

RENOWAVE.AT Impact Days

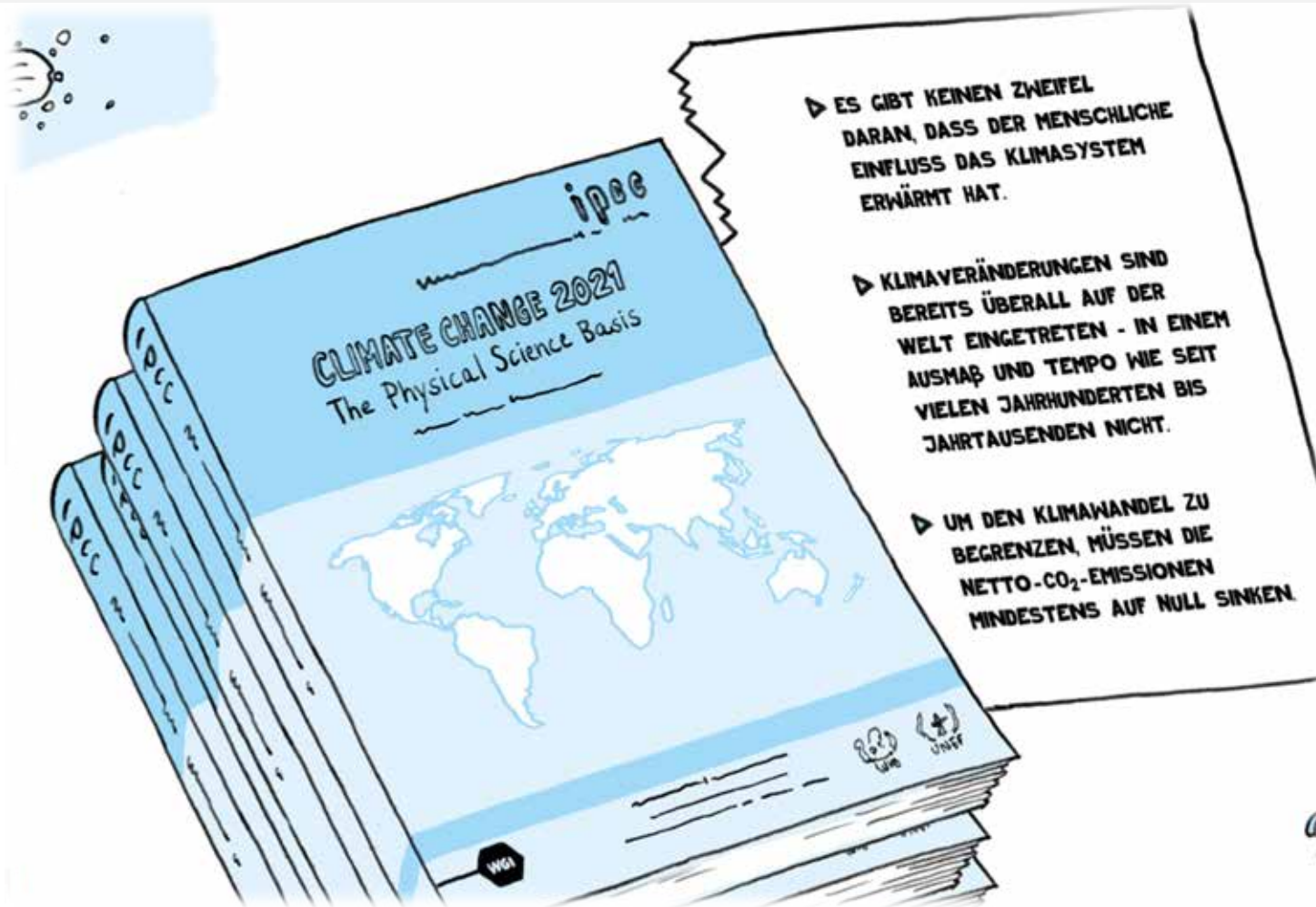
Gebäudebestand dekarbonisieren—Was ist zu tun?

Alexander Passer | Nicolas Alaux | Benedict Schwark

Technische Universität Graz

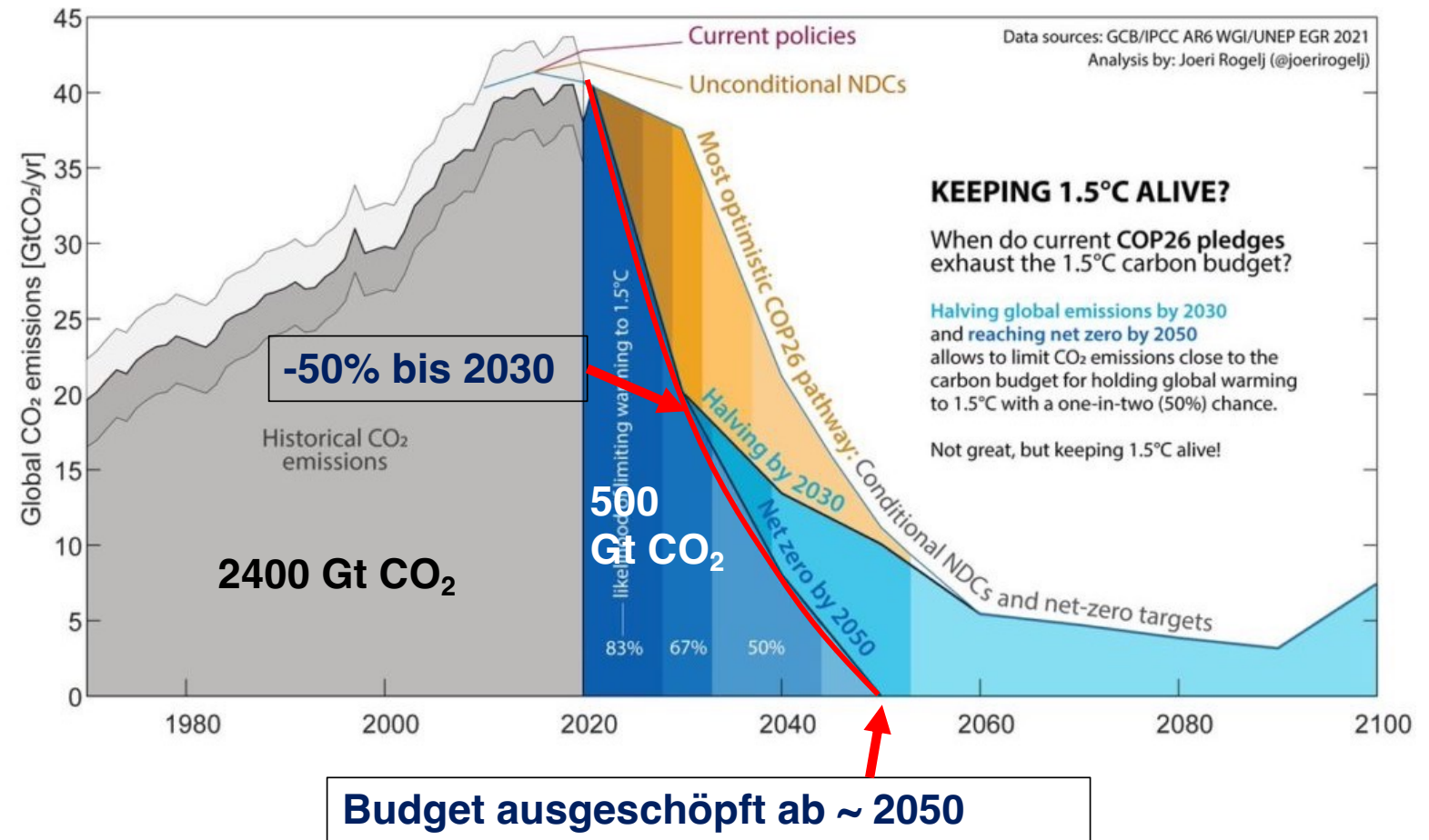


01	Globaler Kontext
02	Rolle der Gebäude
03	PULSE-AT: ein Gebäudebestandsmodell für Österreich
04	Die Ergebnisse
05	Zukunftsperspektiven



Stand 2020: Verfügbares CO₂-
Budget 500 Gt, um 1,5°C zu
erreichen

(50% Wahrscheinlichkeit) - IPCC
AR6 - Tabelle SPM.2



SECHSTER SACHSTANDSBERICHT Arbeitsgruppe I – Naturwissenschaftliche Grundlagen

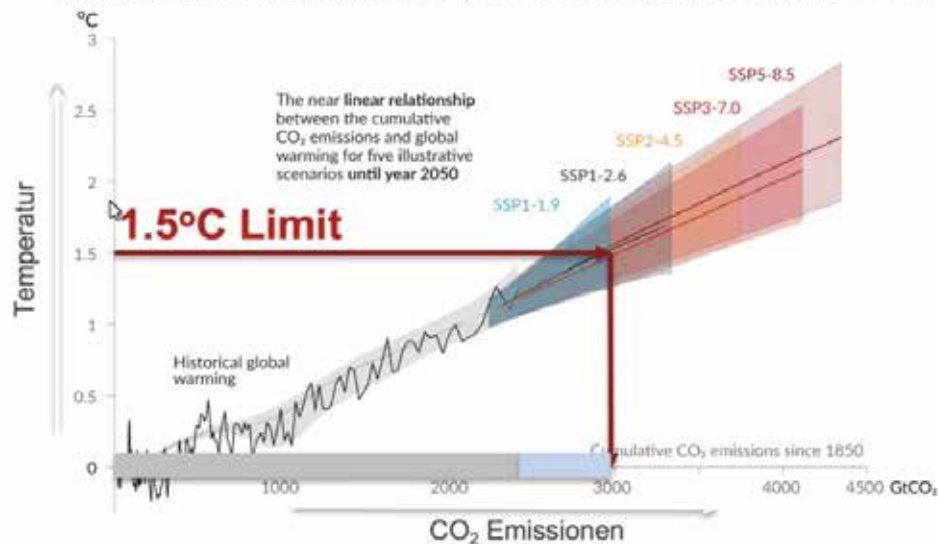
ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



ar6

Jede Tonne CO₂-Emissionen trägt zur Erwärmung bei

Global surface temperature increase since 1850-1900 (°C) as a function of cumulative CO₂ emissions (GtCO₂)



- Pro 1000 GtCO₂ erwärmt sich die Erde um **0.45°C** (0.27°C -0.63°C)
- Für jedes **Temperaturlimit** kann das zugehörige **CO₂-Budget** bestimmt werden
- **Netto-null CO₂ Emissionen** sind **Bedingung für die Stabilisierung** der globalen Klimaerwärmung

Emissionen heute:

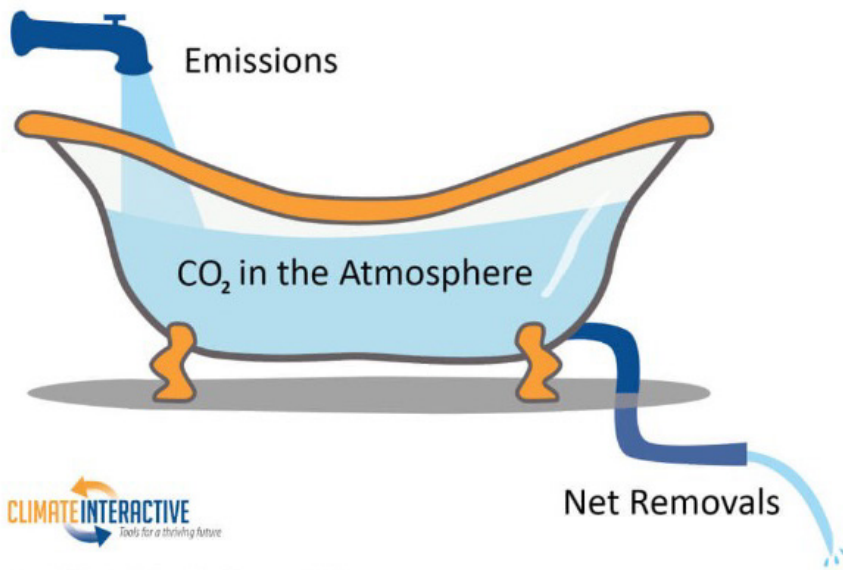
Kumuliert: 2390 GtCO₂
Aktuell: ~40
GtCO₂/Jahr

Verbleibendes Budget*:

1.5°C: 300-500 GtCO₂
= 7-12 Jahre bei jetzigem
Emissionsniveau *50-83% Chance

(Figure SPM.10; IPCC, 2021)

Warum steigt der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre?

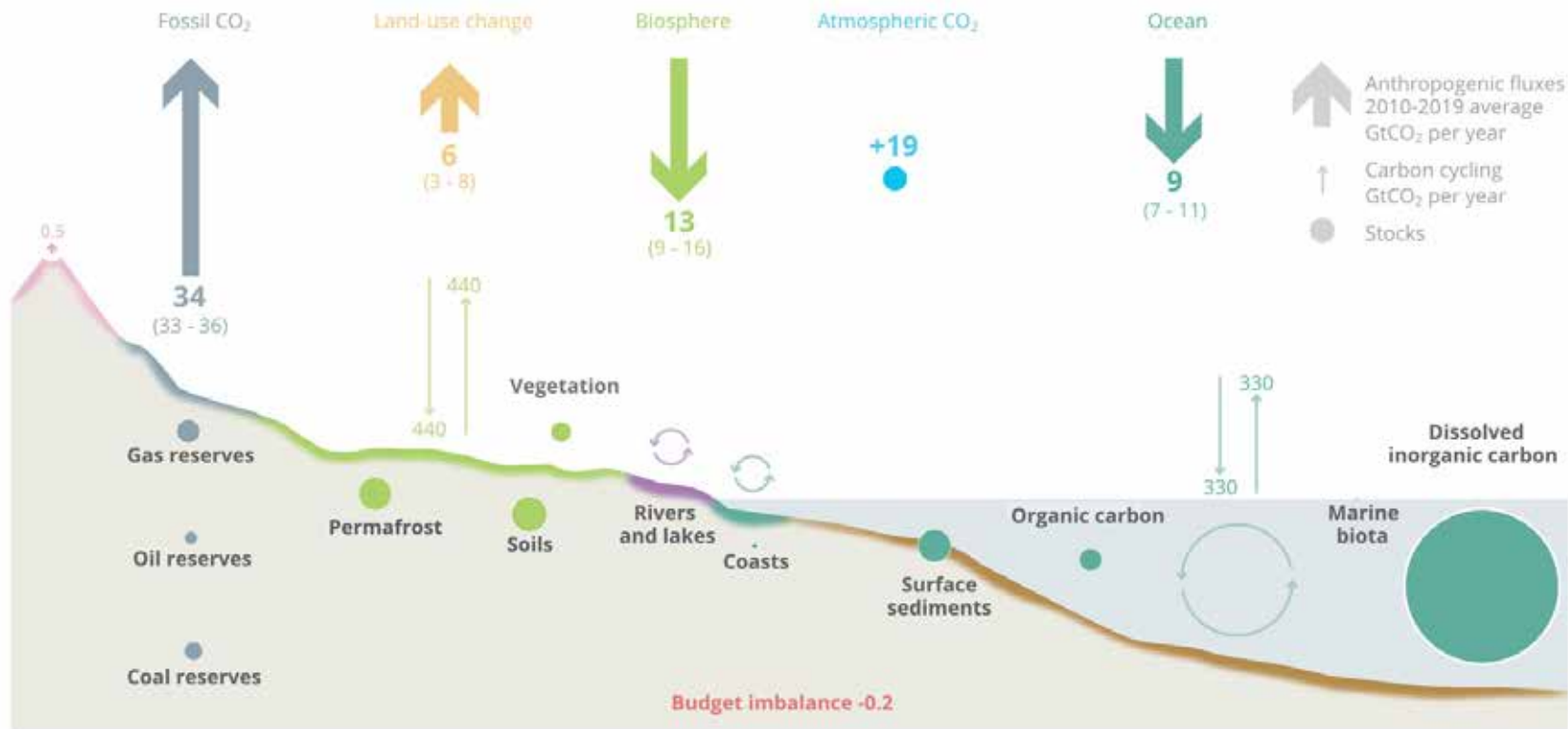


Overall framing by Dr. John Sterman, MIT Sloan

Die Atmosphäre als Badewanne:

- Natürliche und menschliche CO₂-Emissionen gelangen in die Atmosphäre (Zufluss)
- Biomasse und Ozeane nehmen CO₂ auf (Abfluss)
- Ist der Zufluss größer als der Abfluss, steigt der Wasserspiegel an (CO₂-Konzentration)

Derzeit ist der Zufluss etwa doppelt so hoch wie der Abfluss



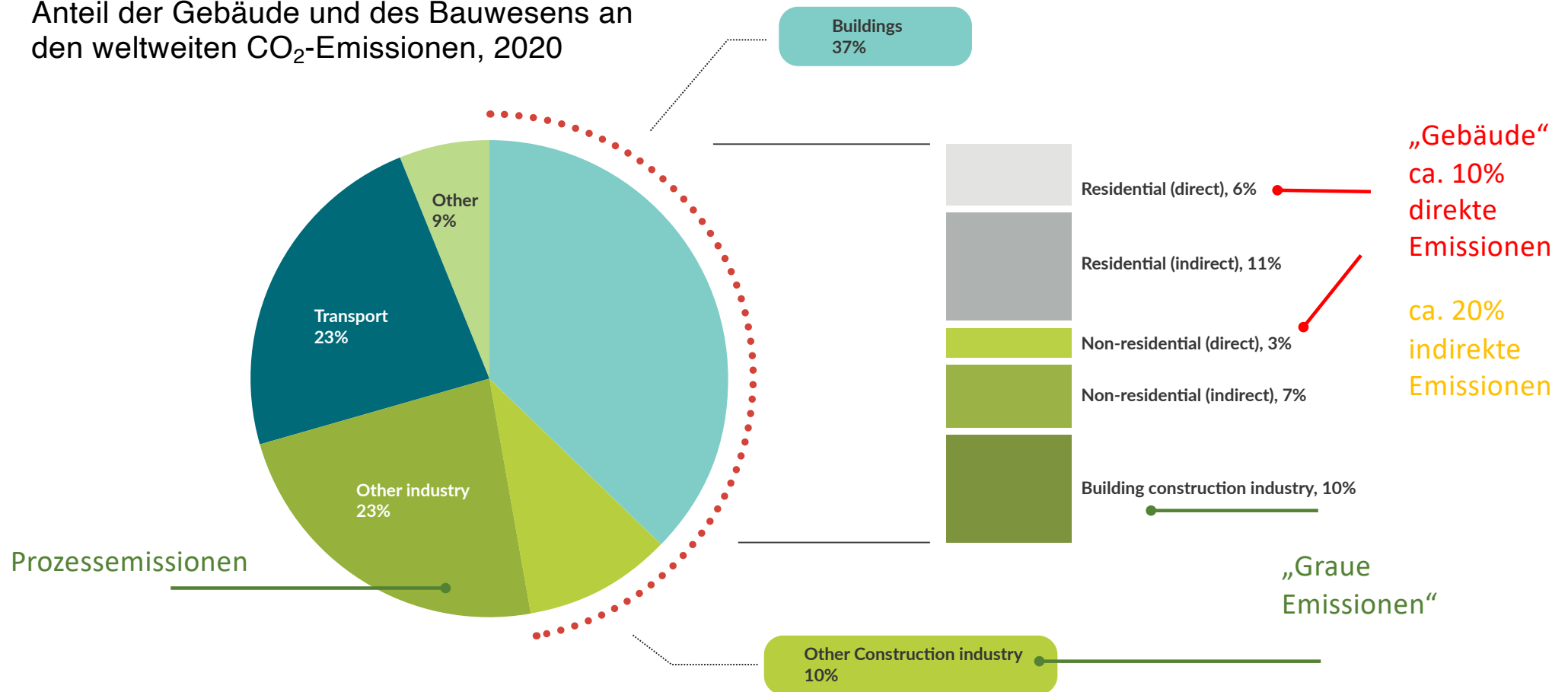
Störung des globalen Kohlenstoffkreislaufs durch anthropogene Aktivitäten, global gemittelt für das Jahrzehnt 2010-2019 (GtCO₂/Jahr)

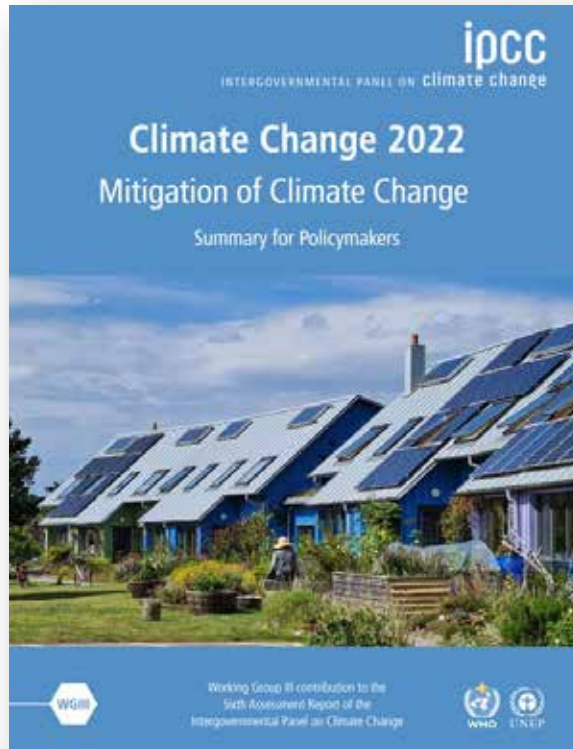


Das Budget-Ungleichgewicht ist die Differenz zwischen den geschätzten Emissionen und Senken.

01	Globaler Kontext
02	Rolle der Gebäude
03	PULSE-AT: ein Gebäudebestandsmodell für Österreich
04	Die Ergebnisse
05	Zukunftsperspektiven

Anteil der Gebäude und des Bauwesens an den weltweiten CO₂-Emissionen, 2020





IPCC - Climate Change 2022 –
Mitigation of Climate Change (AR6 WG3)
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

Final Government Distribution

Chapter 9

IPCC AR6 WGI

1 9.4.2.2 Embodied emissions

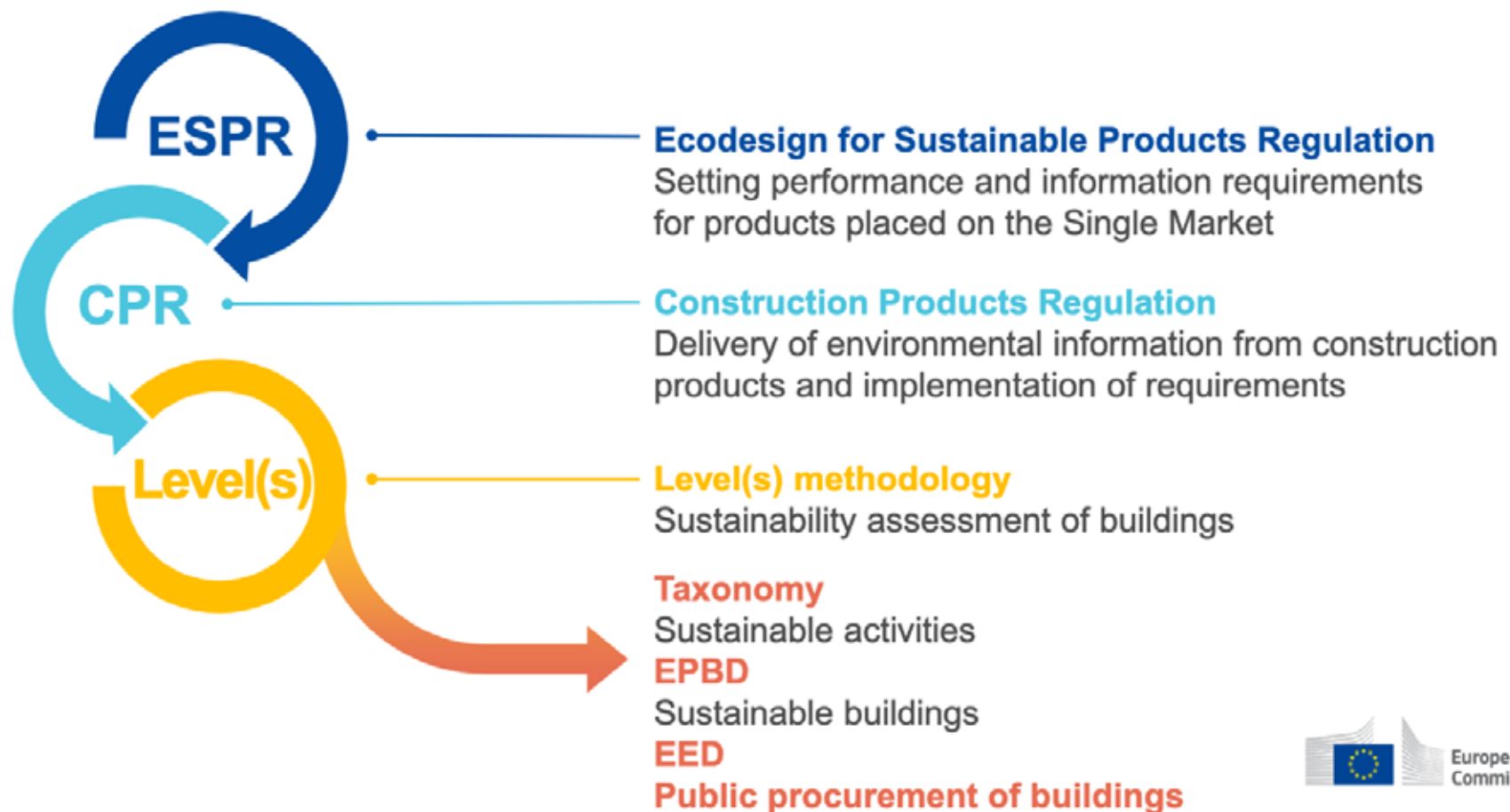
2 Embodied emissions from production of materials are an important component of building sector
 3 emissions, and their share is likely to increase as emissions from building energy demand decrease
 4 (Röck et al. 2020). Embodied emissions trajectories can be lowered by limiting the amount of new floor
 5 area required (Berrill and Hertwich 2021; Fishman et al. 2021), and reducing the quantity and GHG
 6 intensity of materials through material efficiency measures such as lightweighting and improved
 7 building design, material substitution to lower-carbon alternatives, higher fabrication yields and scrap
 8 recovery during material production, and re-use or lifetime extension of building components (Allwood
 9 et al. 2011; Pamenter and Myers 2021; Churkina et al. 2020; Heeren et al. 2015b; Pauliuk et al. 2021;
 10 Hertwich et al. 2019). Reducing the GHG intensity of energy supply to material production activities
 11 also has a large influence on reducing overall embodied emissions. Figure 9.10 shows projections of
 12 embodied emissions to 2050 from residential buildings in a baseline scenario (SSP2 Baseline) and a
 13 scenario incorporating multiple material efficiency measures and a much faster decarbonization of
 14 energy supply (LED and 2°C policy) (Pauliuk et al. 2021). Embodied emissions are projected to be 32%
 15 lower in 2050 than 2020 in a baseline scenario, primarily due to a lower growth rate of building floor
 16 area per population. This is because the global population growth rate slows over the coming decades,
 17 leading to less demand for new floor area relative to total population. Further baseline reductions in
 18 embodied emissions between 2020 and 2050 derive from improvements in material production and a
 19 gradual decline in GHG intensity of energy supply. In a LED + 2°C policy scenario, 2050 embodied
 20 emissions are 86% lower than the Baseline. This reduction of 2050 emissions comes from contributions
 21 of comparable magnitude from three sources; slower floor area growth leading to less floor area of new
 22 construction per capita (sufficiency), reductions in the mass of materials required for each unit of newly
 23 built floor area (material efficiency), and reduction in the GHG intensity of material production, from
 24 material substitution to lower carbon materials, and faster transition of energy supply.



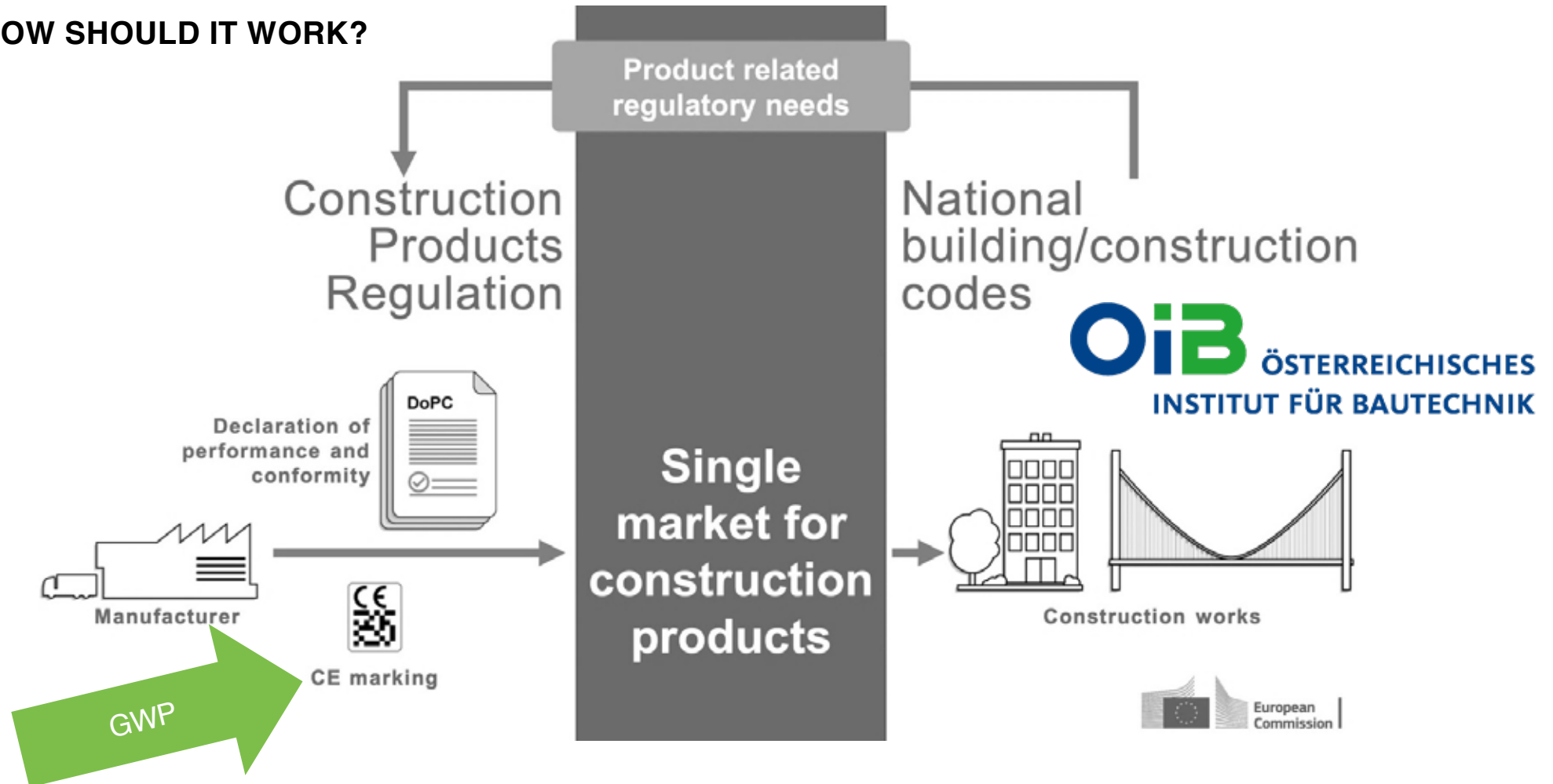
EU policies addressing whole life carbon in construction



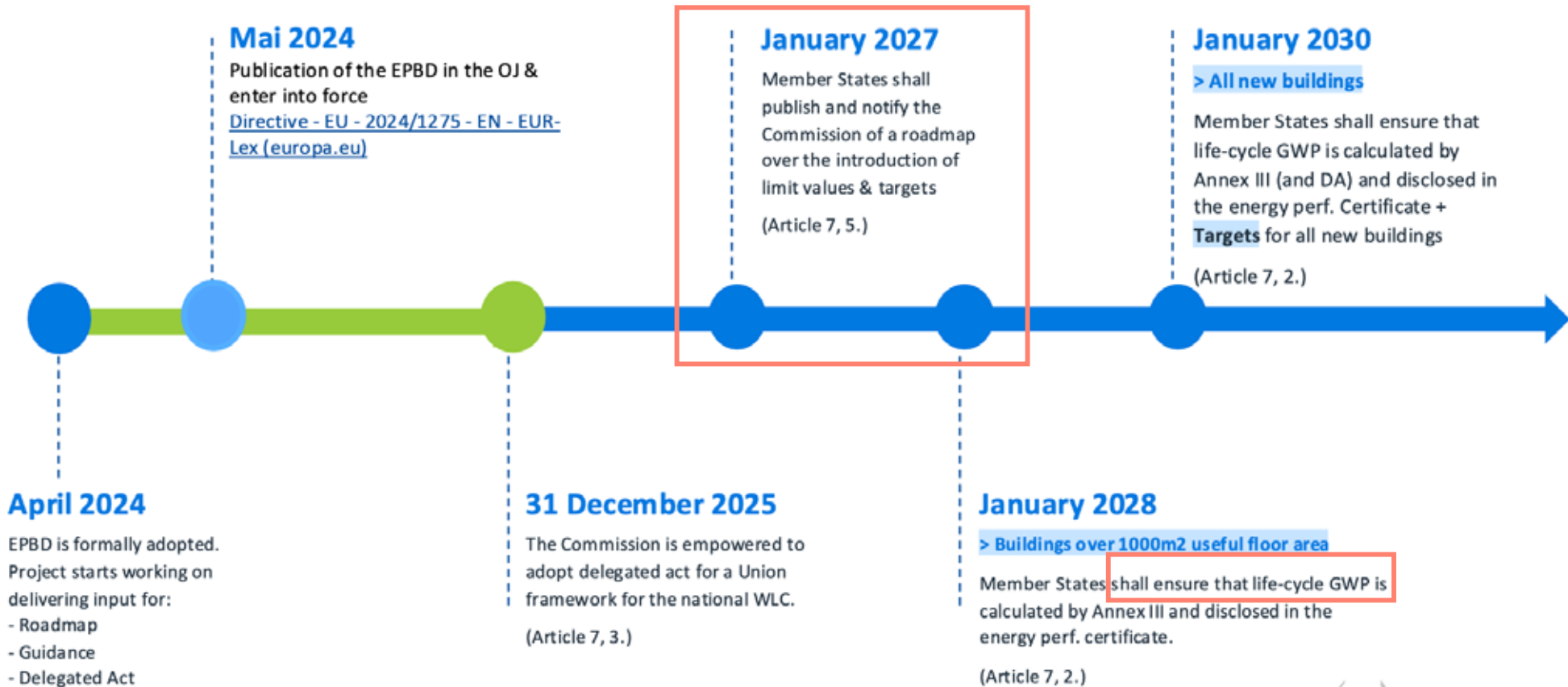
The stages in a building life cycle, based on EN 15978.



HOW SHOULD IT WORK?



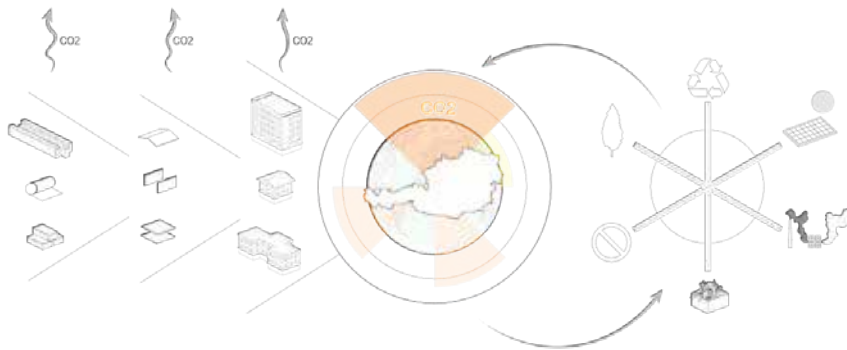
Development of European legislation and standardization Energy performance of buildings directive (EPBD)



01	Globaler Kontext
02	Rolle der Gebäude
03	PULSE-AT: ein Gebäudebestandsmodell für Österreich
04	Die Ergebnisse
05	Zukunftsperspektiven

Was ist ein Gebäudebestandsmodell?

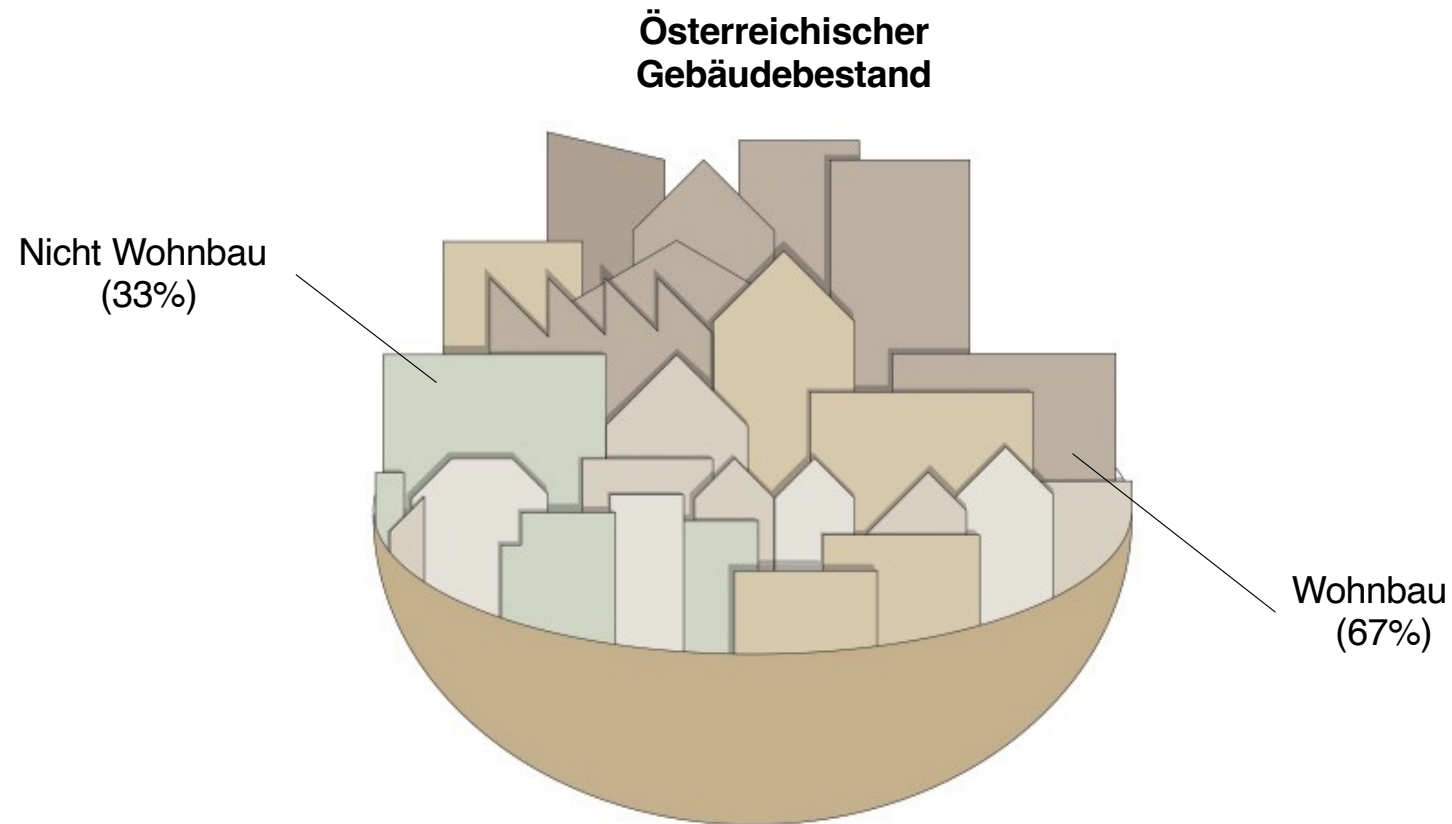
Gebäudebestandsmodelle versuchen, alle Gebäude in einem bestimmten Gebiet systematisch zu erfassen. Mit diesen Modellen werden verschiedene Szenarien analysiert und projiziert, z. B. Energiebedarf und -verbrauch, Umweltauswirkungen, Städtebau...

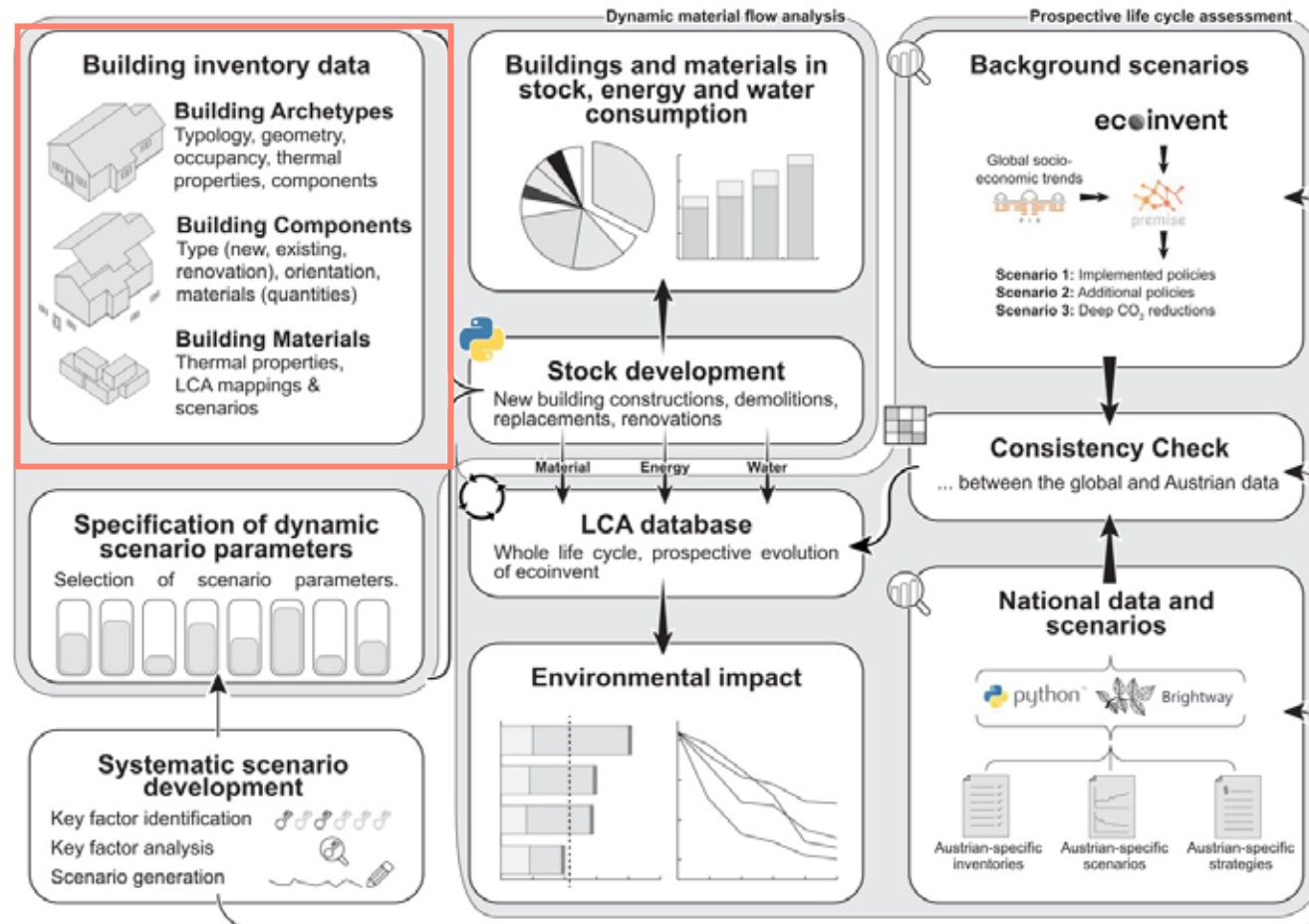


In Österreich:

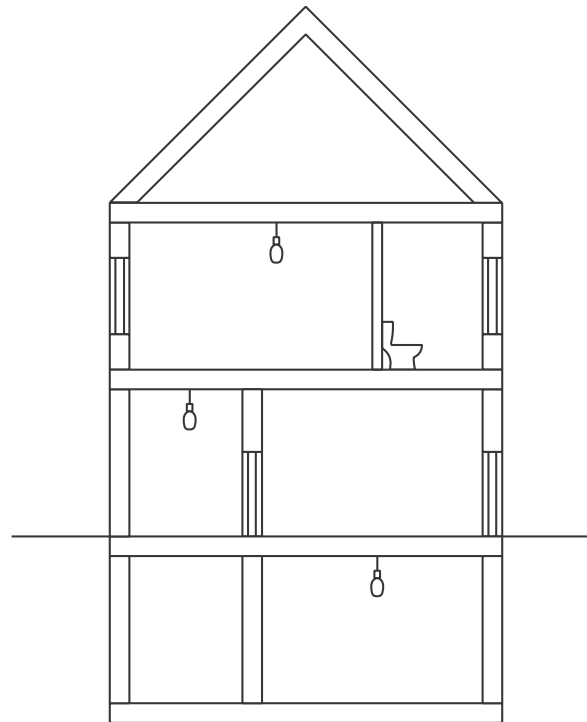
- ~ 2.5 Millionen Gebäude
- ~ 900 Millionen m² Nettogeschossfläche

STATISTIK AUSTRIA:
Abgestimmte Erwerbsstatistik 2022, Gebäude und Wohnungen.

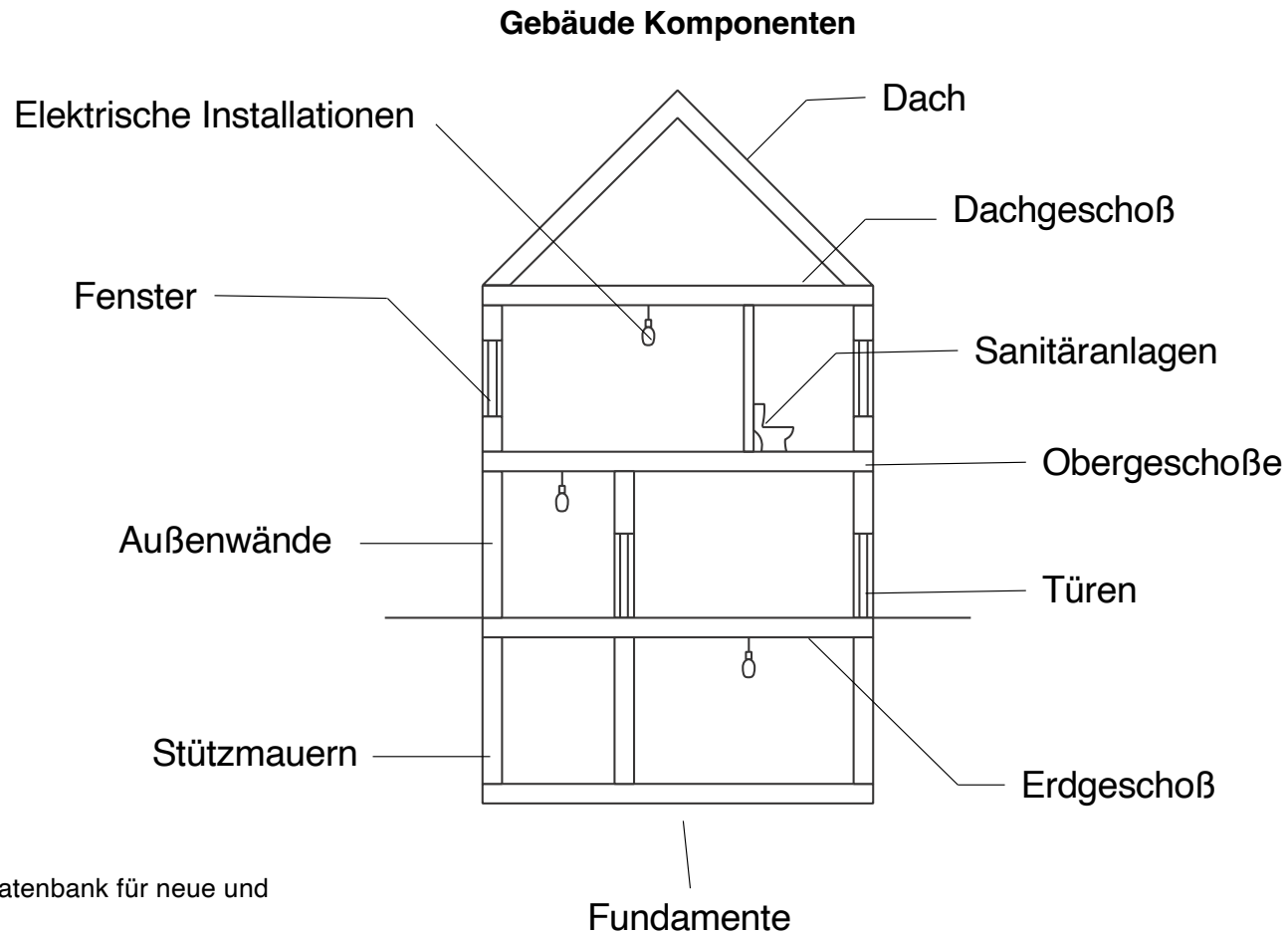




Gebäude Archetypen

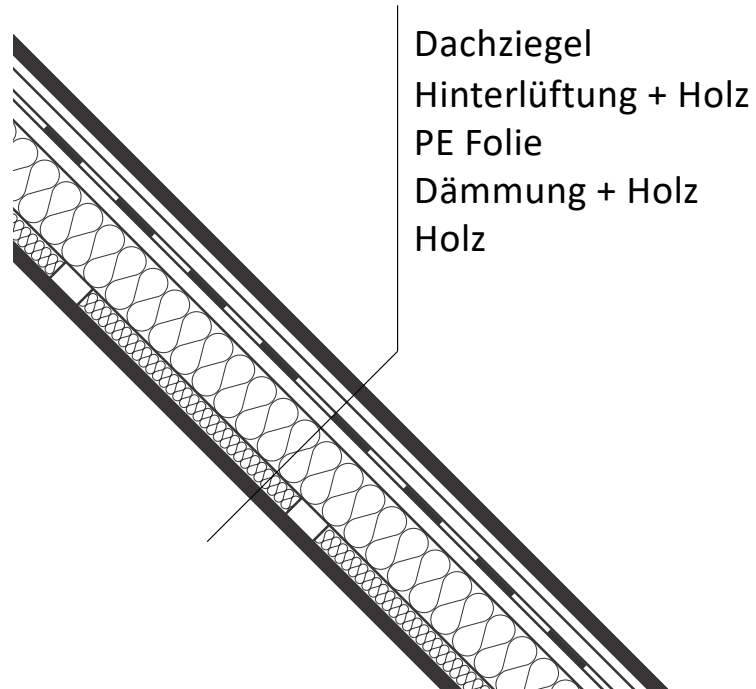


Das Modell basiert auf 154 Gebäudearchetypen, d. h. Gebäuden mit geometrischen und bauphysikalischen Merkmalen, die dem Durchschnitt der Untergruppe des Gebäudebestands entsprechen, die sie repräsentieren (Loga et al., 2016).

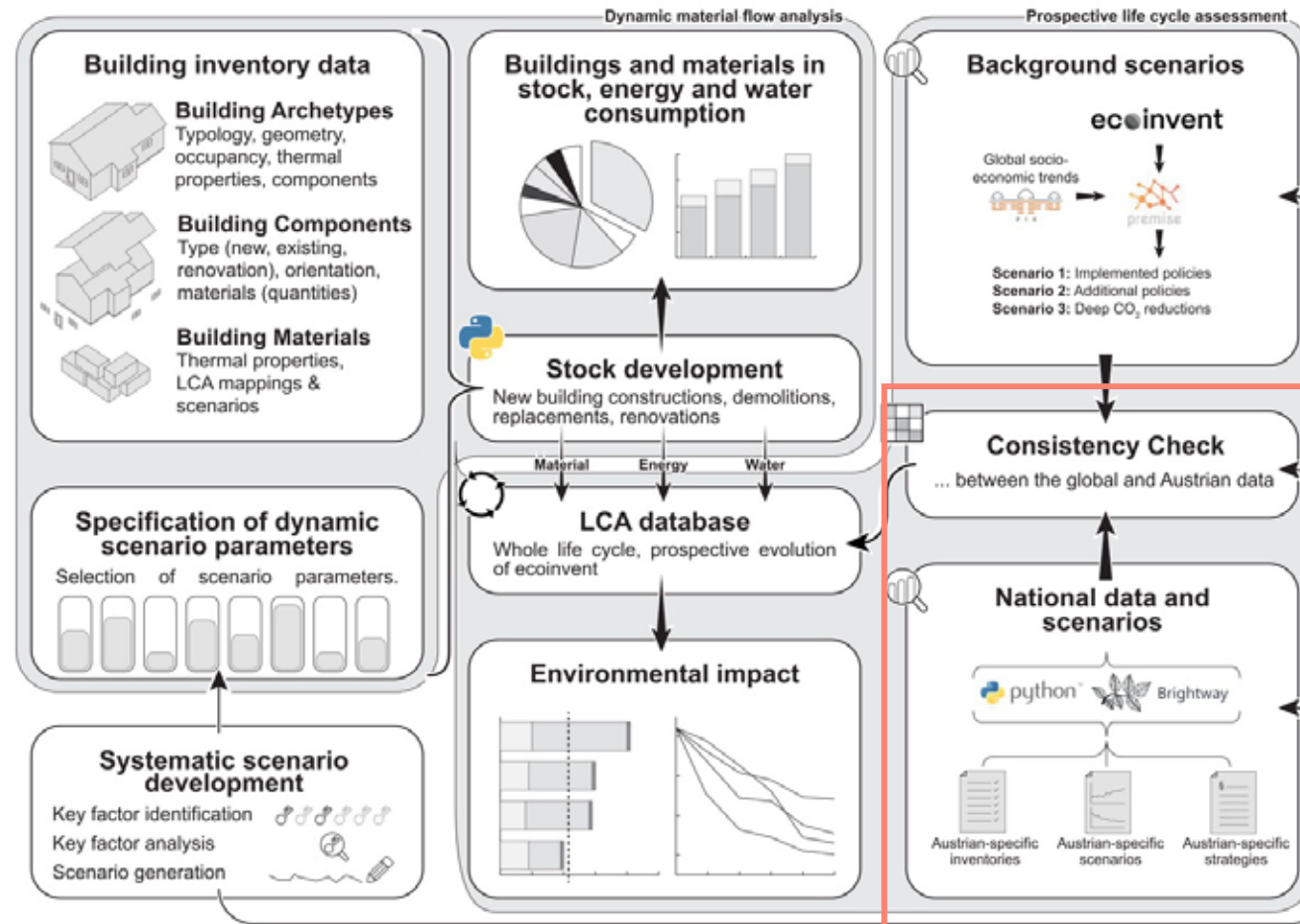


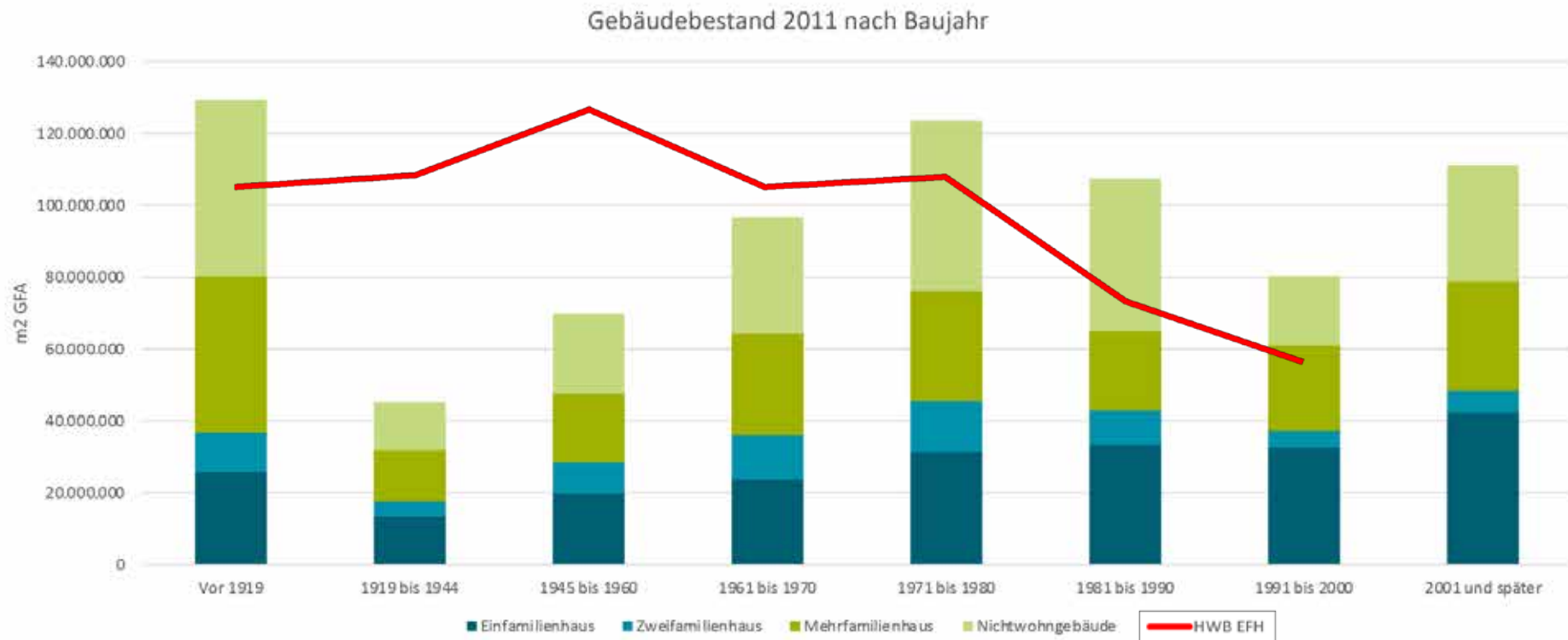
367 Bauelemente in unserer Datenbank für neue und bestehende Gebäude

Baumaterialien

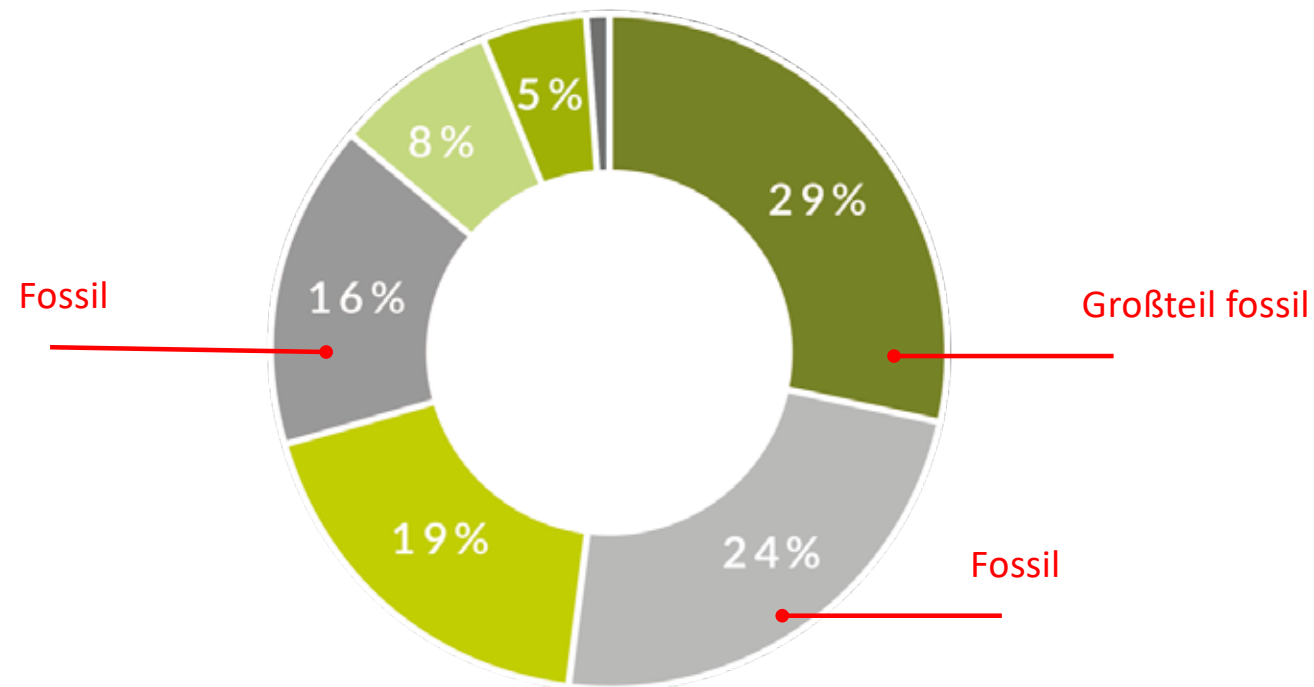


350 Baumaterialien in unserer Datenbank

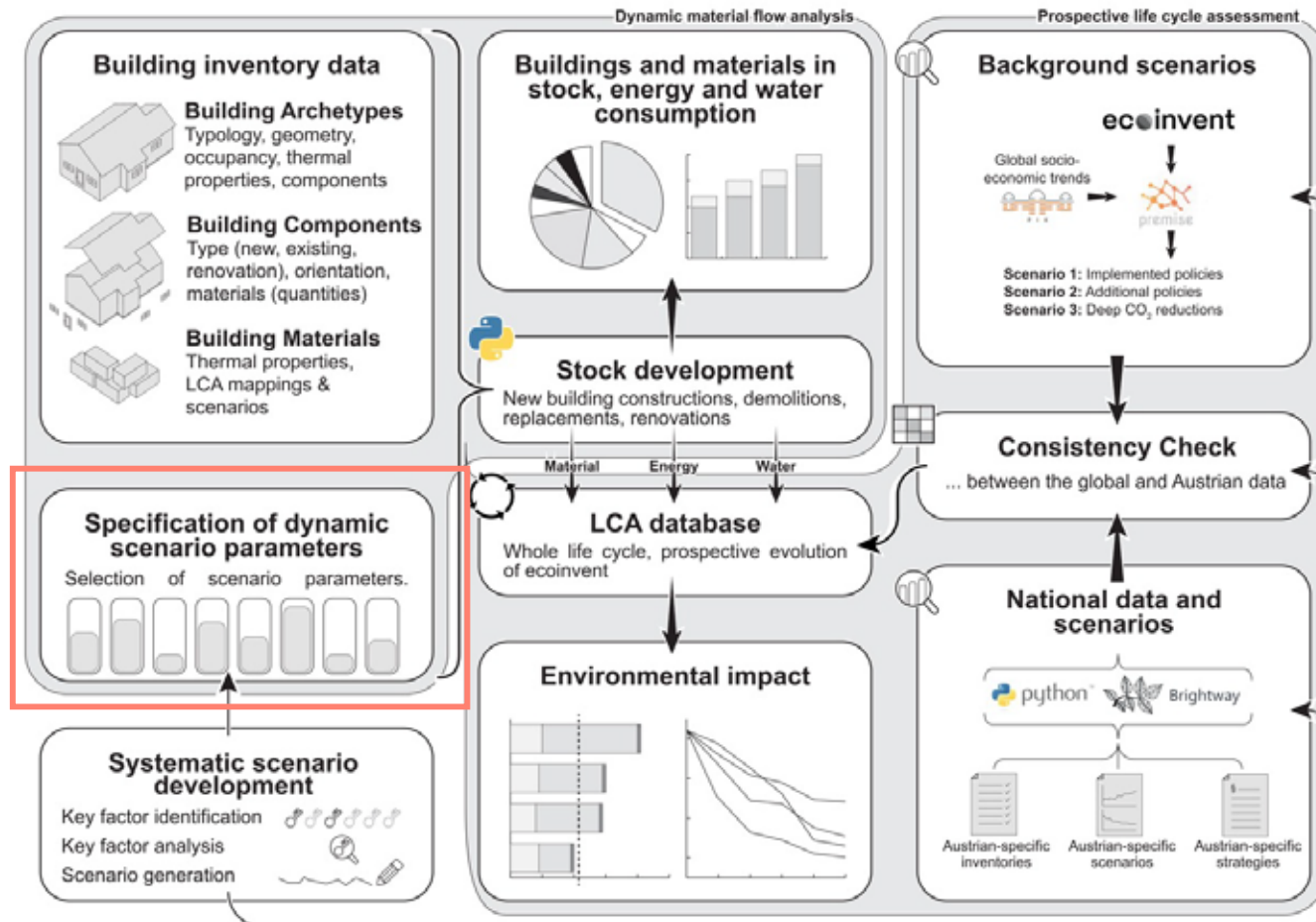


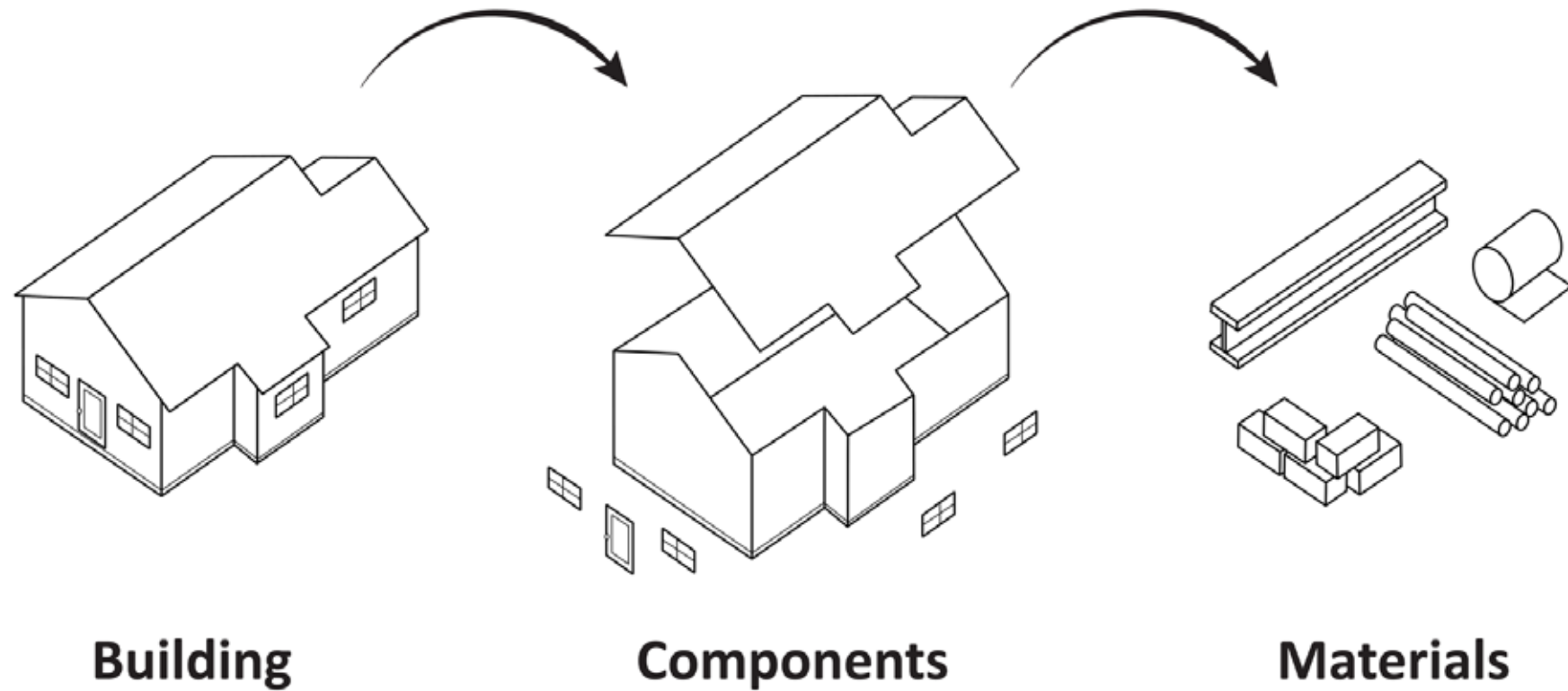


SO HEIZEN DIE HAUSHALTE IN ÖSTERREICH



Fernwärme Erdgas Holz, Pellets Heizöl Solar, Wärmepumpe Strom Kohle



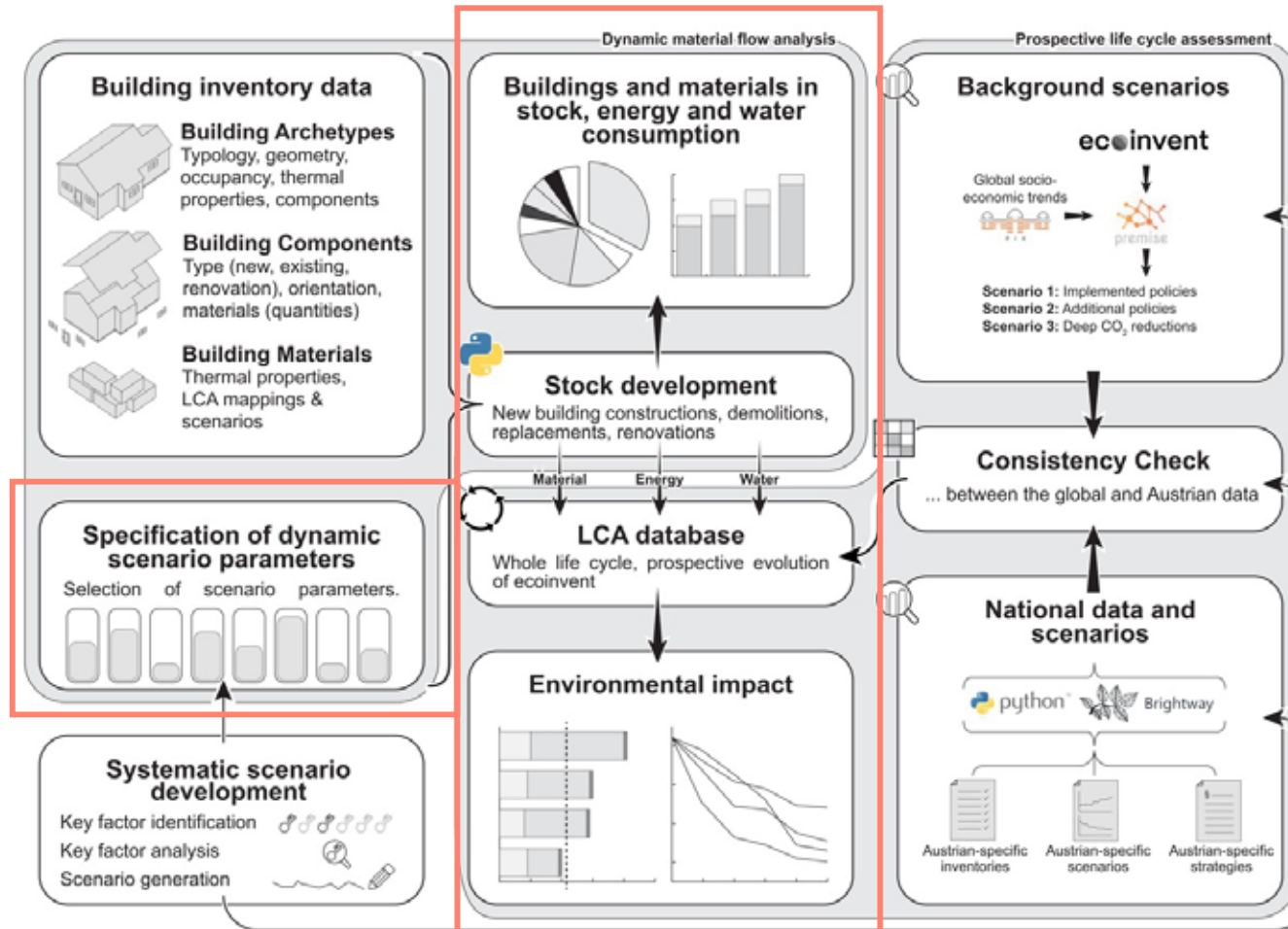




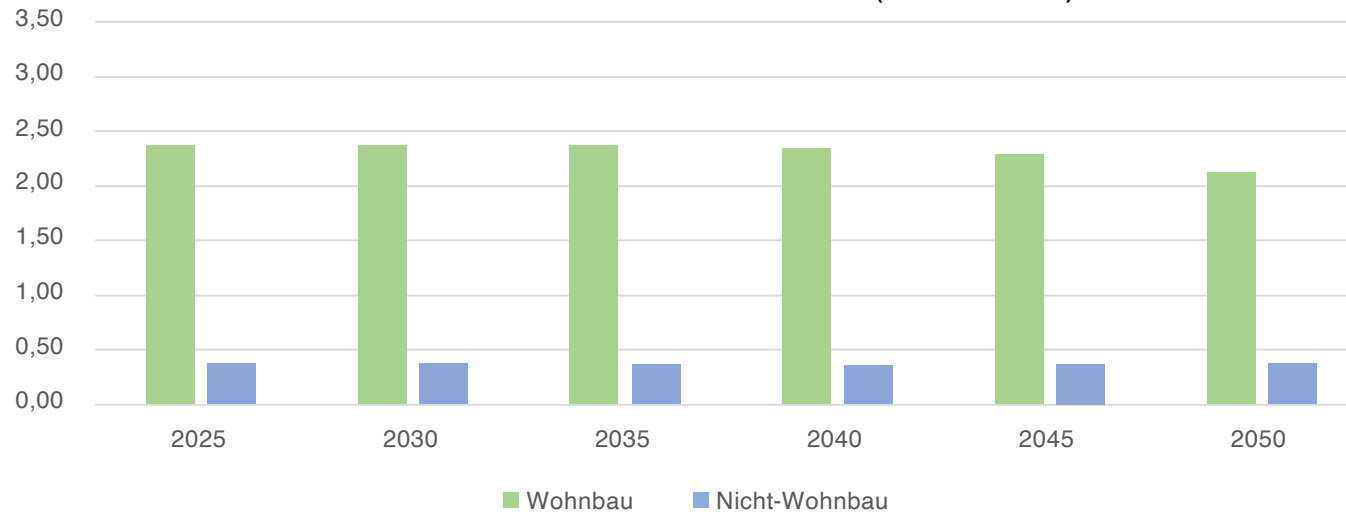
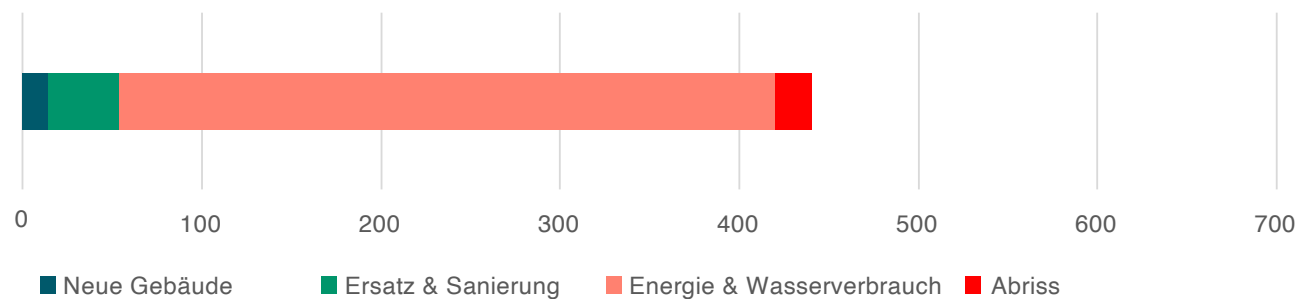
Light refurbishment

Medium refurbishment

Deep refurbishment



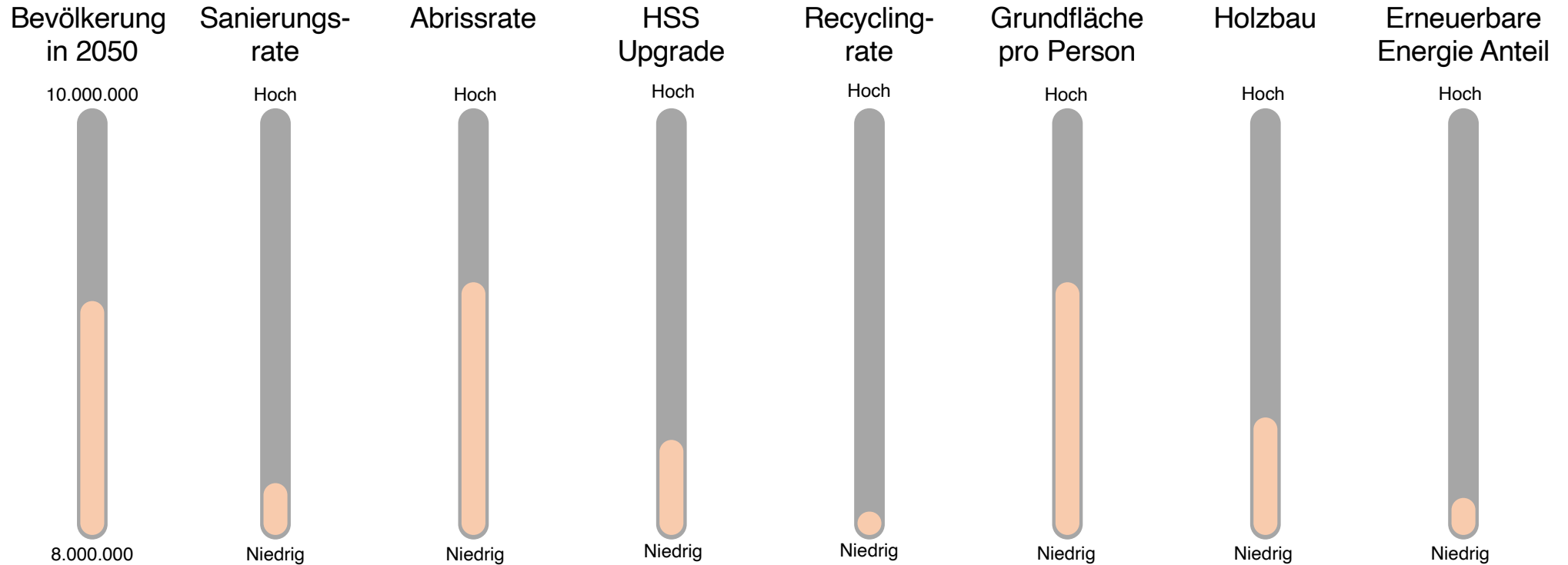
Anzahl der Gebäude in Österreich (in Millionen)

Kumulative Treibhausgasemissionen (in Mio. t CO₂e) - qualitativBevölkerung
in 2050

10.000.000



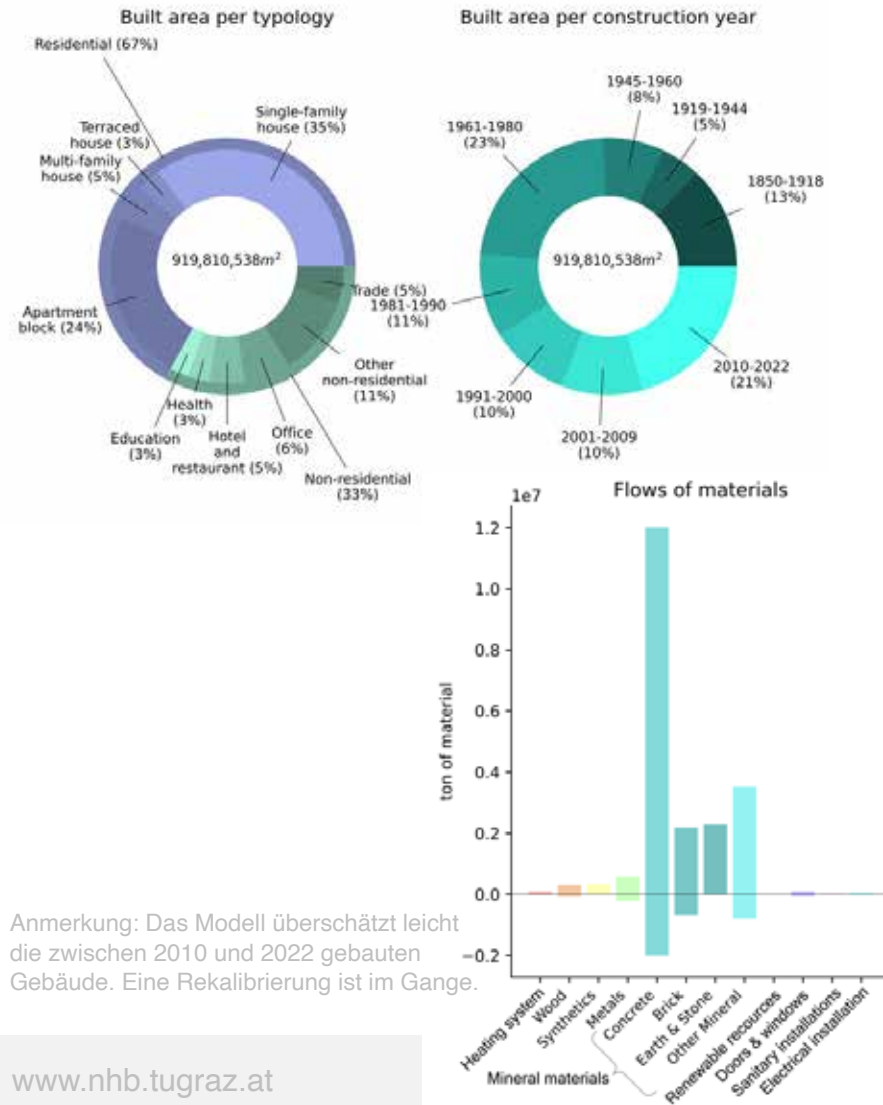
8.000.000



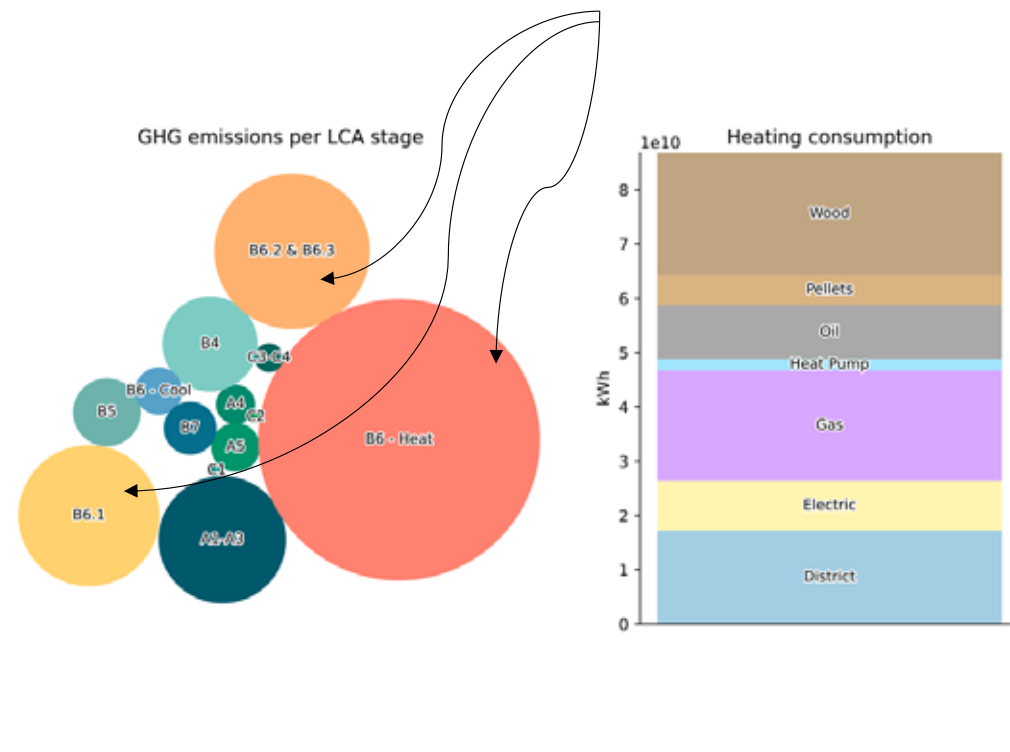
Kumulative Treibhausgasemissionen (in Mio. t CO₂e) - qualitativ



01	Globaler Kontext
02	Rolle der Gebäude
03	PULSE-AT: ein Gebäudebestandsmodell für Österreich
04	Die Ergebnisse
05	Zukunftsperspektiven



Die Verringerung der betrieblichen Emissionen von Gebäuden ist nach wie vor eine Priorität!

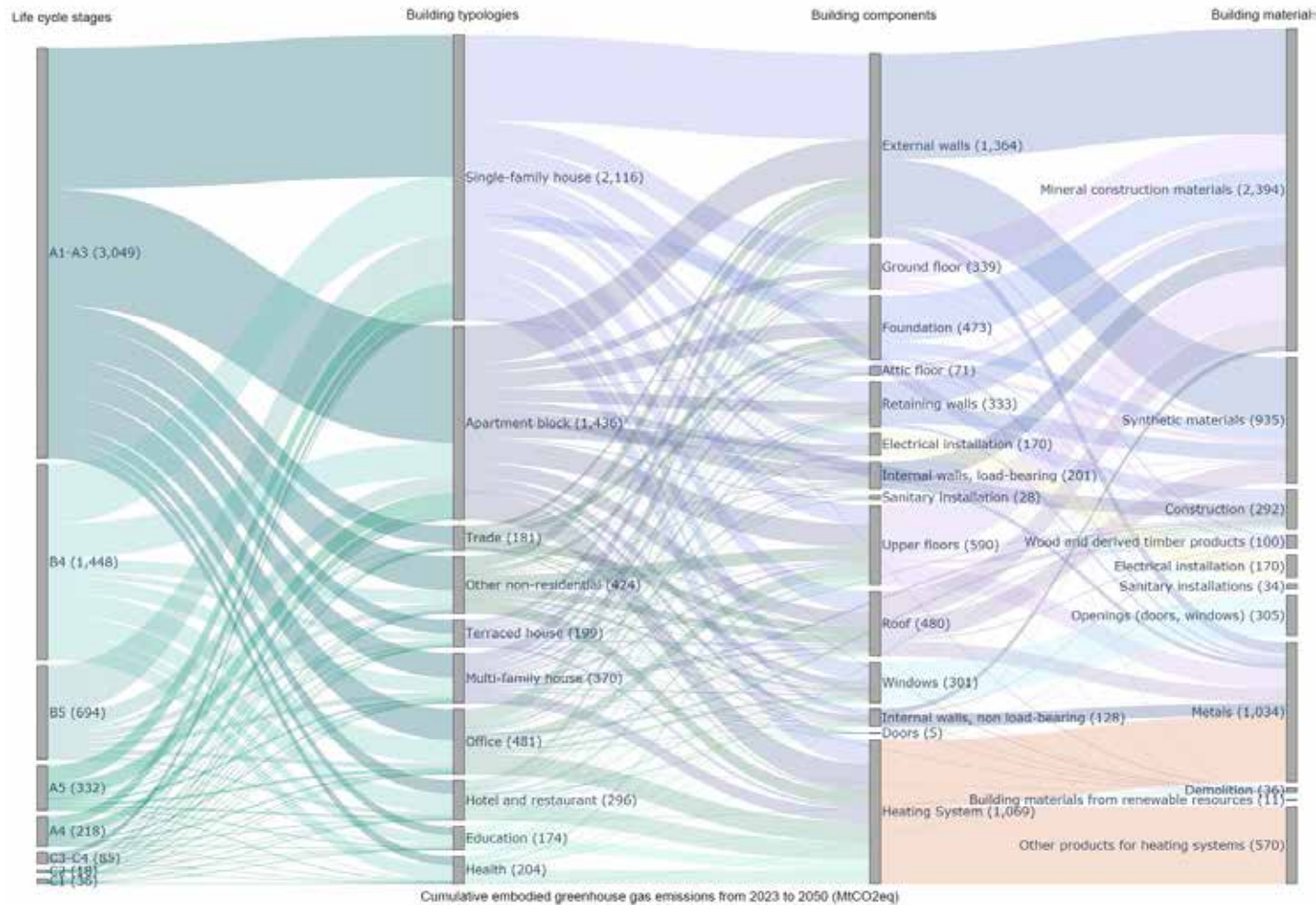


A1-A3 Neue Gebäude

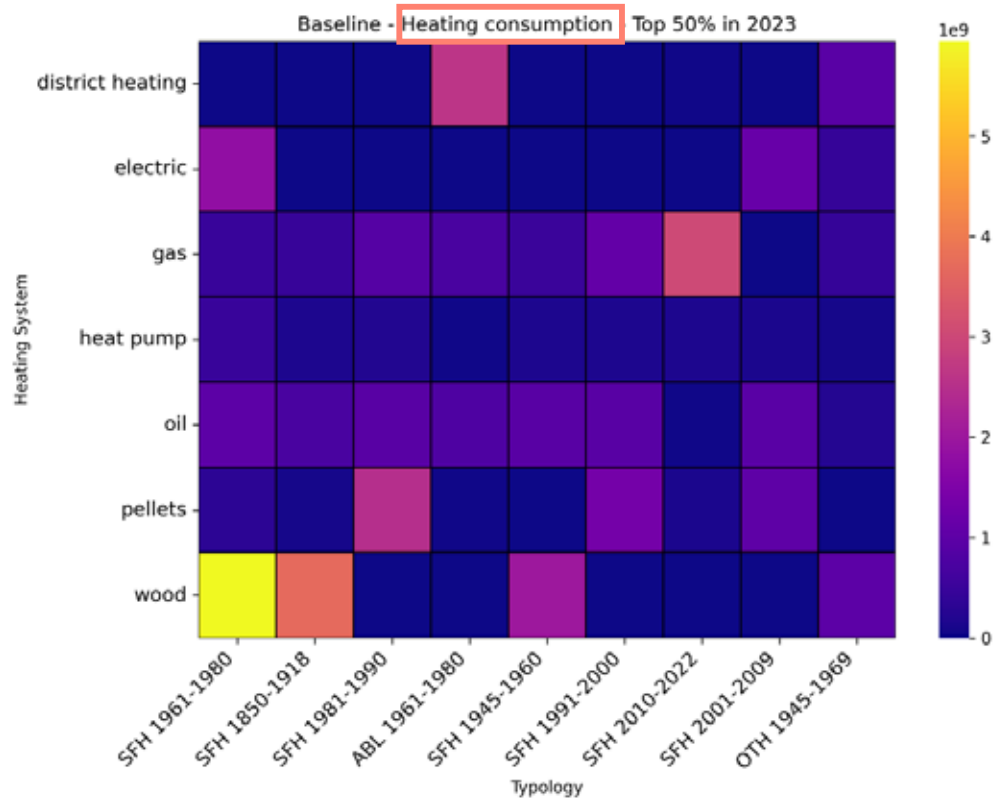
B4 Austausch

B5 Sanierung

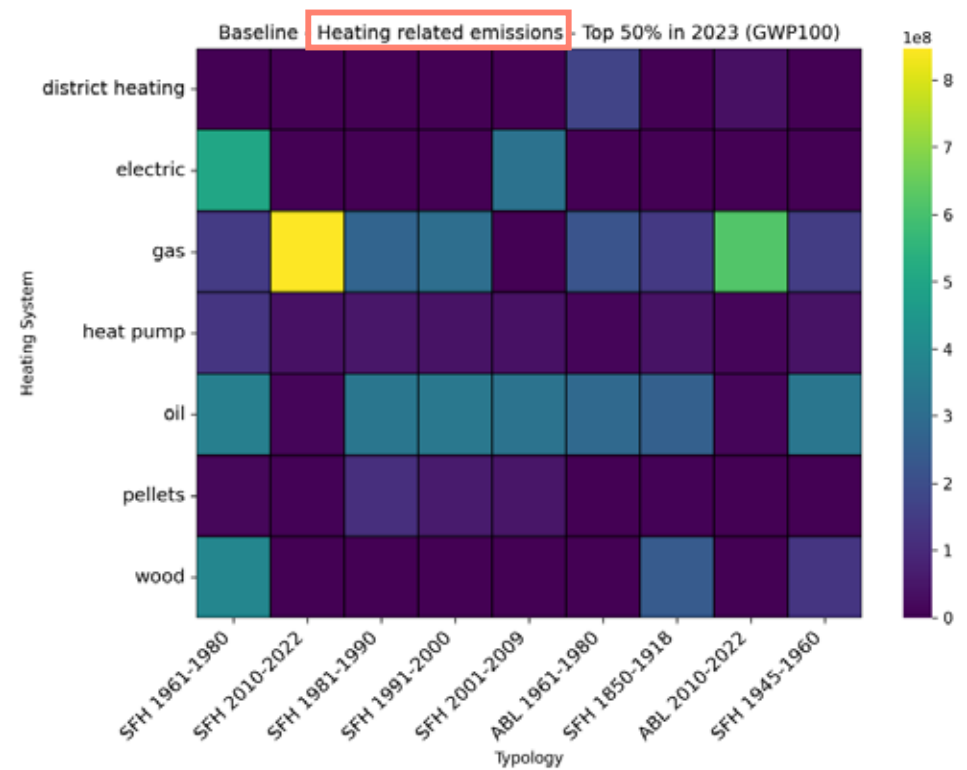
Graue Emissionen



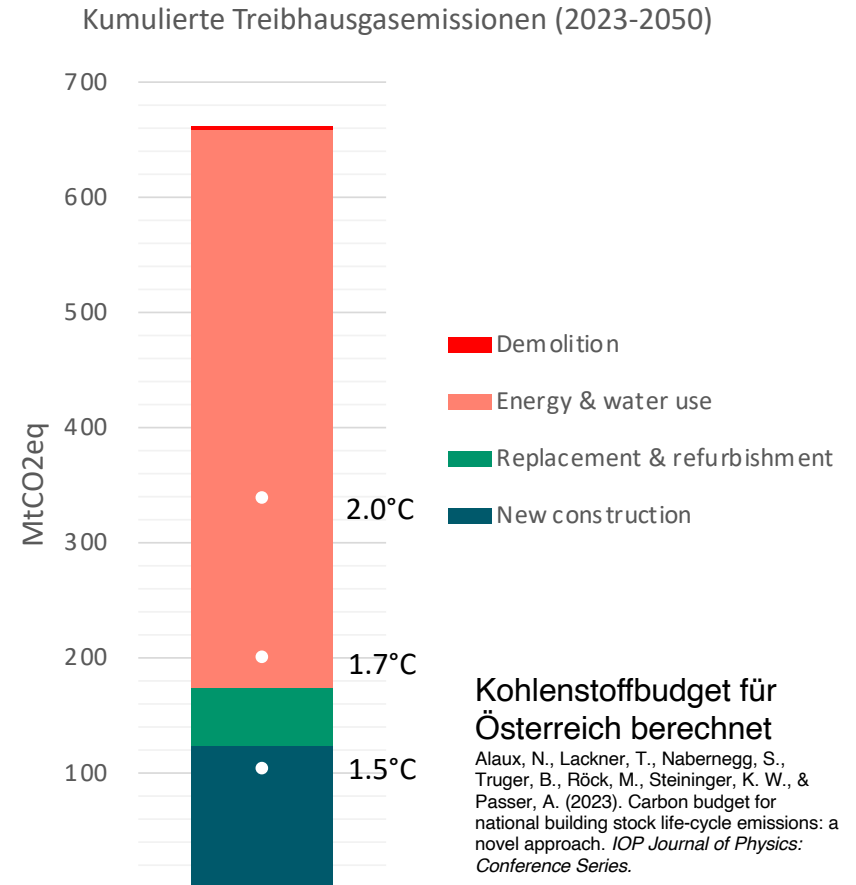
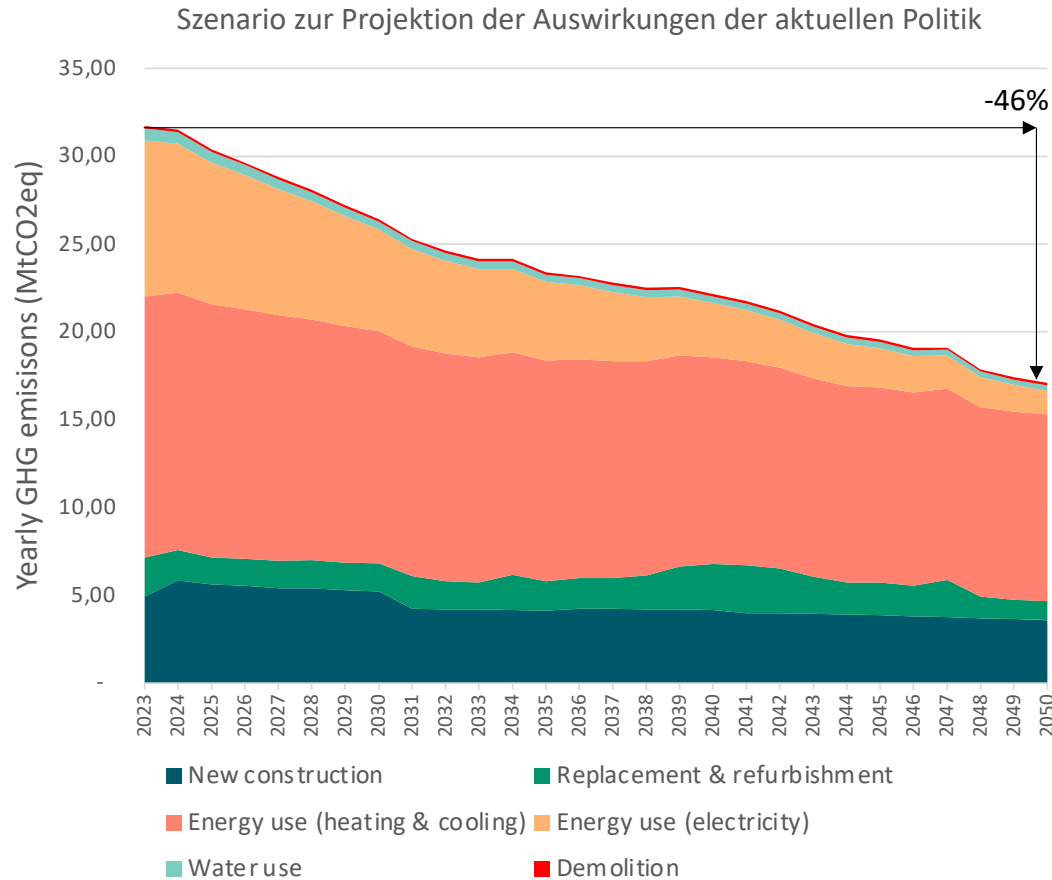
Nur betriebliche Energie und Emissionen



Die Renovierung zur Senkung des Energieverbrauchs sollte sich auf Einfamilienhäuser konzentrieren, insbesondere auf solche, die zwischen 1961 und 1980 gebaut wurden.



Ähnlicher Schwerpunkt beim Austausch von Heizungsanlagen. Lock-in sollte bei neuen Gebäuden vermieden werden.



Erstellt auf Basis von UBA "With existing measures" (Gesetze in Kraft ab 2022). Weit weg vom Ziel!

The building dilemma

Researchers' Call to Action for Breakthrough Decarbonisation Policies in the Building Sector

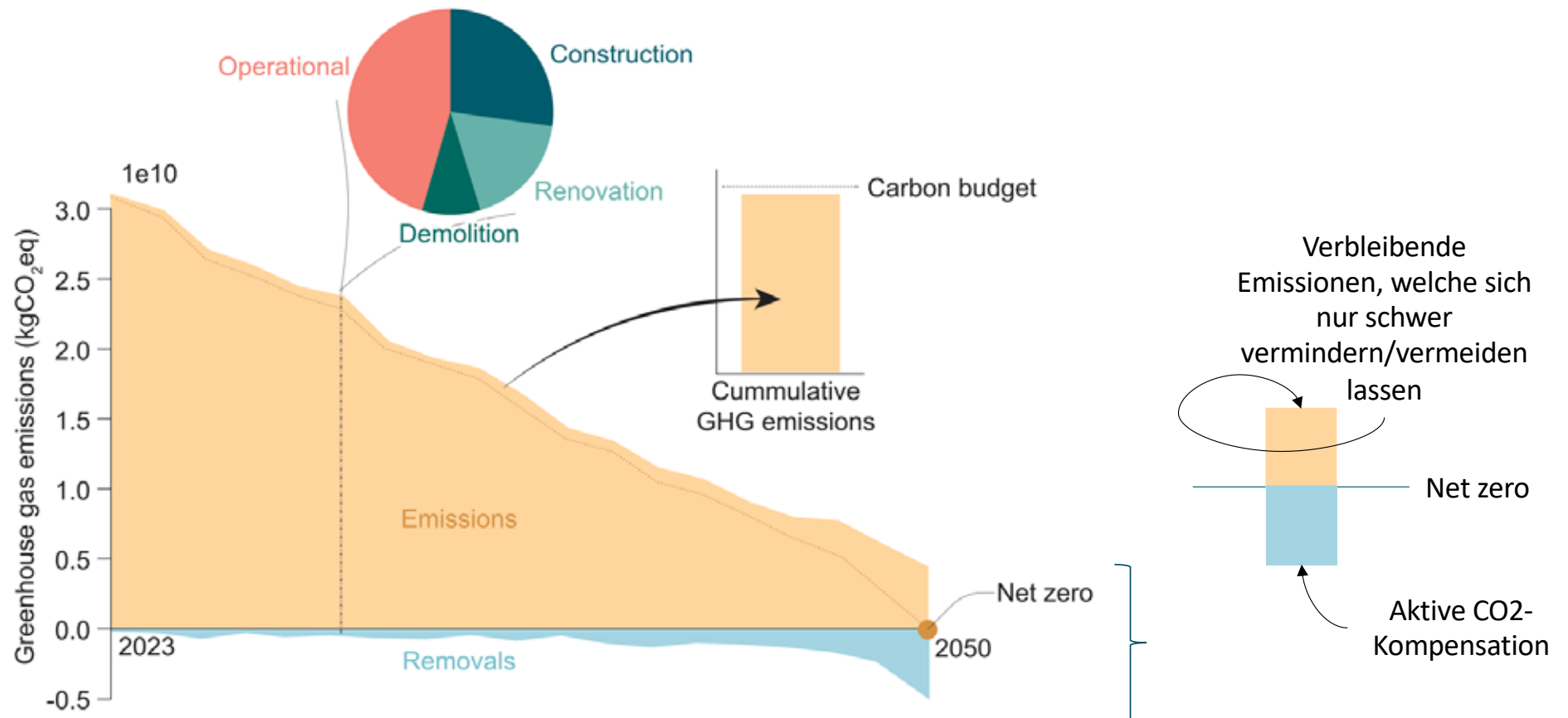
<https://sbe-series.org/climate-action/>

...with the accompanying Commentary article in the international *Buildings & Cities* (B&C) Journal:

<https://www.buildingsandcities.org/insights/commentaries/researchers-climate-policy-gaps.html>



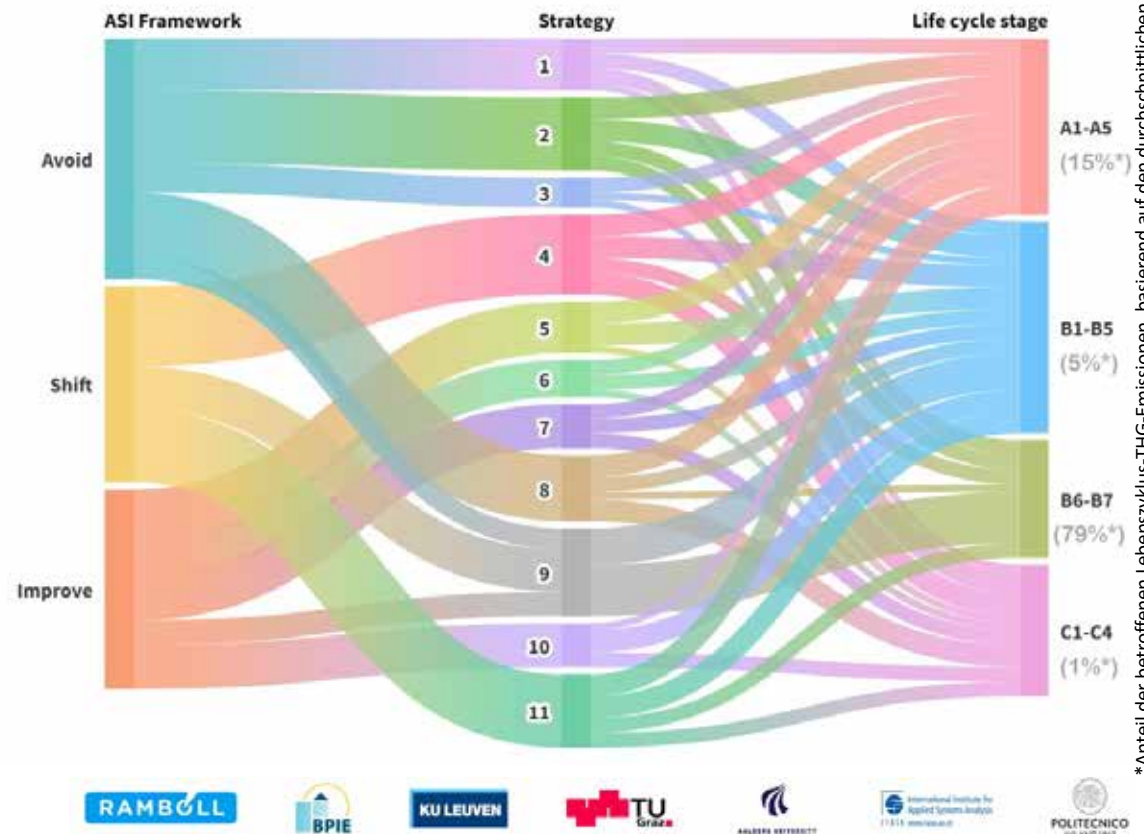
01	Globaler Kontext
02	Rolle der Gebäude
03	PULSE-AT: ein Gebäudebestandsmodell für Österreich
04	Die Ergebnisse
05	Zukunftsperspektiven



Strategien zur Reduzierung und Beseitigung von Kohlenstoff über den gesamten Lebenszyklus (EU27) (11 Strategien, 34 Maßnahmen)

1. Senkung des Pro-Kopf-Flächenbedarfs
2. Vorrang für eine bessere Nutzung, Renovierung und Reparatur vor Abriss und Neubau
3. Optimierung des Materialeinsatzes
4. Verstärkter Einsatz von biobasierten Materialien
5. Verringerung der Emissionen aus Baumaterialien mit hoher Emissionsintensität
6. Verringerung der Emissionen aus dem Transport von Baumaterialien
7. Verringerung der Emissionen auf den Baustellen
8. Verstärkte Verwendung von Kreislaufmaterialien
9. Verringerung der betrieblichen Treibhausgasemissionen
10. Verringerung von Bau- und Abbruchabfällen
11. Einführung spezieller Lösungen zur Beseitigung von Kohlendioxid

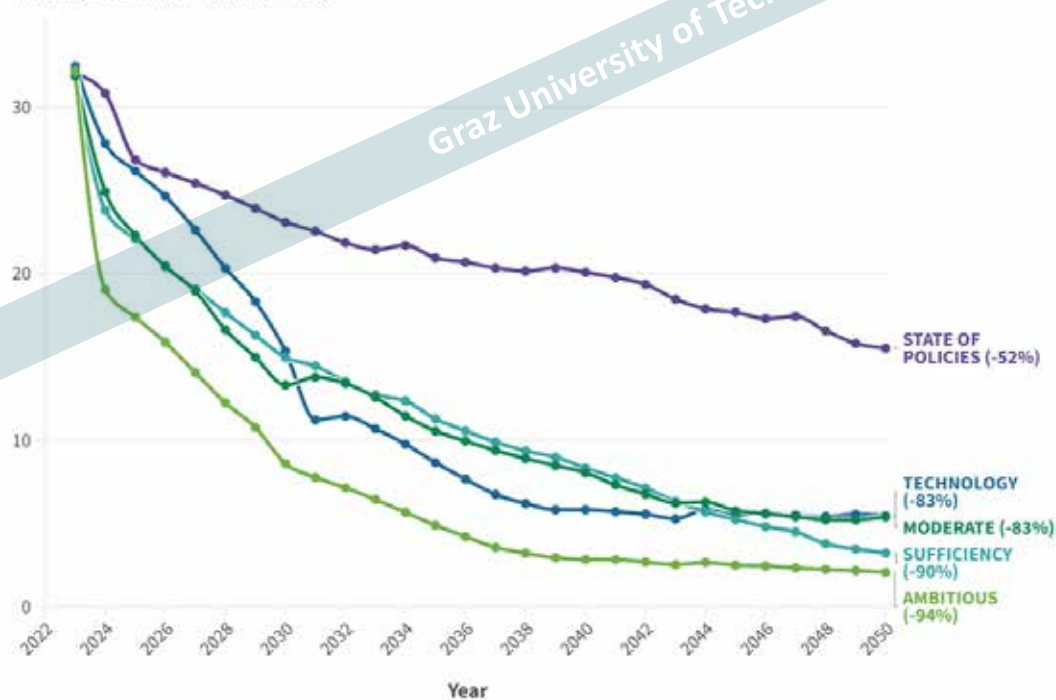
Die Reihenfolge ist zufällig, keine Priorisierung!



*Anteil der betroffenen Lebenszyklus-THG-Emissionen, basierend auf den durchschnittlichen jährlichen lebenszyklusbezogenen THG-Emissionen des EU-Gebäudebestands für das Jahr 2020 (Le Den et al., 2023).

Graz University of Technology – Unpublished work

a) Yearly GHG emissions (MtCO₂eq)



Es fehlens quantifizierter Ziele

➔ Richtungssicherheit

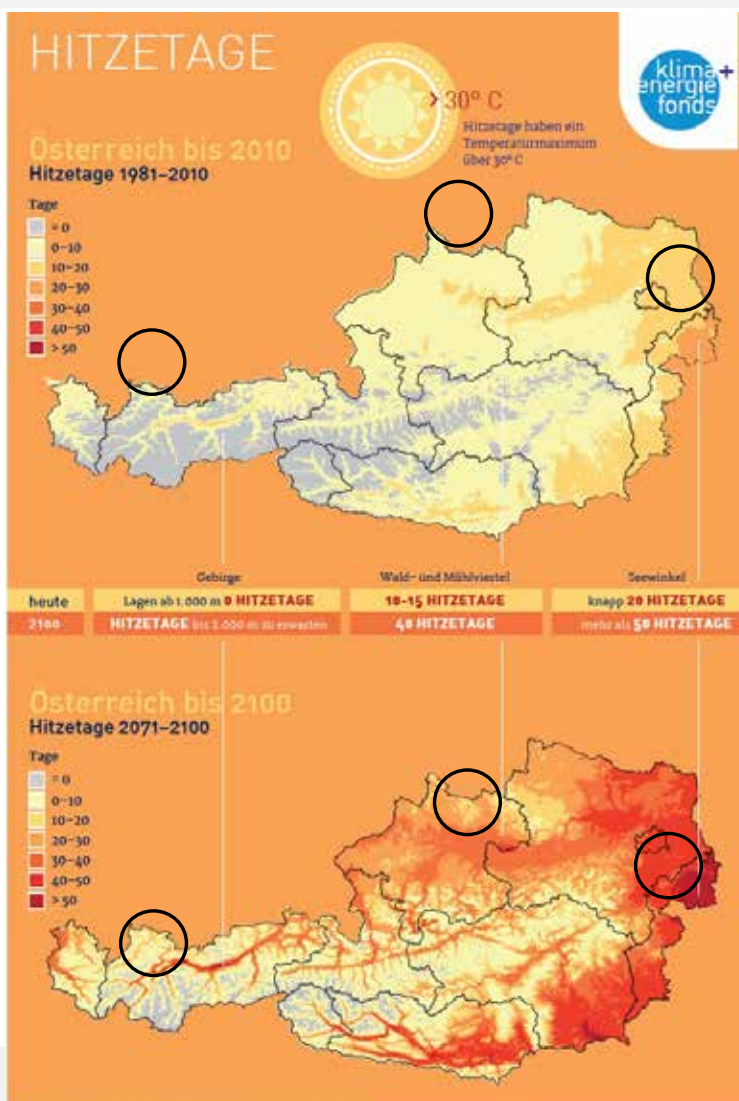
➔ Forderung (1)
verbindliche THG Budgets

➔ Forderung (2)
verbindliche Absenkpfade

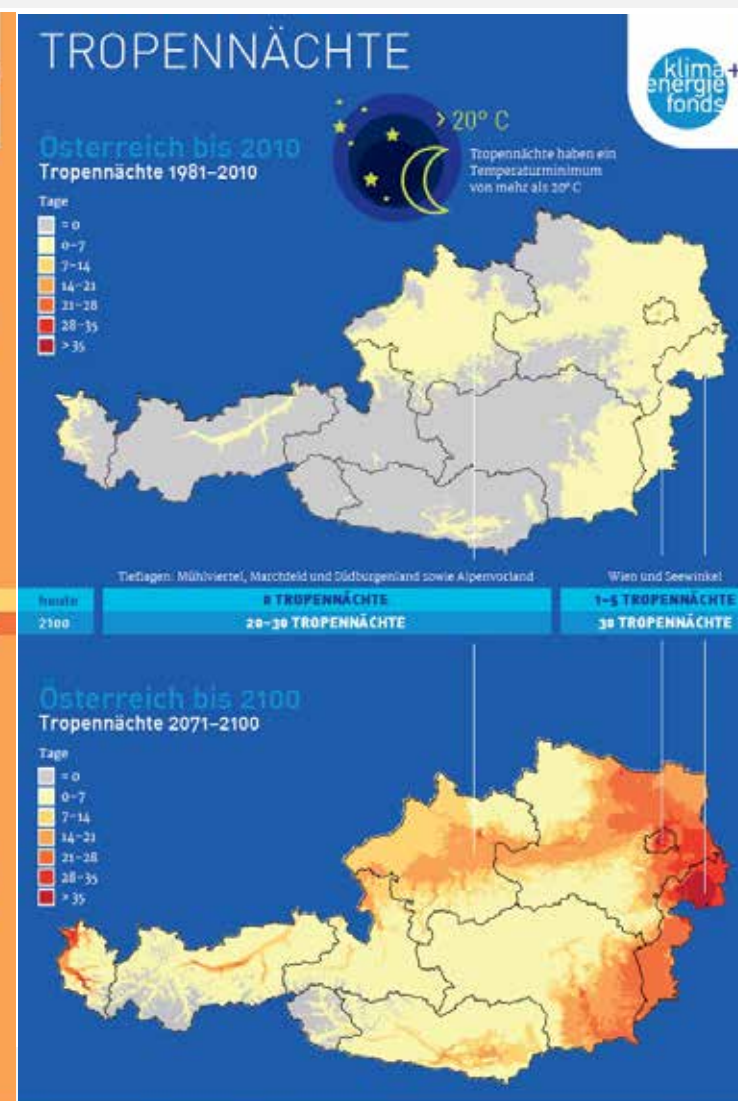
Es gibt mehrere Möglichkeiten, um voranzukommen, aber wenn die Suffizienz außer Acht gelassen wird, müssen die Bemühungen an den anderen Hebeln bis zum Äußersten getrieben werden! Das Fenster der Gelegenheit schließt sich schnell.

- Kontinuierliche Entwicklung mit zusätzlichen Funktionen, zur besseren Erfassung bestimmter Strategien wie z.B. Kreislaufwirtschaft (KRAISBAU) und sektorübergreifende Betrachtungen (INTEGRATE).
- Upscaling des Modells auf europäischer Ebene (PULSE-EU) im Rahmen eines Projekts für die Europäische Kommission, in Zusammenarbeit mit anderen internationalen Institutionen (DG GROW – WLC).
- Validierung des Modells und Downscaling auf bestimmte österreichische Regionen (Wer hat Interesse?). Zusammenarbeit mit der TU Wien zur Kalibrierung des Modells im Fall von Wien.
- Das Modell könnte österreichische Entscheidungsträger bei zukünftigen EPBD-Anforderungen unterstützen (da sowohl Betriebs- als auch Graue Emissionen enthalten sind, Kompromisse und Roadmaps können simuliert werden). Methodische Abstimmung der künftigen OIB RL 6&7.
- Benchmarking / Richt- und Grenzwerte (EU INDICATE Life).
- Auswirkungen neuer Technologien oder Materialien auf bestimmte Gebäudearchetypen oder auf Gebäudebestandsebene können simuliert werden (Wer hat Interesse?)

- Die Herausforderung ist groß und das Zeitfenster schließt sich schnell.
- Komplexes Thema und Modellierung (Lebenszyklusemissionen, gegenseitige Abhängigkeit von Parametern).
- Alle Akteure müssen einbezogen werden und sich ändern (es geht nicht um das eine oder das andere).
- Ohne ausreichende Maßnahmen werden für uns alle noch viel größere Herausforderung auf uns zukommen.
- Technische Lösungen sind z.T. bekannt, wir müssen bei der Umsetzung stärker zusammenarbeiten (IEA EBC Annex89 - <https://annex89.iea-ebc.org>).
- Wir brauchen politische Unterstützung, um dies umzusetzen, wie etwa rechtlich verbindliche Wege und Fahrpläne (z. B. Zielwerte für Graue Emissionen usw.):
Die aktuellen Anforderungen sind weit vom Ziel entfernt (deutlich über 2°C!).



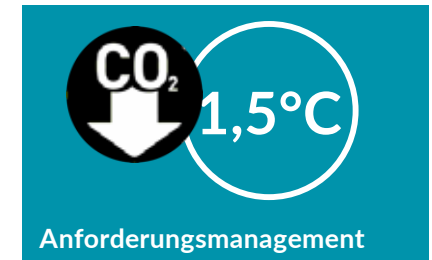
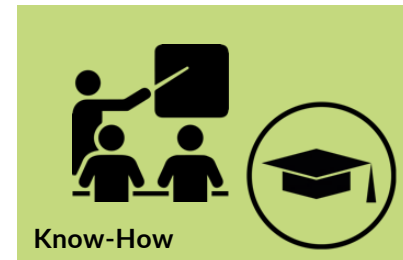
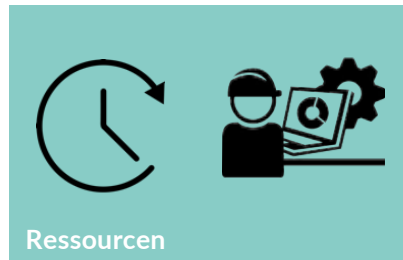
Indikatorenberechnung und GIS-Bearbeitung: BOKU-Mer, Projekt ClimateMap
Datenquellen (RCP 8.5): Spatialis (ZAMG, Hiebl et al. 2015), ORSIS (Uwi Graz, Wegner Center, Leiprecht et al. 2016), Gissid (ZAMG, Hofmeister et al. 2016)



Indikatorenberechnung und GIS-Bearbeitung: BOKU-Mer, Projekt ClimateMap
Datenquellen (RCP 8.5): Spatialis (ZAMG, Hiebl et al. 2015), ORSIS (Uwi Graz, Wegner Center, Leiprecht et al. 2016), Gissid (ZAMG, Hofmeister et al. 2016)



**SUSTAINABLE
CONSTRUCTION**
INSTITUTE OF
STRUCTURAL DESIGN



Danke an Nicolas Alaux et al. und
für die Unterstützung



 Federal Ministry
Republic of Austria
Climate Action, Environment,
Energy, Mobility,
Innovation and Technology



<https://annex89.iea-ebc.org>



www.nhb.tugraz.at

office.nhb@tugraz.at

+43(0)316/873-6213