

Willkommen
Welcome
Bienvenue



Empa

Materials Science and Technology

Dämmstoffe aus Pflanzenkohle als CO₂-Senke

Dr. Jannis Wernery

Abteilung für Materialien und Komponenten für
energieeffiziente Gebäude

6. Februar 2024





- Gebäudebereich
 - **34% des globalen Energieverbrauchs**
 - **37% der globalen Treibhausemissionen**
 - **36% des Abfalls** in der EU
- mehr Gebäude werden gebraucht
- Nutzfläche pro Person steigt an
- wichtige Baumaterialien werden knapp

(UN environment programme 2022)



„Man sagt Klima, aber macht Energie.“



Betriebsemissionen

- HLK
- Geräte
- etc.

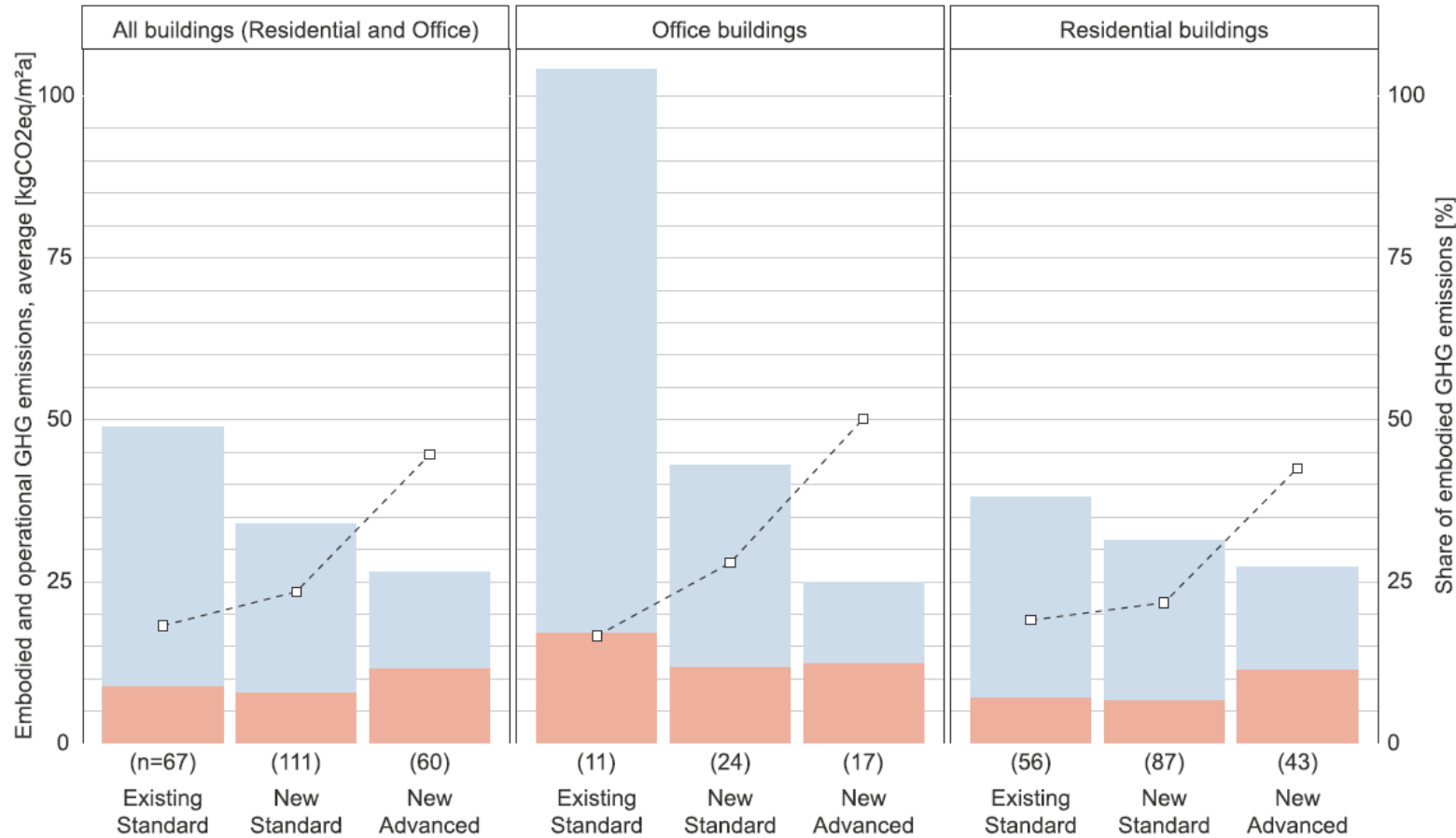
Graue Emissionen

- Herstellung von Baumaterialien
- Erstellung von Gebäuden
- Modernisierung und Ersatzmassnahmen
- Rückbau von Gebäuden und Entsorgung von Baumaterialien

EMISSIONSBILANZEN & TIMING



Global trends in embodied and operational, life cycle GHG emissions

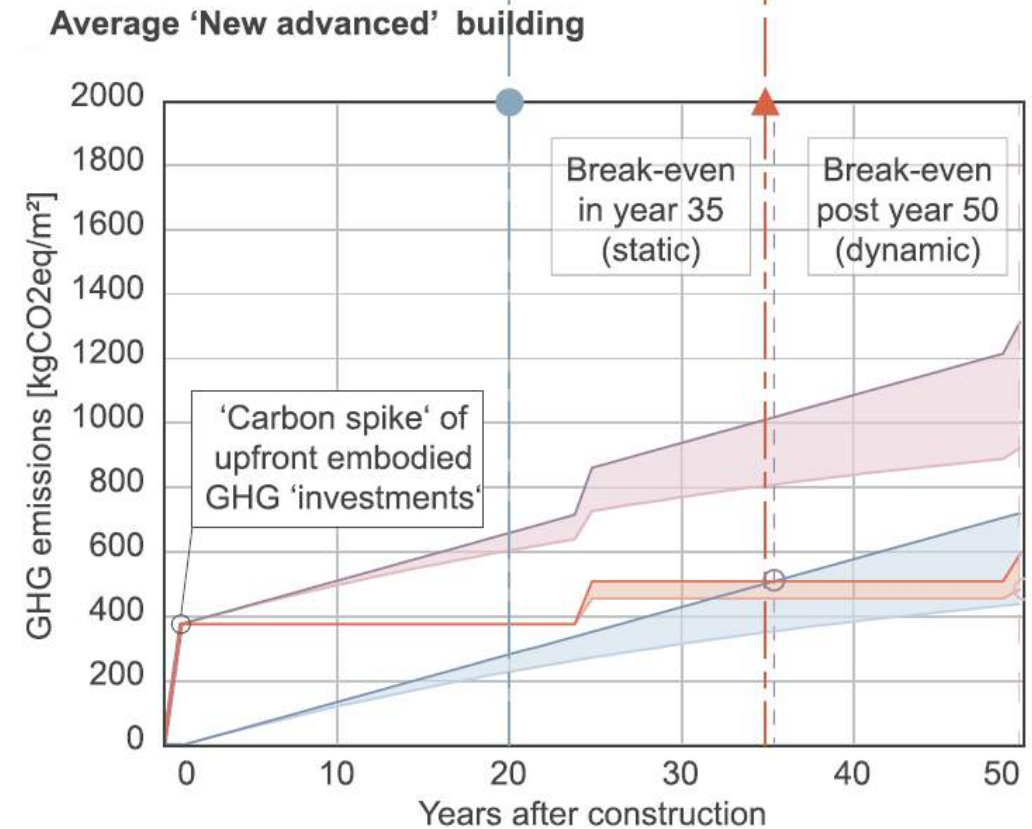
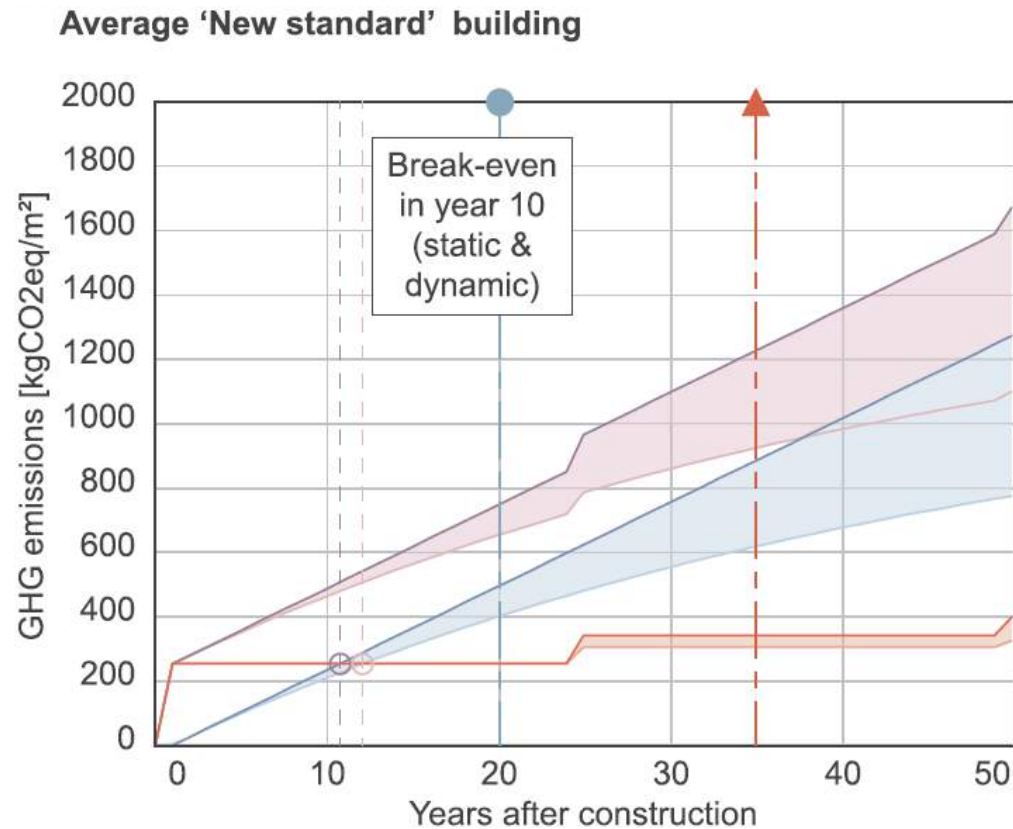


Graue Emissionen müssen reduziert werden!

Röck et al., Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation, Applied Energy. 258 (2020) 114107

EMISSIONSBILANZEN & TIMING

Building a sustainable future



Röck et al., Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation, Applied Energy. 258 (2020) 114107



**FLÄCHENBEDARF
REDUZIEREN**

SANIEREN

**WIEDERVERWENDEN
/ RECYCLEN**

**CO₂-ENTFERNENDE
MATERIALIEN**



Definition nach Tanzer & Ramírez:

1. Physische Treibhausgase werden aus der Atmosphäre **entfernt**.
2. Die entfernten Treibhausgase werden ausserhalb der Atmosphäre auf eine Art gespeichert, die **dauerhaft** sein soll.
3. Vor- und nachgelagerte **Treibhausgasemissionen**, welche mit dem Entnahme- und Speicherprozess assoziiert sind, werden umfassend geschätzt und in die Emissionsbilanz aufgenommen.
4. Die Menge der Treibhausgase, welche entfernt und gespeichert wird, ist grösser als die Gesamtmenge der emittierten Treibhausgase.

S.E. Tanzer, A. Ramírez, When are negative emissions negative emissions?, Energy Environ. Sci. 12 (2019) 1210–1218. <https://doi.org/10.1039/C8EE03338B>.



PHOTOSYNTHESE



GESTEINSVERWITTERUNG



DIRECT AIR CAPTURE



ANSÄTZE BASIEREND AUF CO₂-ABSCHEIDUNG

Building a sustainable future





Pflanzenkohle

- Pyrolyse von Biomasse
- Pyrolysegase zur Wärmegewinnung
- 1 kg Pflanzenkohle <-> ~2.5 kg CO₂
- langzeitstabil im Boden (> 100-1000 Jahre)
- Bodenverbesserer: Feuchtigkeitspuffer, Speicherung von Nährstoffen und Mikroorganismen

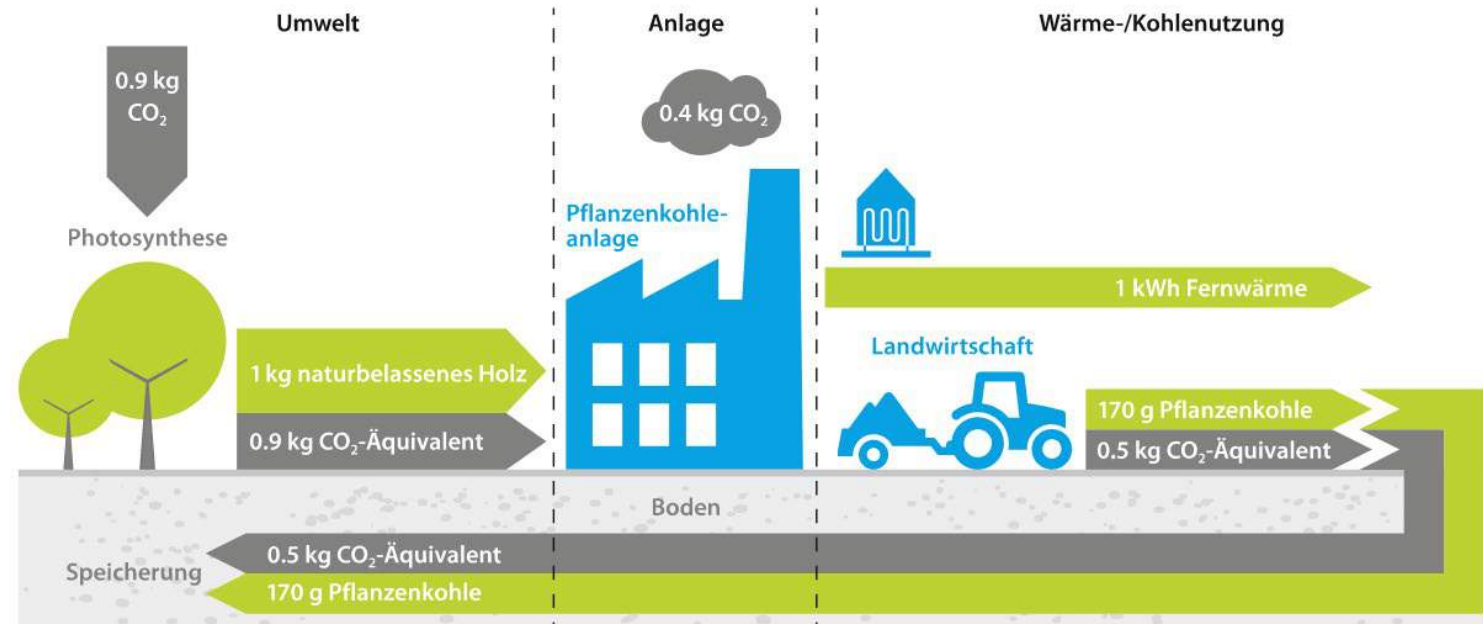


Bild: IWB



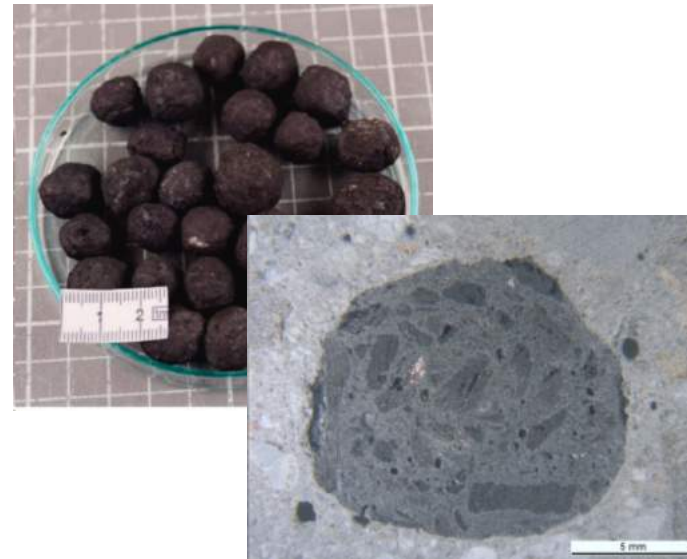
Beton mit Pflanzenkohle

- Pflanzenkohle als Additiv
- CO₂-neutraler Beton
- höhere Kosten



Betonleichtzuschlag

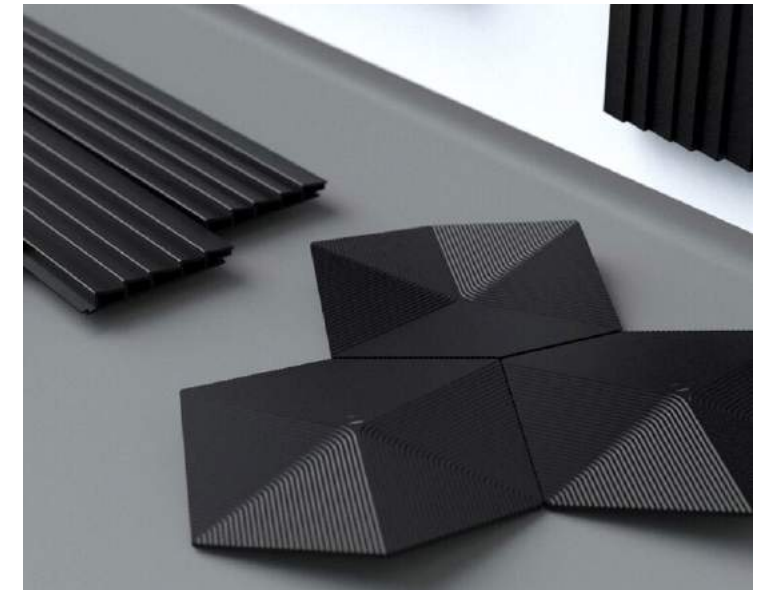
- gebundene Pflanzenkohle
- bekannte Verarbeitung



Wyrzykowski et al., Cold-bonded biochar-rich lightweight aggregates for net-zero concrete, J. Clean. Prod. 434 (2024) 140008.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140008>.

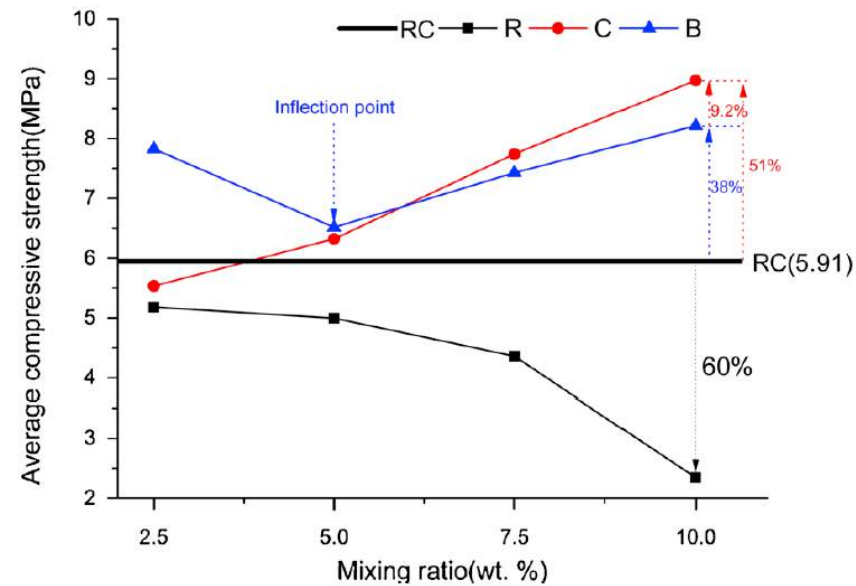
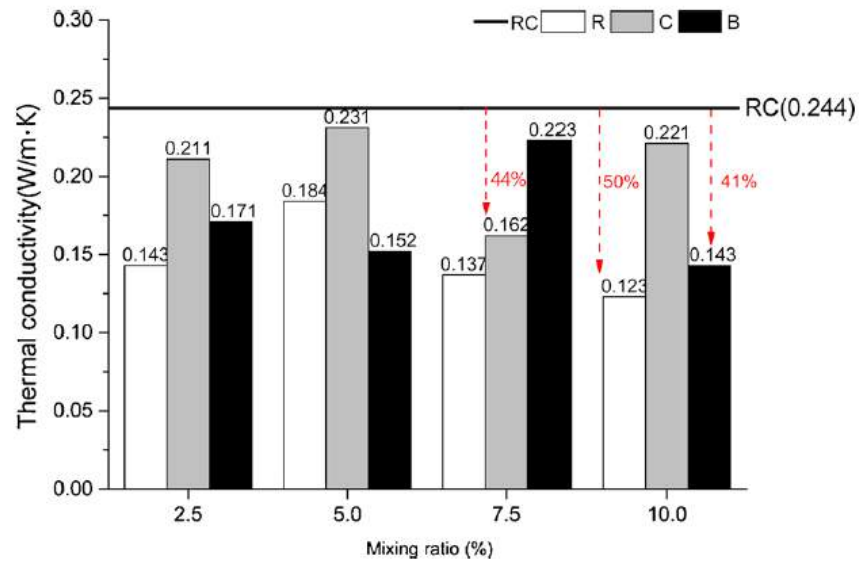


- Pflanzenkohle als Füllstoff
- Ersatz von Plastik & Aluminium





Ziegelstein mit Beigabe von Pflanzenkohle aus Reisspelzen, Kokosnussschalen und Bambus



Yang et al., Biochar-red clay composites for energy efficiency as eco-friendly building materials: Thermal and mechanical performance, Journal of Hazardous Materials. 373 (2019) 844–855.



Dämmstoff-
produktion



Ende der
Nutzungsphase



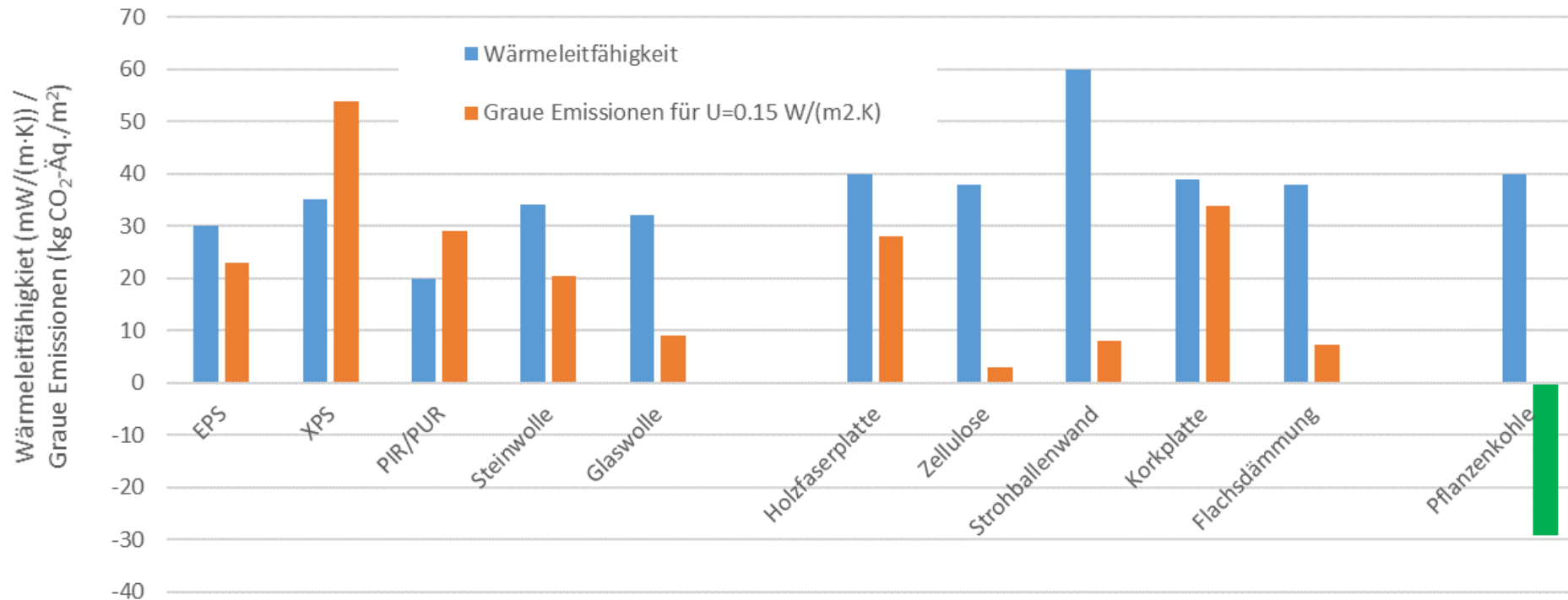
- Pflanzen nehmen CO_2 auf
- Pyrolyse stabilisiert Kohlenstoff

- funktionelle Anwendung
- Aufwertung der Pflanzenkohle

- weitere Wertschöpfung am Lebensende
- Bodenverbesserung

SENKENPOTENZIAL

Building a sustainable future

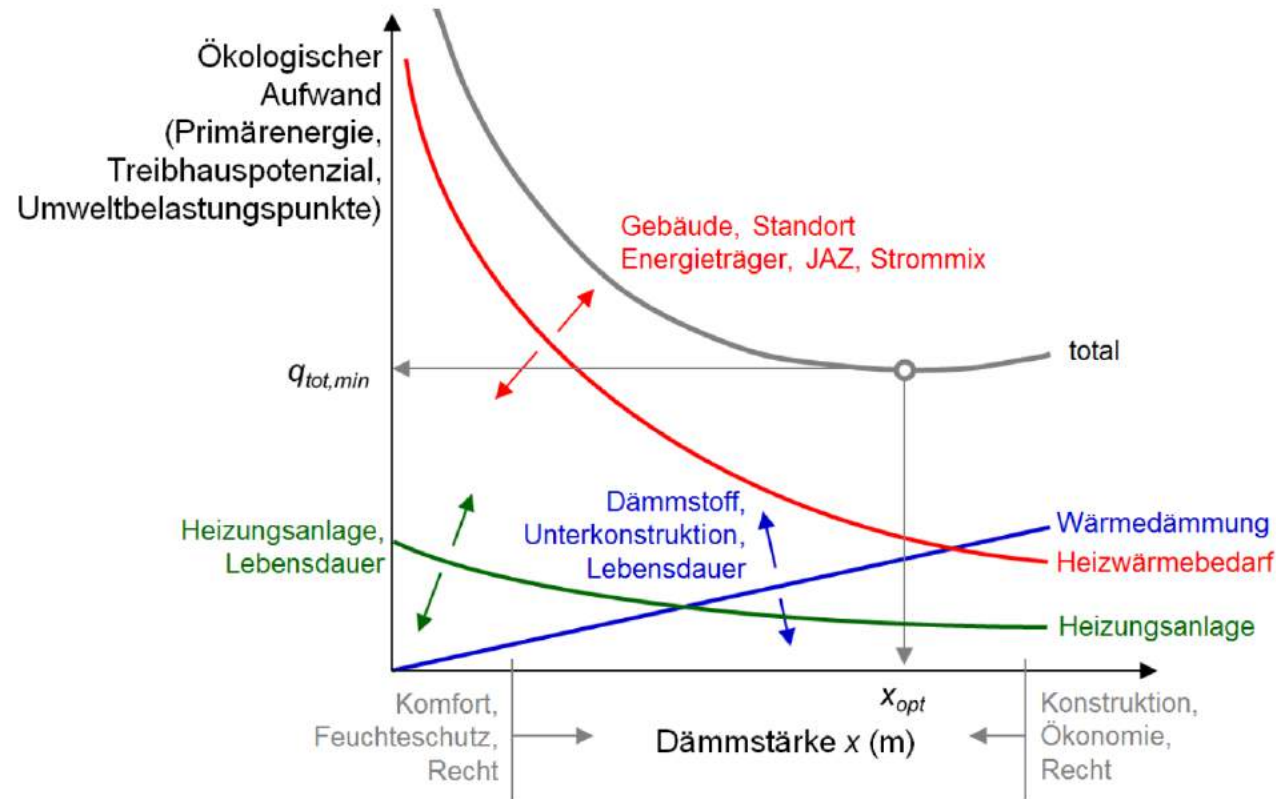


Potenzial Schweiz: ca. 0.25 Mt CO₂-Äquivalent

Vermeidung: selbe Grössenordnung

Gesamt: bis zu **1% der Schweizer Treibhausgasemissionen** können theoretisch vermieden bzw. entfernt werden!

OPTIMALE DÄMMSTÄRKE



optimale Dämmstärke =
maximale Dämmstärke

Wohlgemut et al., 2015, Optimale Dämmstärken bei Wohngebäuden bezüglich Minimierung der Umweltbelastung, BFE Schlussbericht



- Kosten & Konkurrenzfähigkeit
- Wert der CO₂-Senke?
 - Gesetzliche Regulierung der grauen Emissionen
 - Einbindung in Label
- Rückbau der Materialien <-> kreislaufwirtschaftliches Bauen?



Dr. Jannis Wernery
jannis.wernery@empa.ch
+41 58 765 4946