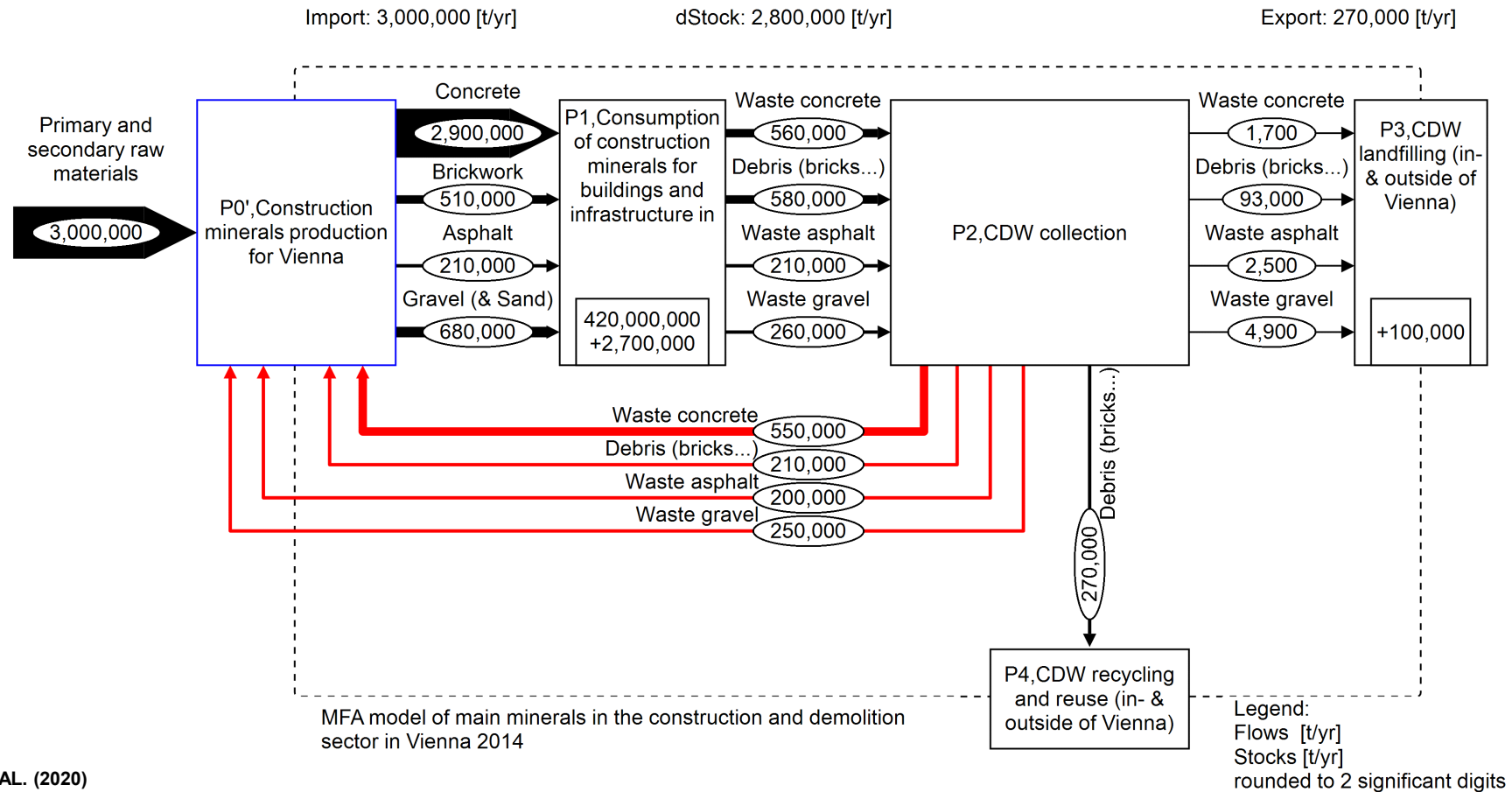
1. Berücksichtigt vergangene Entwicklungen
2. Legt den Servicelevel (m² Nutzfläche/Person) fest

- **BAU-Szenario**
 - Projektion vergangener Entwicklungen
- **DEMO-Szenario**
 - Abbruch Bestandsgebäude
 - Ersatz durch Neubau
 - Geringere Sanierungsrate
- **RENO-Szenario**
 - Kein Abbruch Gebäude <1946
 - Hohe Sanierungsrate
 - Mehr Dachgeschossausbau

LEDERER ET AL. (2021B)



Kreislaufwirtschaftsszenario für mineralische Baustoffe in Wien zur Reduktion des Materialfußabdrucks



LEDERER ET AL. (2020)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



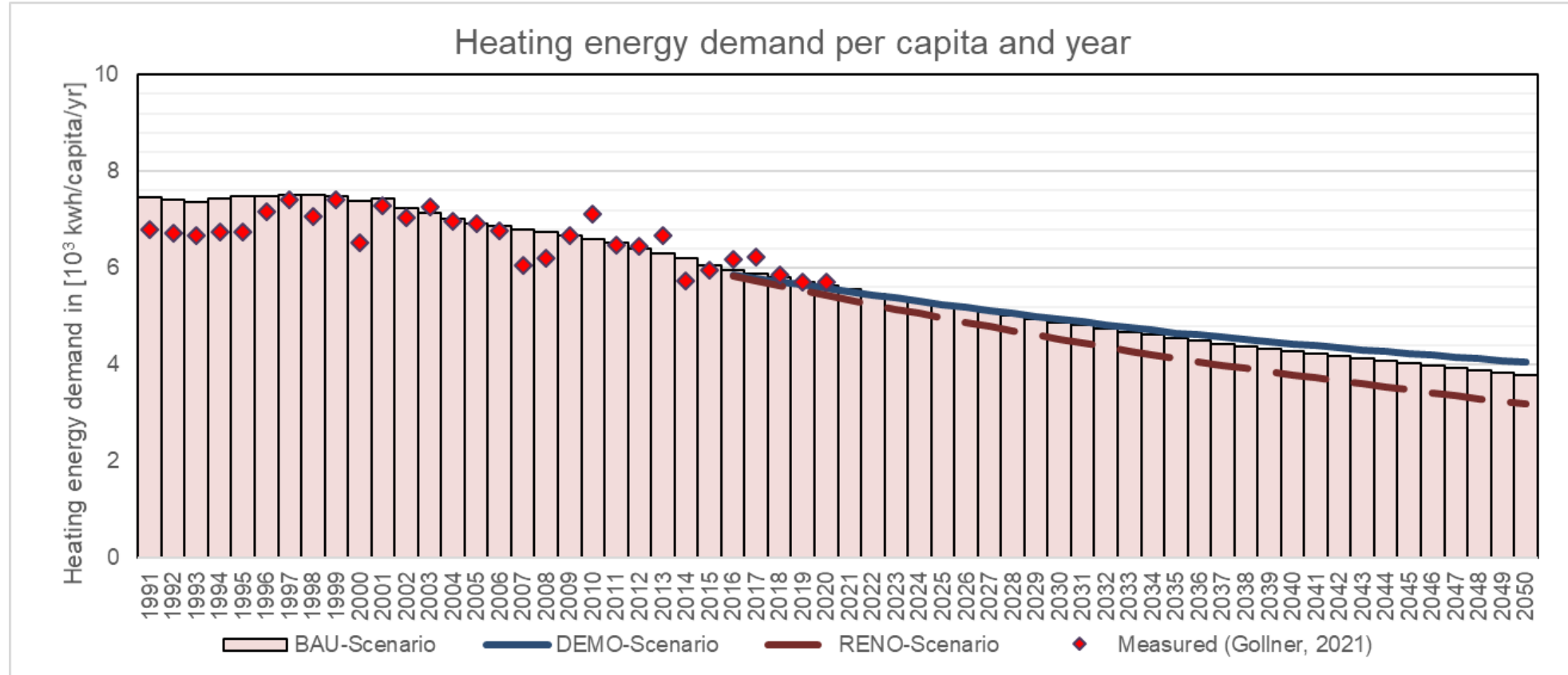
ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Ergebnisse

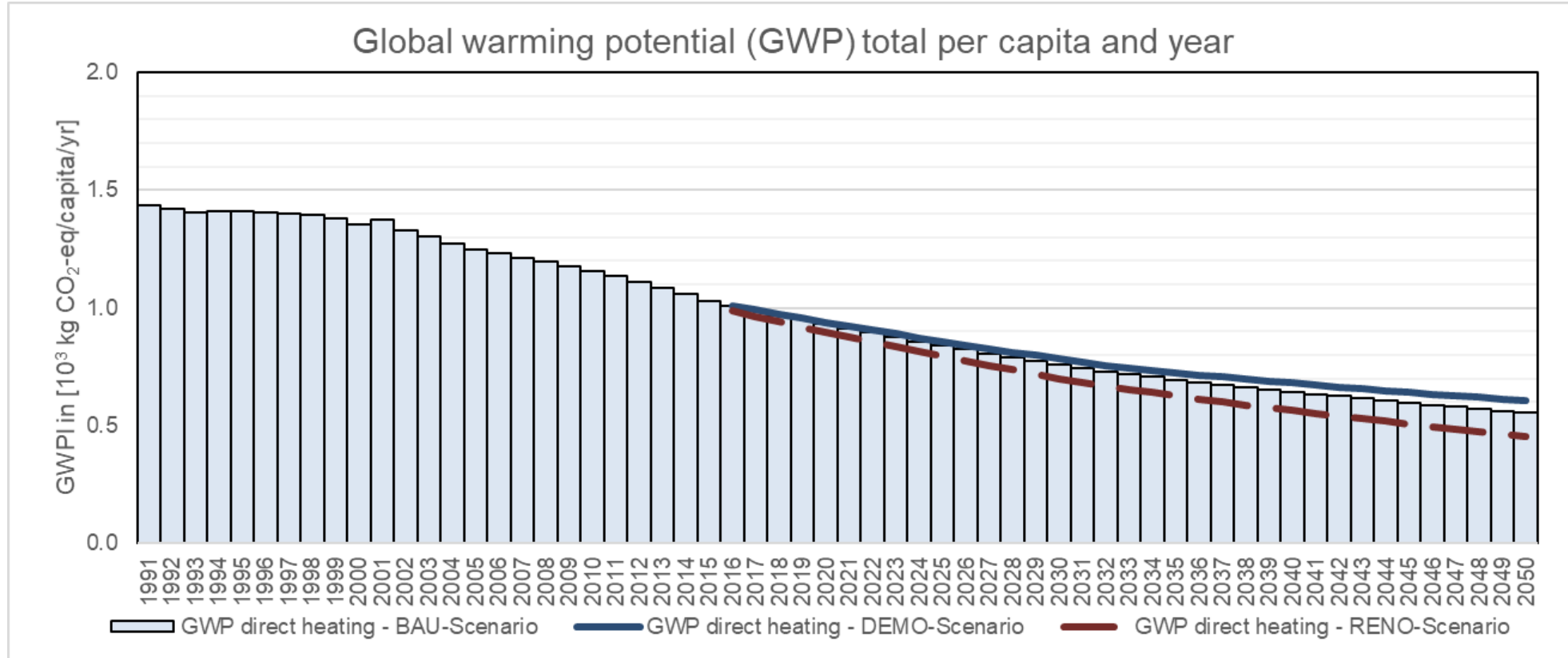
Abbruch- und Sanierungsszenarien + Kreislaufwirtschaftsszenario

Energieverbrauch Raumheizung

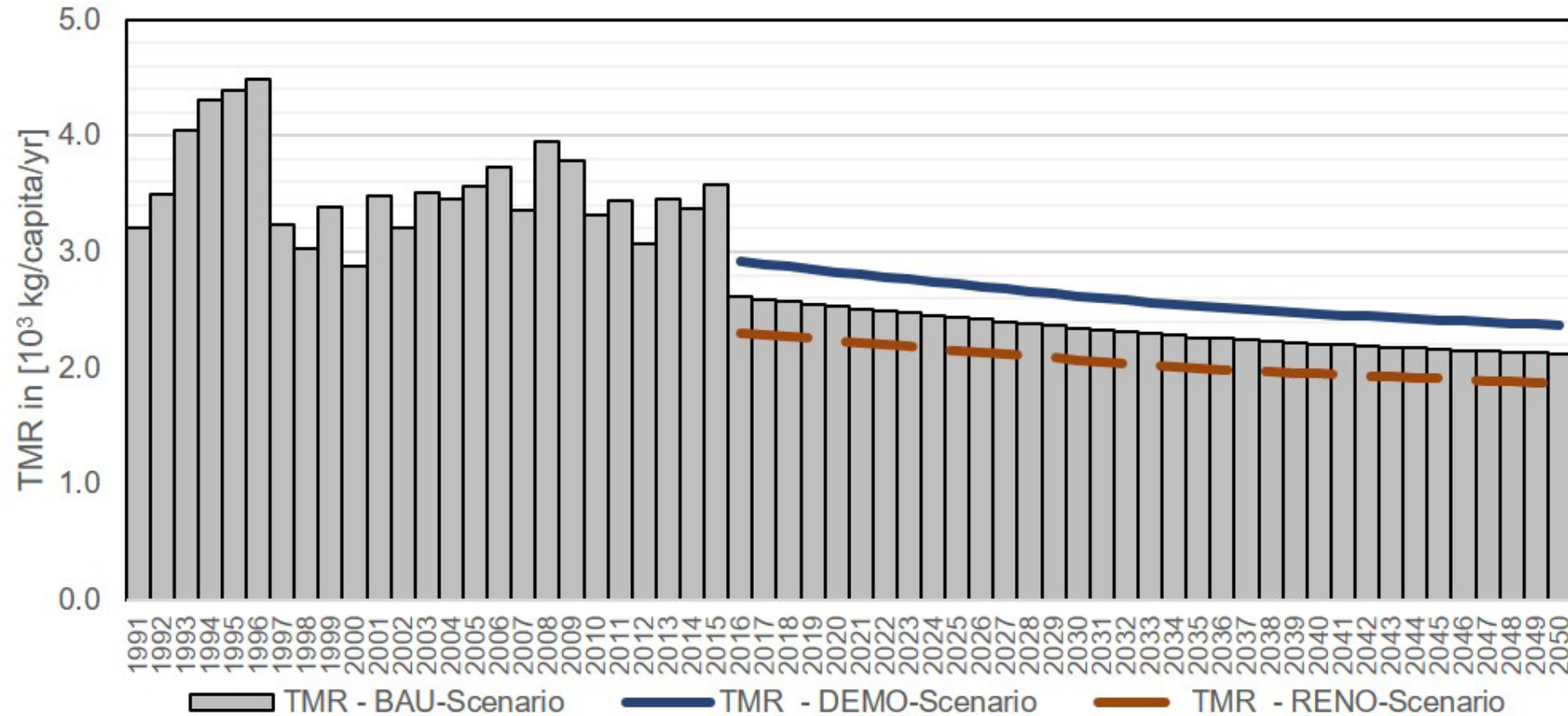


LEDERER ET AL. (2024) BASIEREND AUF VEIGL ET AL. (2019)

Treibhausgasemissionen Raumheizung



LEDERER ET AL. (2024) BASIEREND AUF VEIGL ET AL. (2019)



PÖLZLER UND LEDERER (2022); PÖLZLER (2021)

Wie erreichen die Szenarien die Ressourcenziele 2040



Heizwärme

Treibhausgase

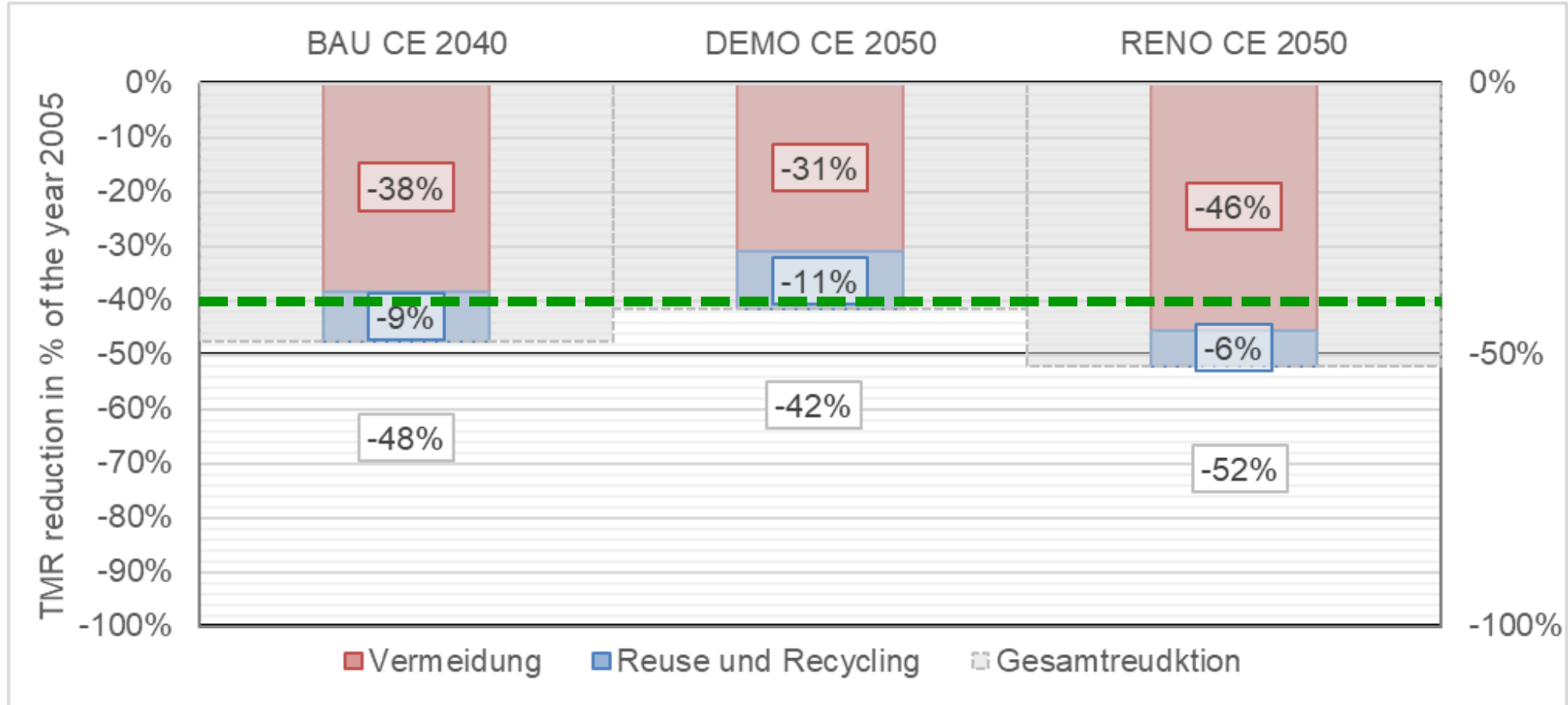
Materialfußabdruck



--- Zielwerte bis 2040

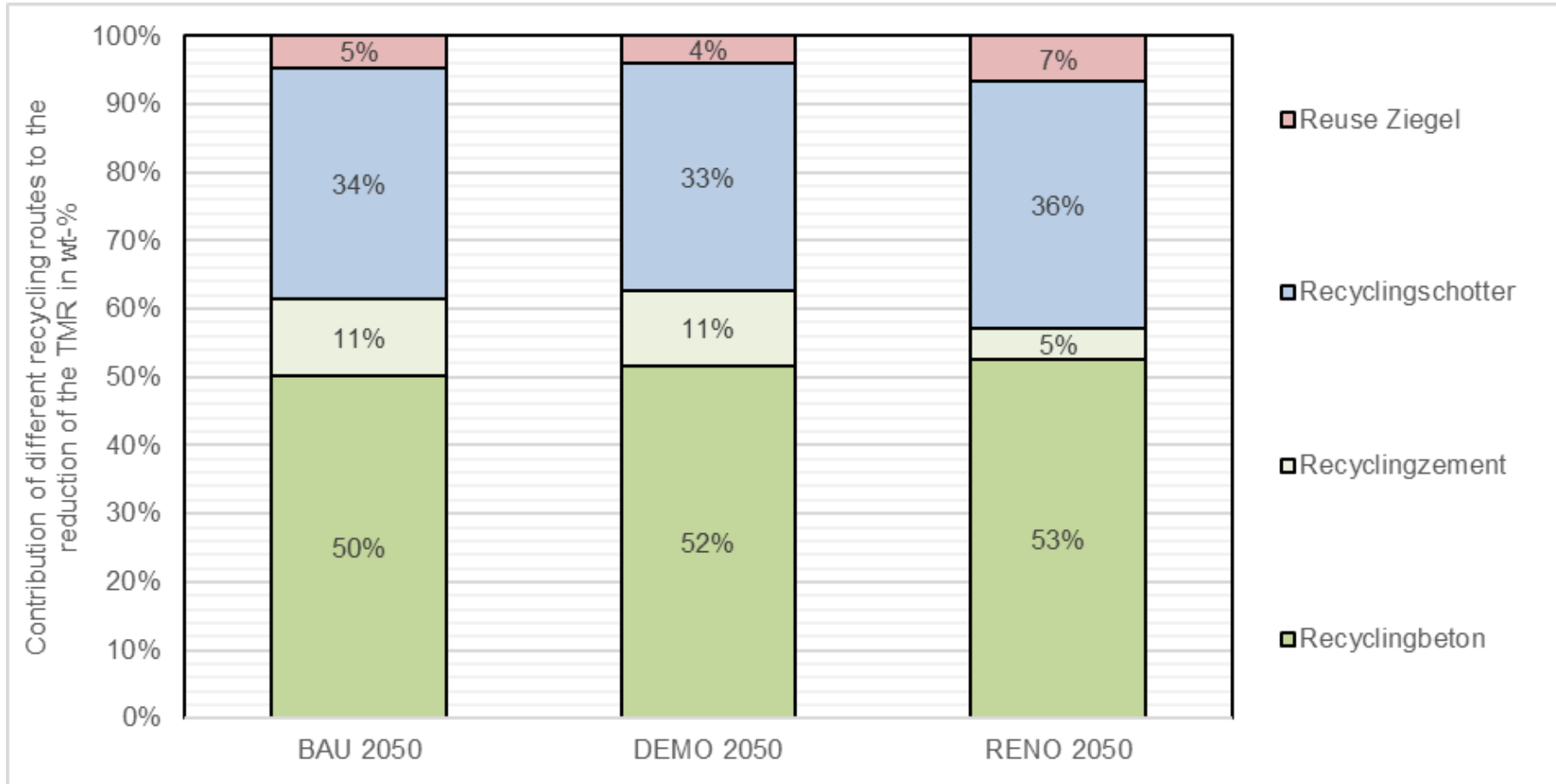
LEDERER ET AL. (2024)

Wie trägt Kreislaufwirtschaft von mineralischen Baustoffen dazu bei, den Materialfußabdruck zu reduzieren?



LEDERER ET AL. (2024)

Welchen Beitrag liefern einzelne Reuse- und Recycling-Optionen zur Reduktion des Materialfußabdrucks?



LEDERER ET AL. (2024)



Sanierung gesamtheitlich vorteilhafter als Abbruch und Neubau

- Bessere Datenlage für einzelne Objekte erstellen!

Kreislaufwirtschaft reduziert den Materialfußabdruck

- Vermeidung am wichtigsten, dahinter Recycling
- Reuse bei mineralischen Baustoffen und Abfällen nicht relevant

Kreislaufwirtschaft und Treibhausgasemissionen

- Reduktion vor allem durch Ersatz von Zement und Zementrohstoffen



QUELLE: REIMON (2022)

Danke für die Aufmerksamkeit!

Ass.Prof. Dr. DI. Mag. Jakob Lederer

Christian Doppler Labor für Recyclingbasierte
Kreislaufwirtschaft

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und
Technische Biowissenschaften

TU Wien

Getreidemarkt 9, 1060 Wien

Telefon: +43 1 58801 166155

Email: jakob.lederer@tuwien.ac.at

Internet: <https://www.vt.tuwien.ac.at/>



- Stadt Wien (2022). Geodaten. Download von <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/>
- Stadt Wien (2022). Stadtplan Wien. Download von <https://www.wien.gv.at/stadtplan/>
- Kleemann, F., Lehner, H., Szczypińska, A., Lederer, J., & Fellner, J. (2018). Bewertung von Abfallströmen aus Gebäudeabbrüchen in Wien auf Grundlage von Bildmatching-basierter Veränderungsdetektion. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*, 70(3), 138-146.
- BMK (2022). Die österreichische Kreislaufwirtschaft. Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft. BMK, Wien.
- Hawelka, D. (2021). Althanpark. HD Architekten, Wien. <https://hd-architekten.at/projekte/althanpark/>
- Kleemann, F., Lederer, J., Rechberger, H., Fellner, J. (2017). GIS-based analysis of Vienna's material stock in buildings. *Journal of Industrial Ecology*, 21(2), 368-380. <https://doi.org/10.1111/jiec.12446>.
- Lederer, J., Gassner, A., Kleemann, F., Fellner, J. (2020). Potentials for a circular economy of mineral construction materials and demolition waste in urban areas: A case study from Vienna. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104942. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104942>.
- Lederer, J., Fellner, J., Gassner, A., Gruhler, K., Schiller, G. (2021). Determining the material intensities of buildings selected by random sampling: A case study from Vienna. *Journal of Industrial Ecology*, 25(4), 848-863. <https://doi.org/10.1111/jiec.13100>.
- Lederer, J., Gassner, A., Fellner, J., Mollay, U., & Schremmer, C. (2021). Raw materials consumption and demolition waste generation of the urban building sector 2016–2050: A scenario-based material flow analysis of Vienna. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125566. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125566>
- Lederer, J., Pözlner, M. (2022). The environmental impacts of reshaping the urban building stock towards low-carbon emissions: a scenario-based analysis of Vienna 2021-2050. Draft.
- MA 22 (2021). Nicht gefährlicher Abfall - Abfallmengen in Wien. Magistratsabteilung (MA) 22, Stadt Wien. <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/abfall/nicht-gefaehrliche-abfallmenge.html>
- RepaNet (2021). BauKarussell. RepaNet – Re-Use- und Reparaturnetzwerk Österreich. Wien. <https://www.baukarussell.at/>
- Reimon, M. (2022). Twitter Blog. Michel Reimon. <https://twitter.com/michelreimon>
- Stadt Wien (2021). Revitalisierung Nordbergstraße. Stadt Wien, Wien. <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/althangrund/projekte/revitalisierung-nordbergstrasse.html>;
- Stadt Wien (2022). Smart Klima City Strategie Wien. Stadt Wien
- Boucher, J. (1967). Mar-a-Lago. Historic American Buildings Survey (HABS). Library of Congress HABS FLA,50-PALM,1-5. Download from <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MaralagoLoC.jpg>.
- Wallaschkowski, S. (2019). Zentrale Entwicklungslinien des industriellen Konsumwandels. In *Die Entstehung des modernen Konsums* (pp. 19-36). Springer, Wiesbaden.
- Kleemann, F., Aschenbrenner, P., & Lederer, J. (2015). Methode zur Bestimmung der Materialzusammensetzung von Gebäuden vor dem Abbruch. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*, 67(1), 21-27.
- Kreuzinger, N. (2017). Operation Abrissbirne. In *Falter* 36/17, S.16-18.
- ORF/APA (2018): <https://wien.orf.at/v2/news/stories/2922516/>
- Achatz, A., Margelik, E., Romm, T., Kaspar, T., Jäger, D. (2021). Kreislaufbauwirtschaft. Bericht REP-0757, Umweltbundesamt, Wien.
- Dechantsreiter, U.; Horst, P.; Mettke, A.; Asmus, S.; Schmidt, S.; Knappe, F.; Reinhardt, J.; Theis, S.; Lau, J.J. (2015). Instrumente zur Wiederverwendung von Bauteilen und hochwertiger Verwertung von Baustoffen. Studie im Auftrag des Deutschen Umweltbundesamtes. Dessau.
- Gassner, A., Lederer, J., Kovacic, G., Mollay, U., Schremmer, C., & Fellner, J. (2021). Projection of material flows and stocks in the urban transport sector until 2050—A scenario-based analysis for the city of Vienna. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127591>.
- RepaNet (2021). BauKarussell. RepaNet – Re-Use- und Reparaturnetzwerk Österreich. Wien. <https://www.baukarussell.at/>
- Pözlner, M., Lederer, J. (2022). The environmental impacts of reshaping the urban building stock towards low-carbon emissions: a scenario-based analysis of Vienna 2021-2050. Draft.
- Pözlner, Michael. Ökobilanzielle Untersuchung unterschiedlicher Stadtentwicklungsszenarien am Beispiel der Stadt Wien. 2021. Masterarbeit, BOKU.



Was Sie immer wissen wollten und sich dennoch zu fragen trauten



Gibt es nicht so etwas wie die technische Abbruchreife eines Gebäudes?

Wie ist das denn mit Reuse? Hilft das nichts? Wird doch auf- und abgebaut?

Und das Recycling spielt doch auch eine Rolle – Kreislaufwirtschaft und so?

Auf welchem Pfad befinden wir uns jetzt? Bau, Demo, Reno?

Und wie ist das mit dem Verkehr und der Verkehrsinfrastruktur?



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Gibt es nicht so etwas wie die technische Abbruchreife von Gebäuden?

Nein, es gibt nur unkreative Ingenieurinnen und Architekt



ORF/APA (2018)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Diskurs zur Ressourcenschonung im Bauwesen....

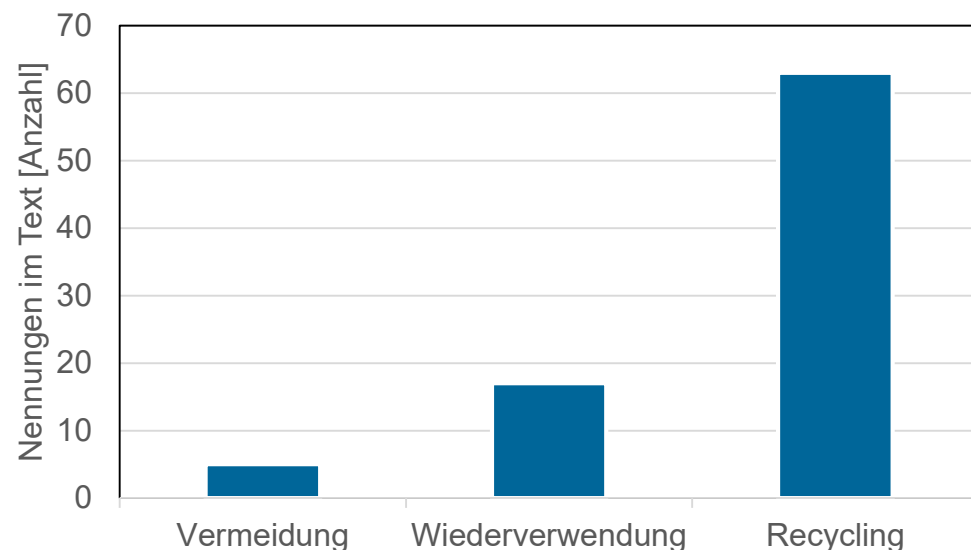
.... und warum wir glauben, das Reuse so wichtig ist

Wie wird der Diskurs geführt?



Leitfaden zur Kreislaufwirtschaft im Bausektor, basierend auf Interviews mit Expert*innen

Analyse des Textinhaltes



QUELLE: ACHATZ ET AL. (2021)

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie





Potential der Wiederverwendung zur Reduktion von Abfall

„...es (gibt) beträchtliche ungenutzte Potenziale [in Deutschland] zur Abfallvermeidung durch Wiederverwendung von Bauteilen...“

Quelle: Dechantsreiter et al. (2015)

Abriss der I. Medizinische Klinik in Wien, August 2020



„Ein schöner Erfolg wurde in den letzten Wochen erzielt ... die Rettung der Kabinen [des Paternoster] wurde vor kurzem von einem Team des Wiener Aufzugmuseums gestartet... **60.400 kg wiederverwendbare Bauteile** ... wurden ... über einen Bauteilkatalog vermittelt“

QUELLE: REPANET (2020)



Abriss des Möbelhaus Leiner in Wien, Frühjahr 2021



„Aus alledem lässt sich schließen, dass die Lösung, das Stiegenhaus Stück für Stück zu demontieren und unter Liebhabern des Leiner'schen Jugendstils zu verscherbeln, gar keine so schlechte ist. **Im Sinne der Kreislaufwirtschaft bleiben die Bauteile erhalten** und werden irgendwo auf der Welt weitergeliebt und wiedergenutzt.“

QUELLE: CZAJA (2021)



Sanierung des Postgebäudes Althan – Bestand



QUELLE: STADT WIEN (2021)

Sanierung des Postgebäudes Althan – Entkernung



QUELLE: KLEEMANN (2018), ZITIERT IN ALLESCH ET AL. (2019)

Sanierung des Postgebäudes Althan – Sanierung

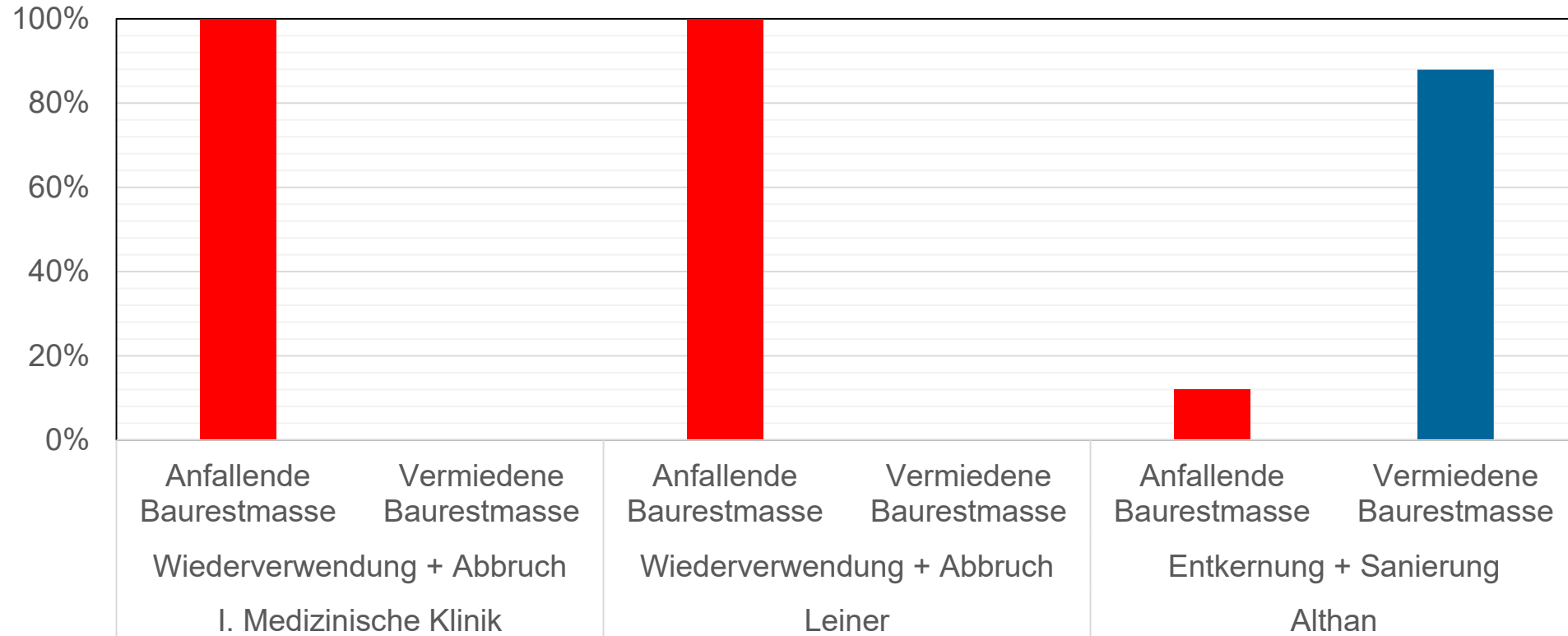


QUELLE: HAWELKA (2021)

Vergleich zweier Abbruchgebäude + Wiederverwendung mit einem sanierten Gebäude



Vergleich im Umgang mit drei Bestandsgebäuden





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE

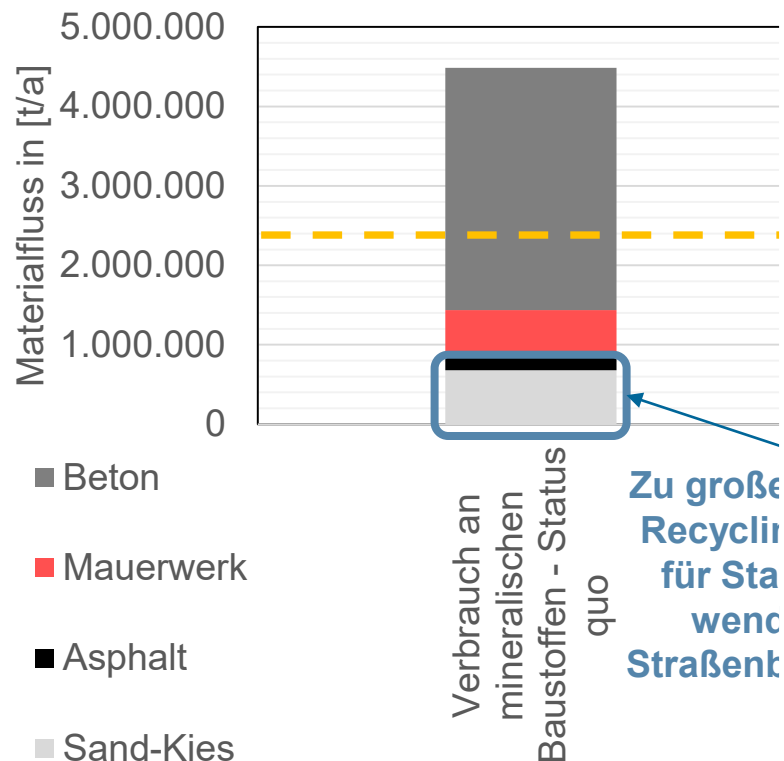


Recycling: ein wichtiges Werkzeug – aber nur, wenn es richtig eingesetzt wird

Recycling allein reicht nicht, um Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Trotzdem sehr sehr wichtig.



Mineralische Baustoffe und Baurestmassen in Wien 2014

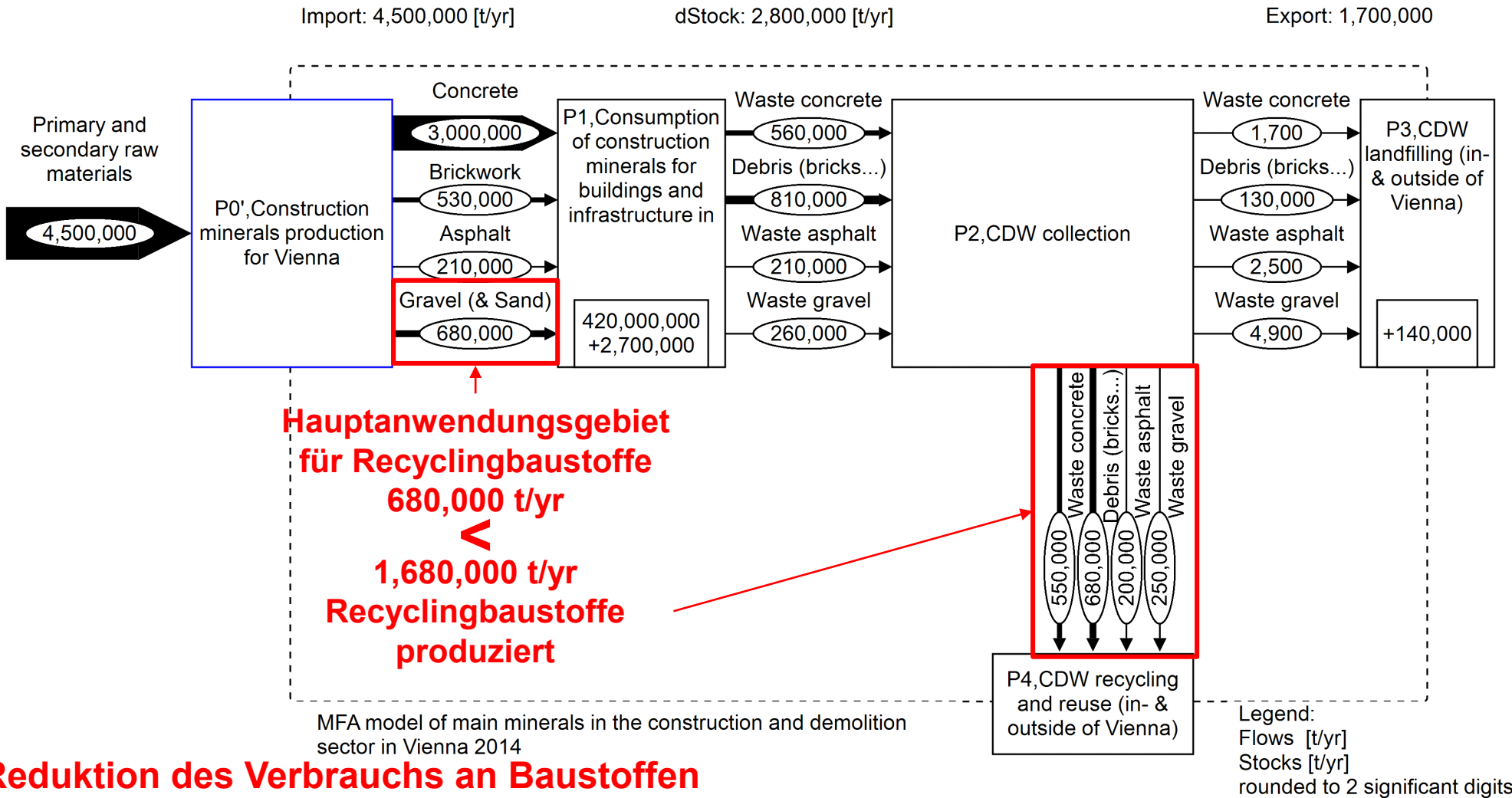


Produktionsziel
Wien

Zu große
Recycling
für Straßenbau

QUELLE: LEDERER ET AL. (2020)

Mineralische Baustoffe und Baurestmassen in Wien 2014



Hauptanwendungsgebiet für Recyclingbaustoffe
680,000 t/yr
←
1,680,000 t/yr
Recyclingbaustoffe produziert

- 1. Reduktion des Verbrauchs an Baustoffen**
- 2. Herstellung von Recyclingprodukten, die auch in Wien nachgefragt werden!**

Substitutionsraten für natürliche Gesteinskörnung durch Recyclingbaustoff nach ÖNORM B4710, Teil 1

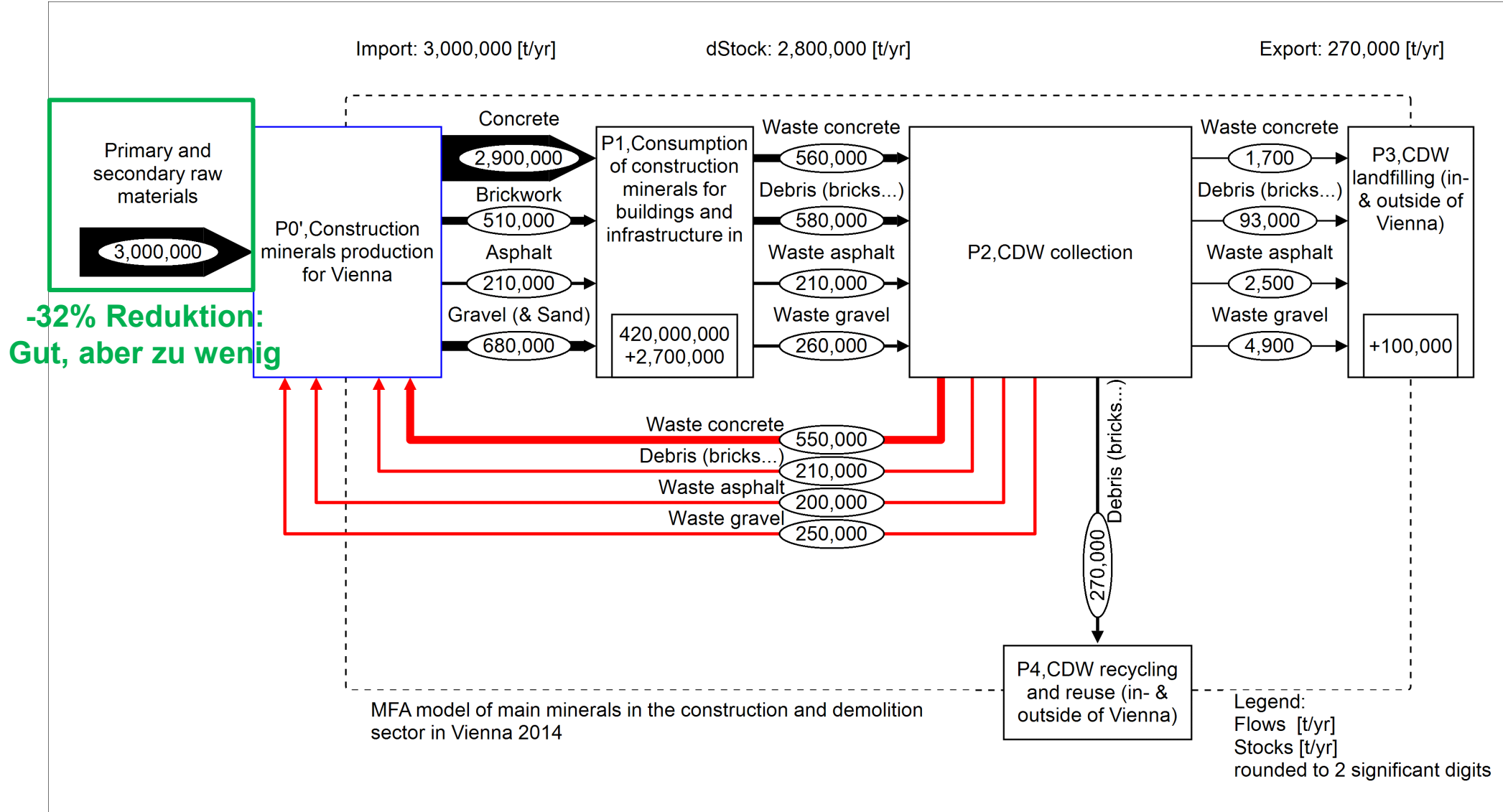


Materialbezeichnung der rezyklierten Gesteinskörnung gemäß ÖNORM B 3140	Gesteinskörnung	Expositionsklassen																			
		X0 ^a	XC1	XC2	XC3	XC4	XF1	XF2 ^b	XF3 ^b	XF4 ^b	XD1	XD2	XD3 ^b	XW1	XW2	XA1 ^c	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
RB-A1	Grob	50	50	50	50	50	50	30	30	30	50	30	30	50	50	50	0	0	30	0	0
	Fein ^d	25	25	25	25	25	25	15	15	15	25	15	15	25	25	25	0	0	0	0	0
	Korngemisch ^d	38	38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RB-A2	Grob	50	50	50	50	30	0	0	0	0	0	0	0	50	30	0	0	0	0	0	0
	Fein ^d	25	25	25	25	15	0	0	0	0	0	0	0	25	15	0	0	0	0	0	0
	Korngemisch ^d	38	38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RG-A3	Grob	50	50	50	50	50	50	30	30	30	50	30	30	50	50	50	0	0	30	0	0
	Fein ^d	25	25	25	25	25	25	15	15	15	25	15	15	25	25	25	0	0	15	0	0
	Korngemisch ^d	38	38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RH-B	Grob	50 ^e	35 ^e	35 ^e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fein ^d	25 ^e	20 ^e	20 ^e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Korngemisch ^d	38 ^e	25 ^e	25 ^e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Baurestmassen Hochbau (hoher Ziegelanteil)

Betonabbruch

Szenario zur Reduktion des Primärrohstoffbedarfs



Abfallvermeidung – weniger Abbruch

Ersatz der natürlichen Gesteinskörnung

- Baurestmassen, die derzeit ins Umland exportiert werden (Recyclingbaustoff)
- Mineralische Abfälle, die derzeit noch deponiert werden (Bett- und Rostaschen aus der Abfallverbrennung)

Ersatz der Rohstoffe in der Zement- und Zementklinkerproduktion

- Feinanteil aus der Aufbereitung von Baurestmassen
- Feinanteil aus der Aufbereitung von Bett- und Rostaschen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Beton aus Recyclingbaustoff: eine wichtige Maßnahme!

Bisherige Arbeiten und zukünftiger Bedarf



Modellierung der erzielbaren Ressourceneinsparung

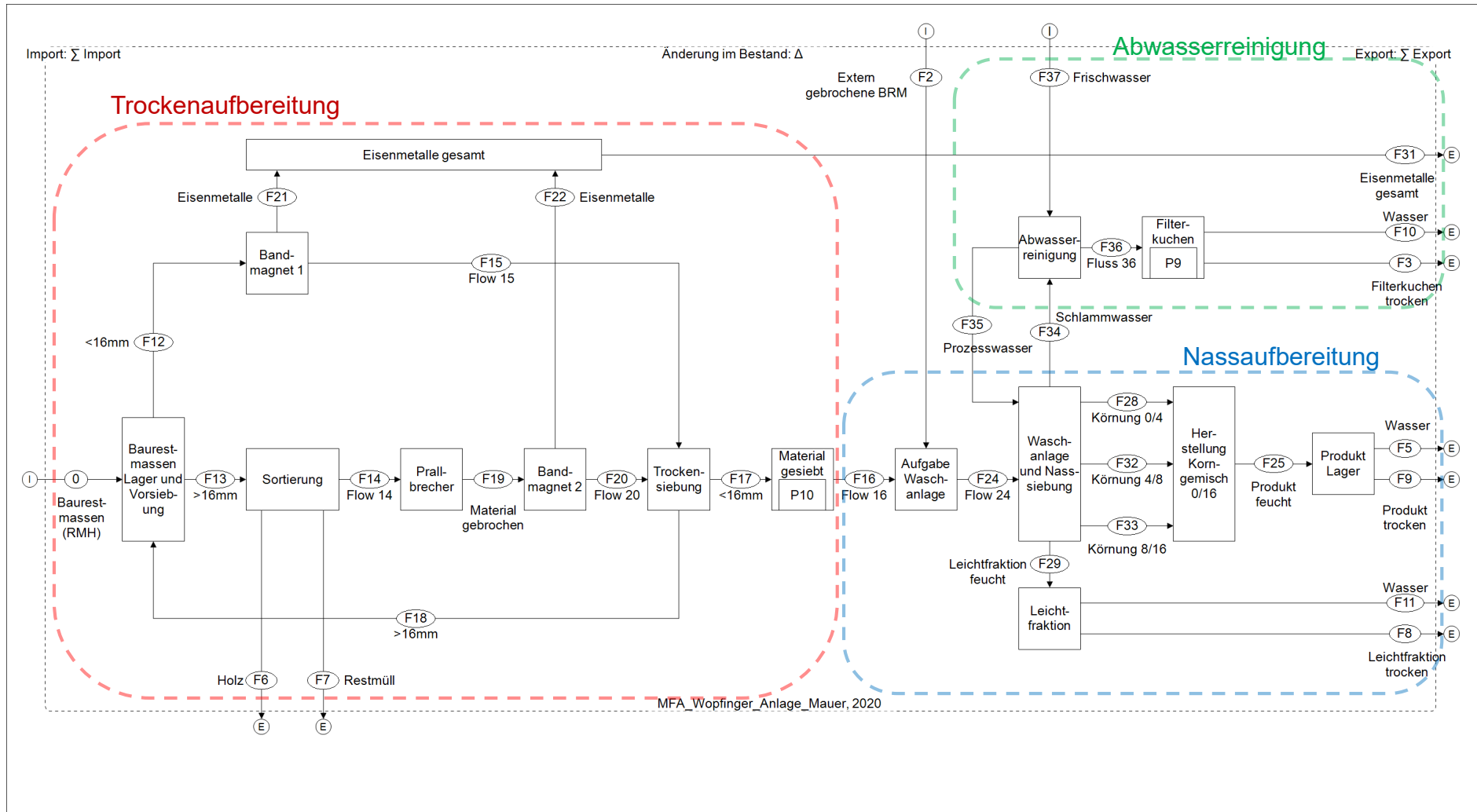
- Abfallvermeidung (weniger Abbrüche von Gebäuden)
- Recyclingbeton mit Recyclingbaustoff

Beprobung einer Aufbereitungsanlage für Baurestmassen

- Abscheidung von Störstoffen (Holz, Kunststoff, Gips – Sulfat, Chlorid) durch Schwimm-Sink-Verfahren und Schwerwäsche
- Beurteilung der hergestellten Fraktionen
 - Recyclingbaustoff als Gesteinskörnung
 - Feinanteil als Sekundärrohstoff in der Zementindustrie

Umsetzung in Wien

Beprobung Baurestmassenrecycling-Anlage



Recyclingbaustoff nach den jeweiligen Behandlungsschritten





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Beton aus industriell hergestellter Gesteinskörnung aus Bett- und Rostaschen

6 Aufbereitungsversuche mit 4-6 Bett- und Rostaschen

- Jeweils 150-500 Tonnen
- Probenahme und Analyse der mineralischen Fraktion 0-8 mm

Weitergehende Aufbereitung der mineralischen Fraktion 0-8 mm

- Ziel: Erreichung der strengen Grenzwerte laut Betonnorm (0,01% Chlorid) zur Herstellung einer industriell hergestellten Gesteinskörnung
- Maßnahmen: Nass- und Trockensiebung, Stabilisierung (Alterung)
- Ergebnisse: Normbeton möglich bei Bettaschen, schwierig bei Rostaschen

Betonuntersuchungen

- Frisch- und Festbetoneigenschaften

Aufbereitete Mineralik von Rost- und Bettaschen



Rostaschen



Bettaschen





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE

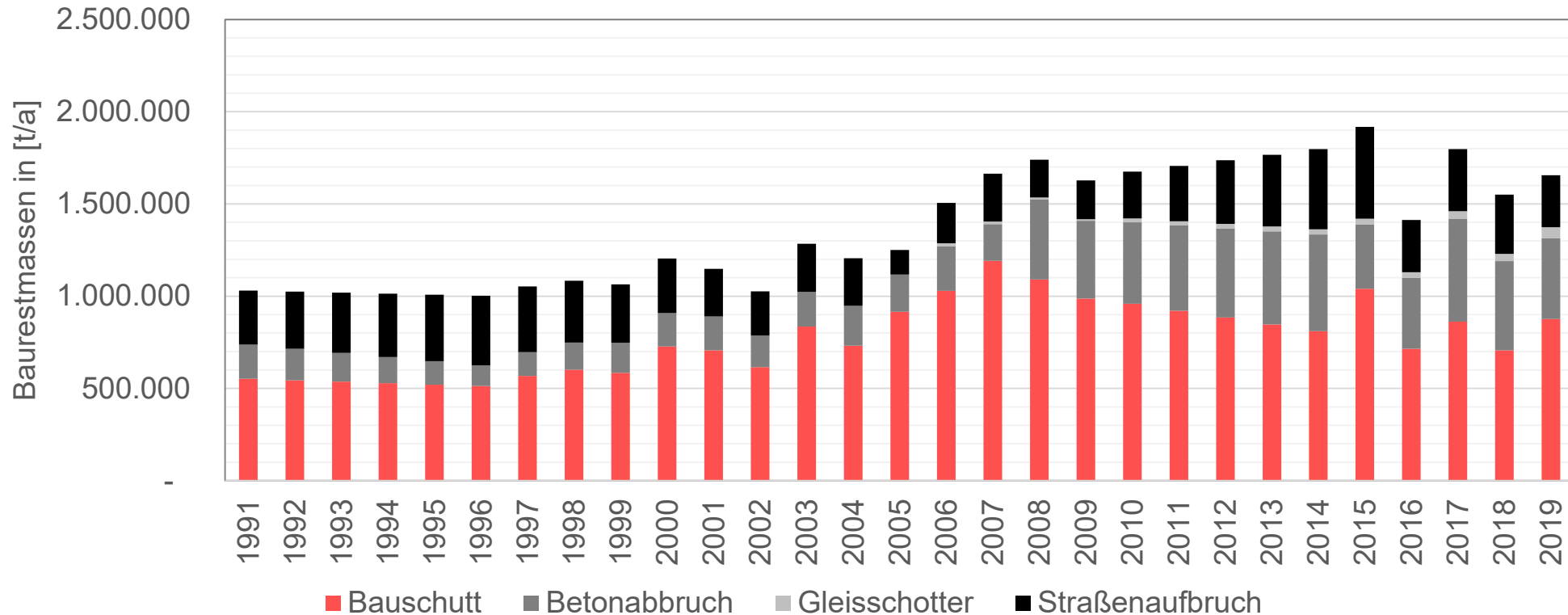


Wie hat sich den die Situation 2016-2020 entwickelt? Auf welchem Pfad sind wir?

Anfall mineralischer Baurestmassen in Wien



Mineralische Baurestmassen in Wien



QUELLE: MA22 (2021); LEDERER ET AL. (2021); GASSNER ET AL. (2021)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Und wie ist das mit dem Verkehr und der Infrastruktur?



Haben wir eh gemacht, aber irgendwann ist einmal auch Schluss! Vielen Dank für die Fragen!

