

# Klimaneutrale Gebäude – welchen Beitrag leisten die Baumaterialien?



Prof. Dr.-Ing. Benjamin Krick  
Passivhaus Institut

## 9. PIUS Länderkonferenz 2023



# Ziele

**Ziel 1:** Klimawandel abschwächen  
→ CO<sub>2</sub> Emissionen runter

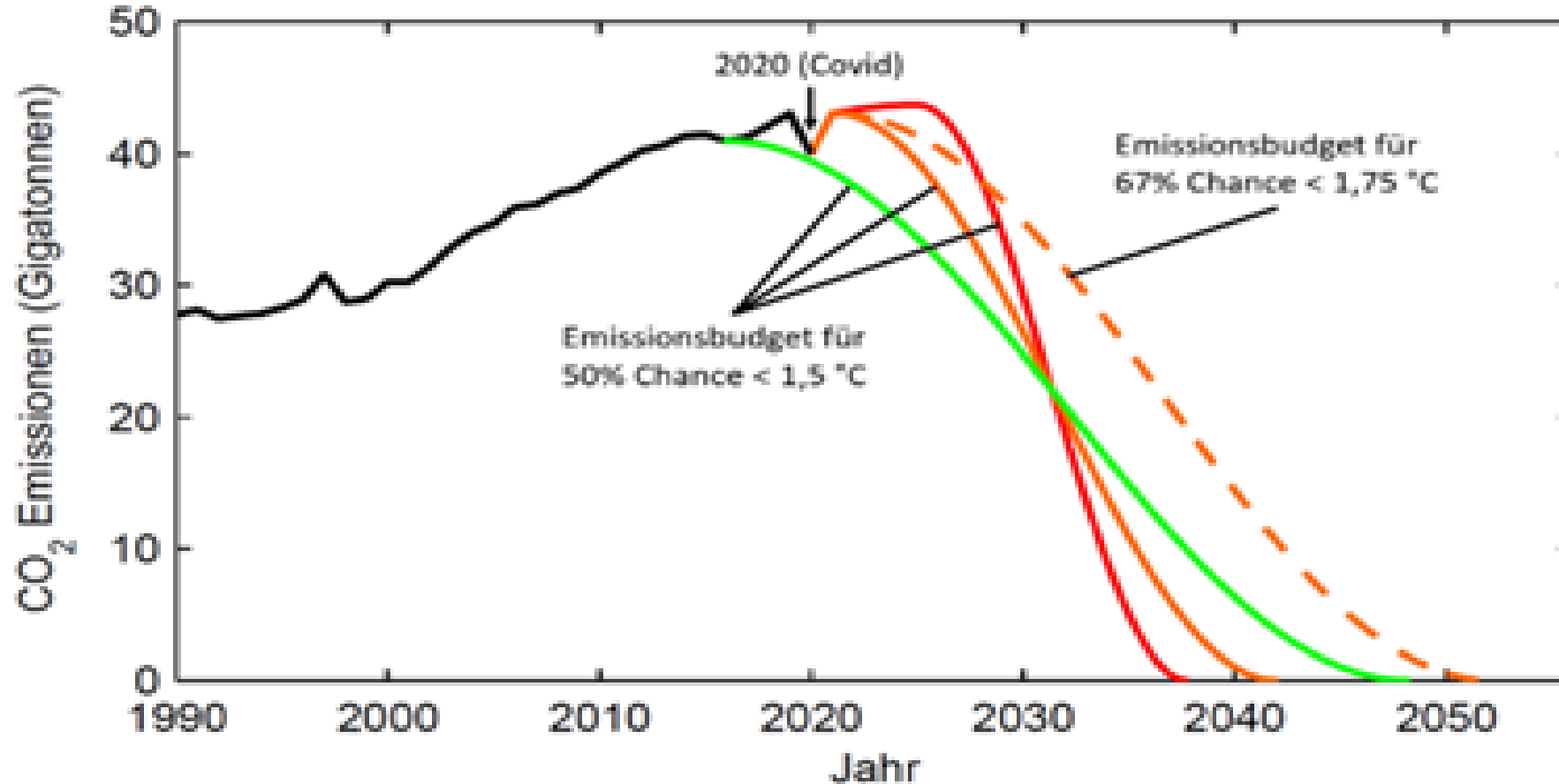
**Ziel 2:** Unabhängigkeit von Energie-  
lieferungen aus unzuver-  
lässigen Quellen



# Stopp der Kohlenstoffverbrennung



Mit dem Pariser Abkommen vereinbare globale Emissionen



# Stopp der Kohlenstoffverbrennung



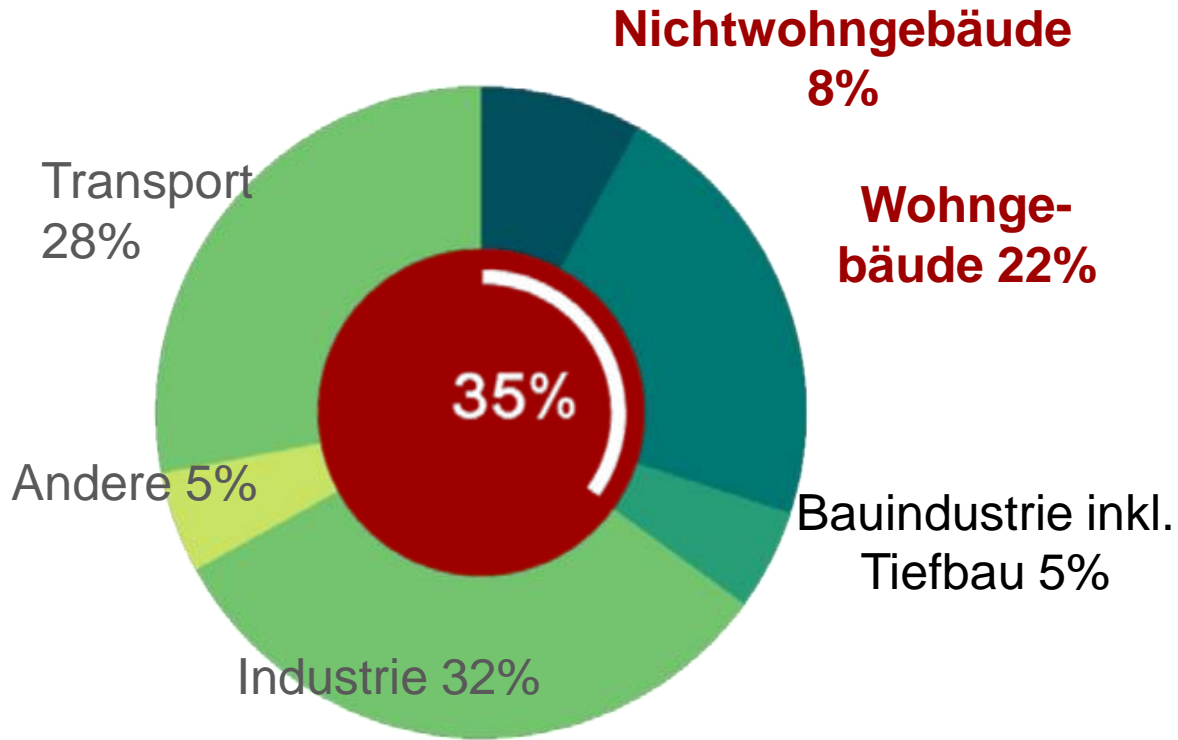
1. **Keine Heizkessel mehr!**  
Weder fossil noch erneuerbar



2. **Keine Verbrennung von Rest- und Abfallstoffen**  
In der Kreislaufwirtschaft gibt es keine Rest- und Abfallstoffe, die verbrannt werden müssen.  
Ggf. Deponierung, um Kohlenstoff sicher zu sequestrieren

**Wie kommen wir dahin?**

# Energieverbrauch reduzieren



## Globale Verteilung der Endenergie

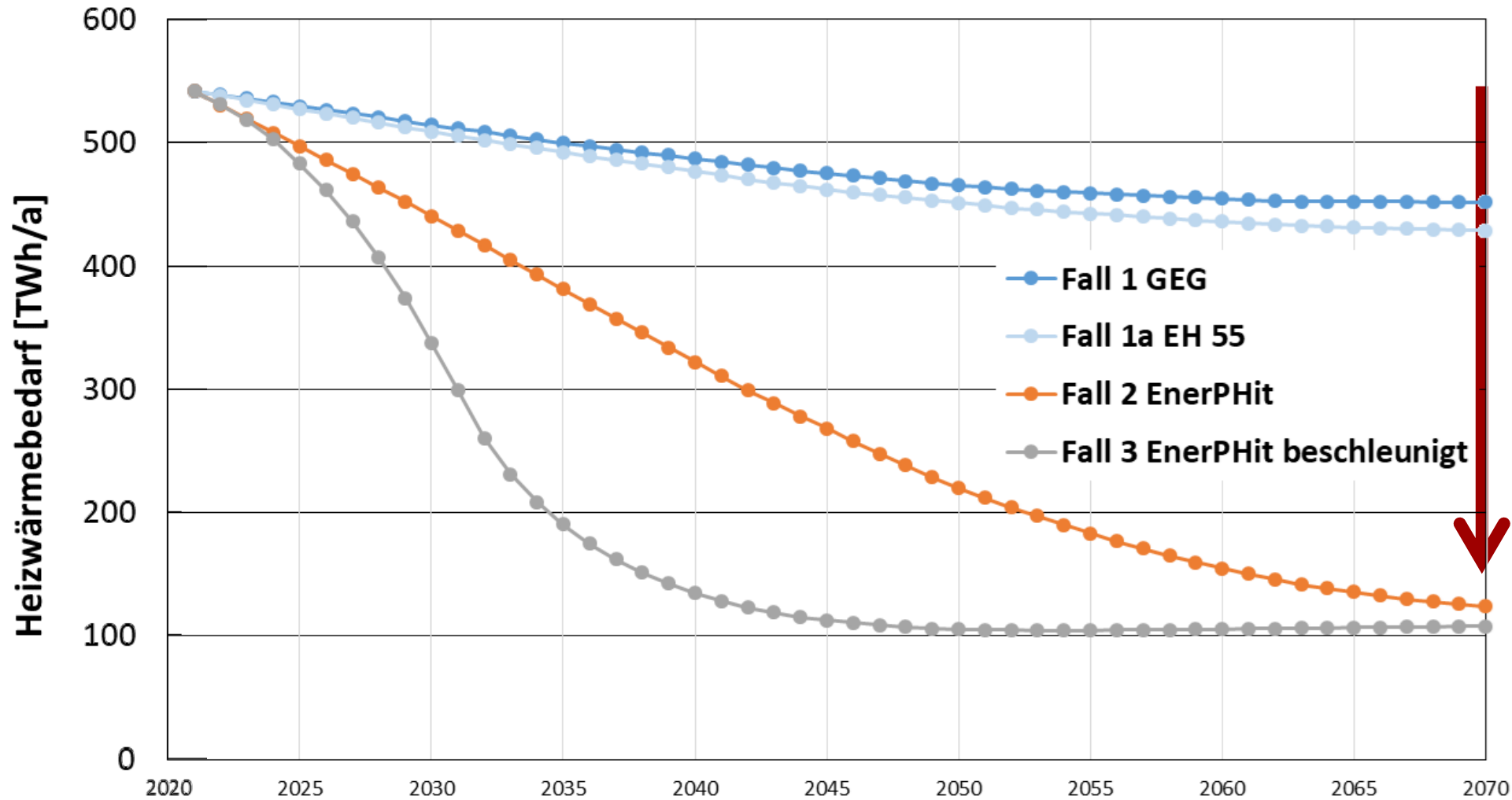
2020 GABC Global Status Report on Buildings and Construction (adapted by iPHA)

30% Betriebsenergie,  
5% Herstellungenergie  
➔ **Fokus: Betriebsphase**



**EnerPHit-Prinzip: Gelegenheiten nutzen und richtig machen!**

# Die Qualität des Wärmeschutzes ist entscheidend



- Intelligente Planung
- Lüftung mit Wärmehückgewinnung
- **Verbesserung der Gebäudehülle**

**Beitrag der Baumaterialien**

Szenario Deutschland  
[Schnieders et.al. 2021  
+ 2022]

# Die Qualität des Wärmeschutzes ist entscheidend

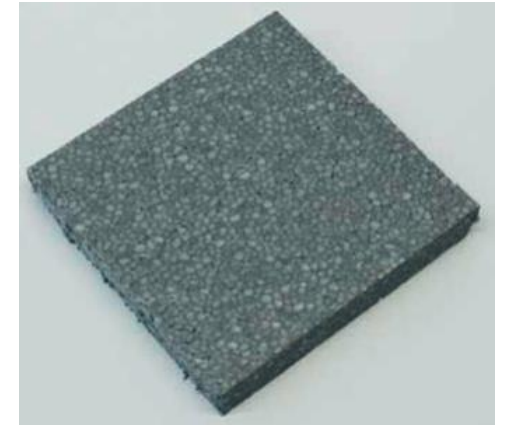
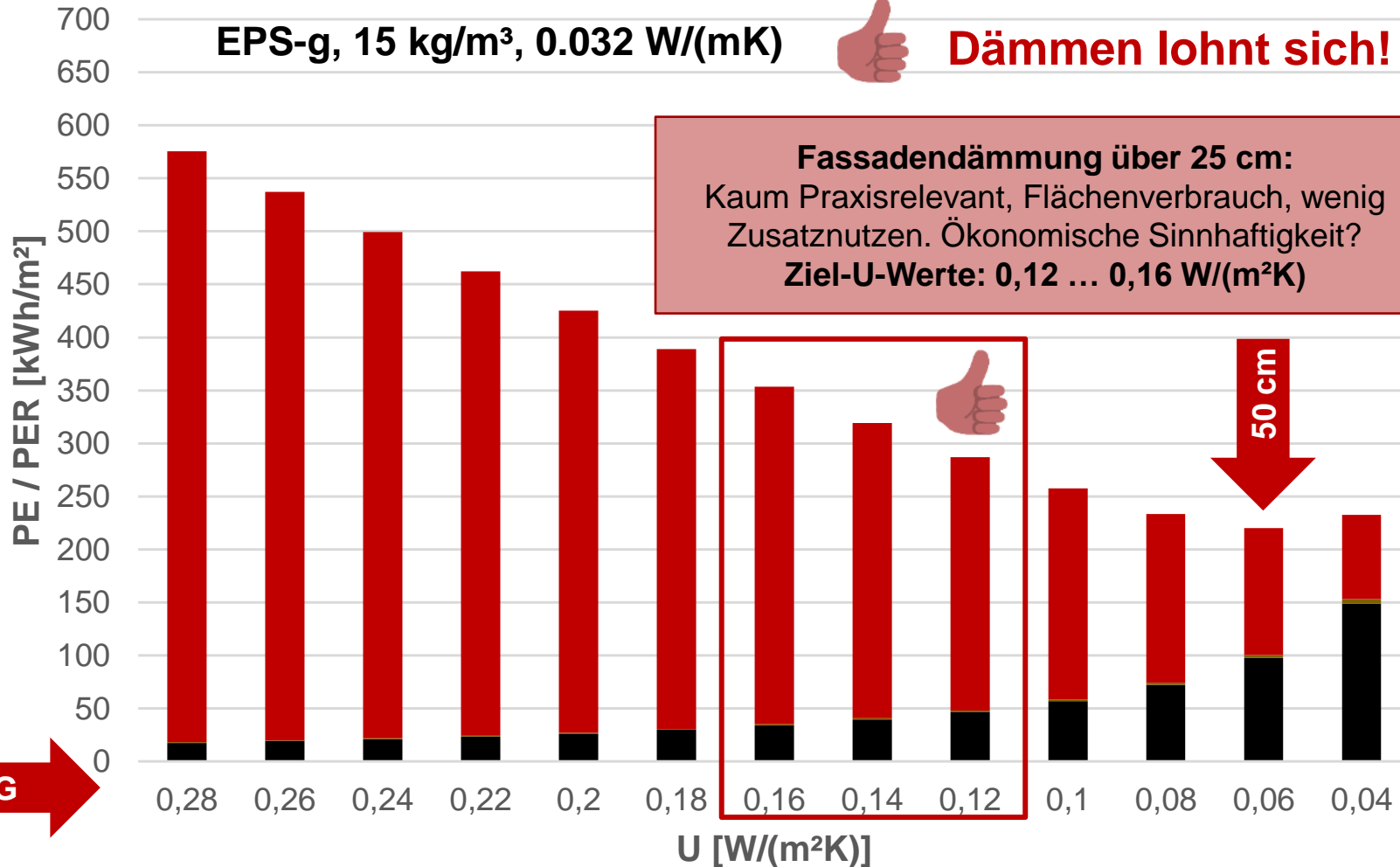
Herstellungs- & Heizenergie (40 a) – Dämmung

EPS-g, 15 kg/m<sup>3</sup>, 0.032 W/(mK)



**Dämmen lohnt sich!**

**Fassadendämmung über 25 cm:**  
Kaum Praxisrelevant, Flächenverbrauch, wenig Zusatznutzen. Ökonomische Sinnhaftigkeit?  
**Ziel-U-Werte: 0,12 ... 0,16 W/(m<sup>2</sup>K)**

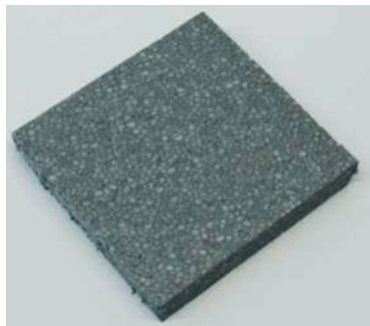
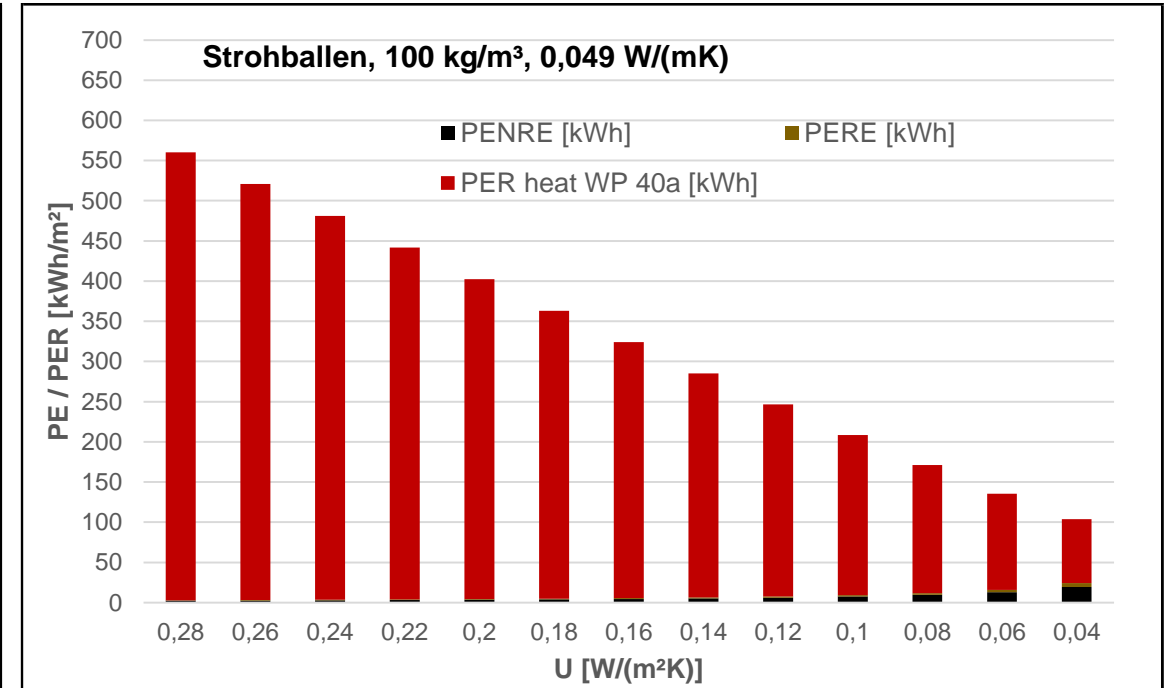
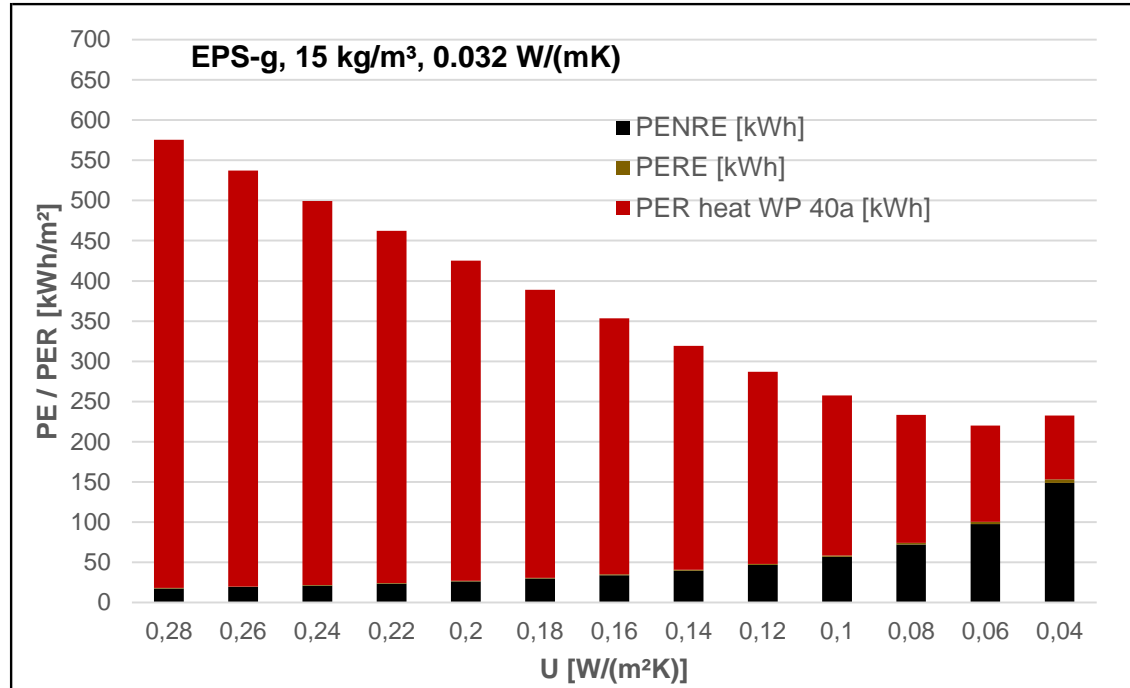


**EPS-g**  
(Expandiertes Polystyrol mit Strahlungsabsorber)

**Wo liegt das Energie-Optimum?**

# Die Qualität des Wärmeschutzes ist entscheidend

## Herstellungs- & Heizenergie (40 a) – Dämmung



**EPS-G**



**Strohballen**



# Langlebigkeit (erneuerbarer) Konstruktionen?

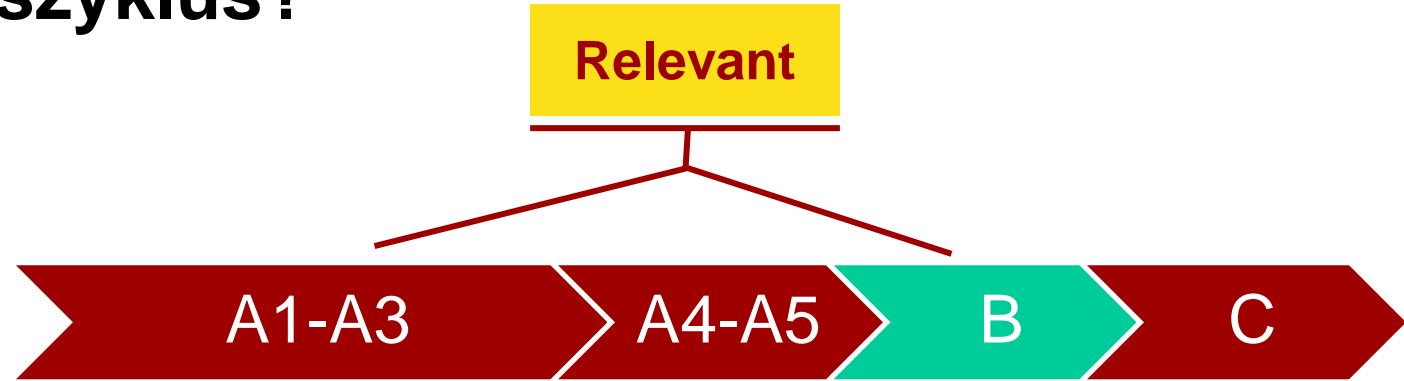
Eine Frage des Einbaus und Schutzes. Der Flexibilität. Des Designs.



**Maison Feuillet: Ältestes Strohballenhaus in Frankreich**

# Was gehört zum Lebenszyklus?

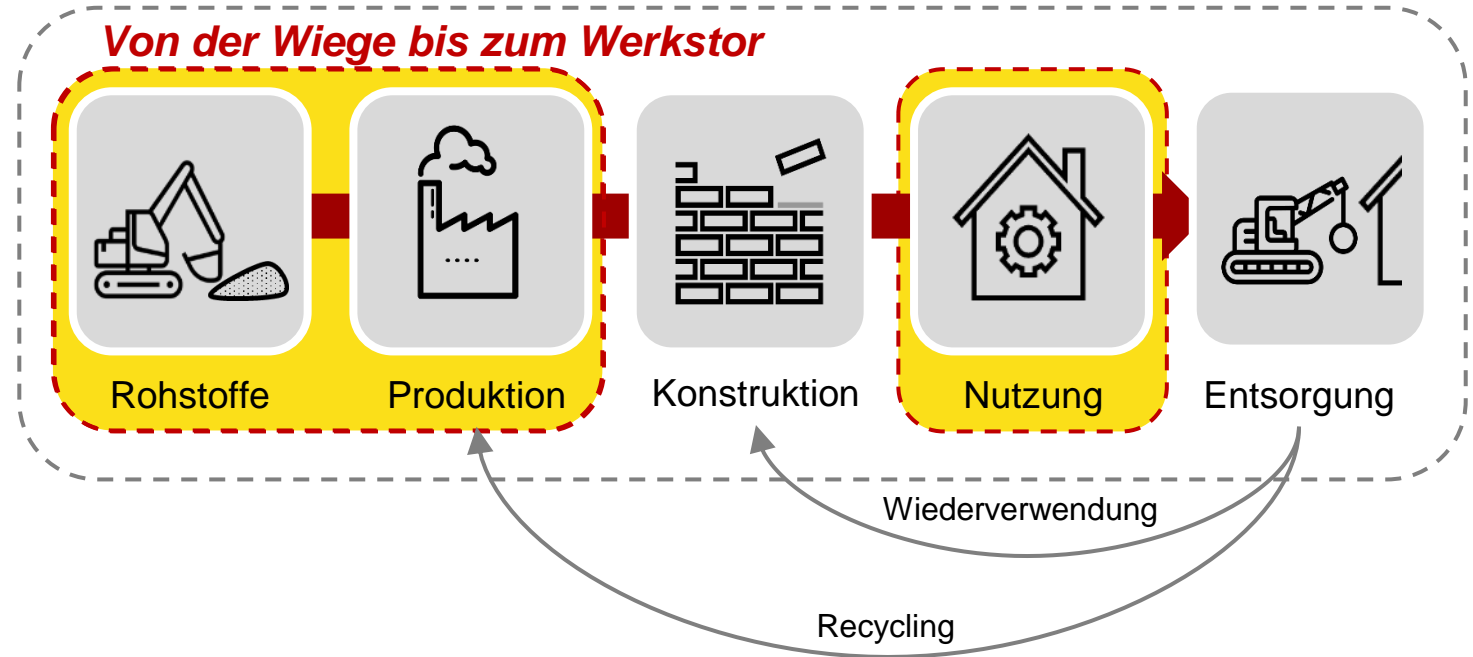
- Rohstoffe und Produktion
- Aufwand während des Betriebs
- Aufwand für den Abriss



Von der Wiege bis zur Bahre

DIN EN 15978

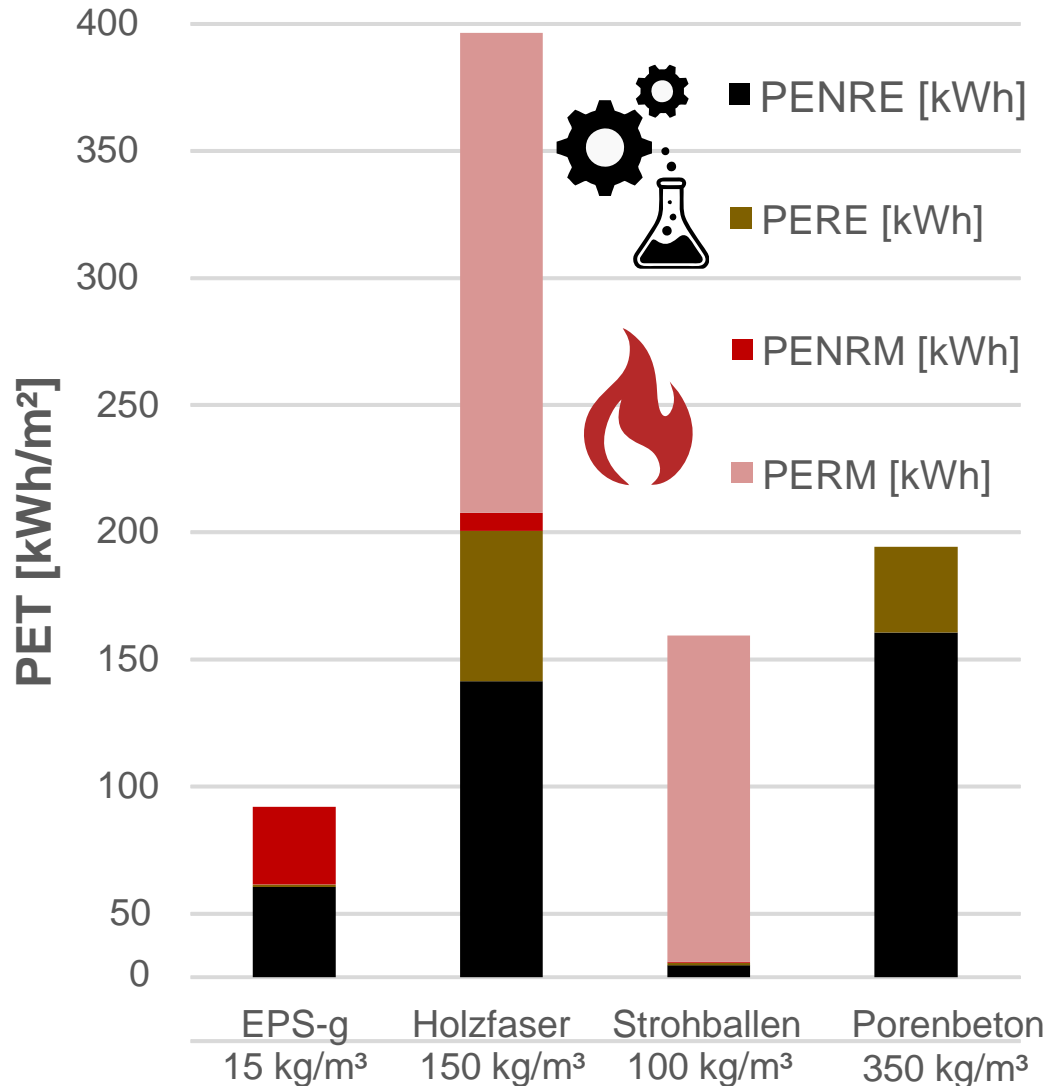
*Von der Wiege bis zum Werkstor*



**NICHT:** Aufwände, Effekte oder Gutschriften der “**Nachnutzung**” (es sei denn, es handelt sich um eine alternativlos desaströse Folgewirkung)

**Begründung:** Die in Zukunft gewählte Nachnutzung kann heute nicht seriös bestimmt werden. Die Umweltfolgen der Nachnutzung sind bei dieser zu bilanzieren.

# Phase A1-3: Komponenten



**Primary Energy Non-REnewable:**

Nicht-erneuerbare  
Herstellungsenergie

**Primary Energy REnewable:**

Erneuerbare  
Herstellungsenergie

**PENR Material:**

Nicht-erneuerbarer  
kalorischer Energieinhalt

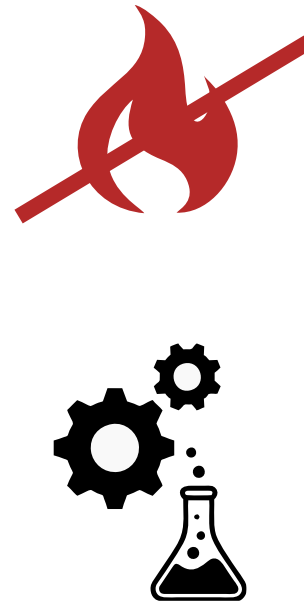
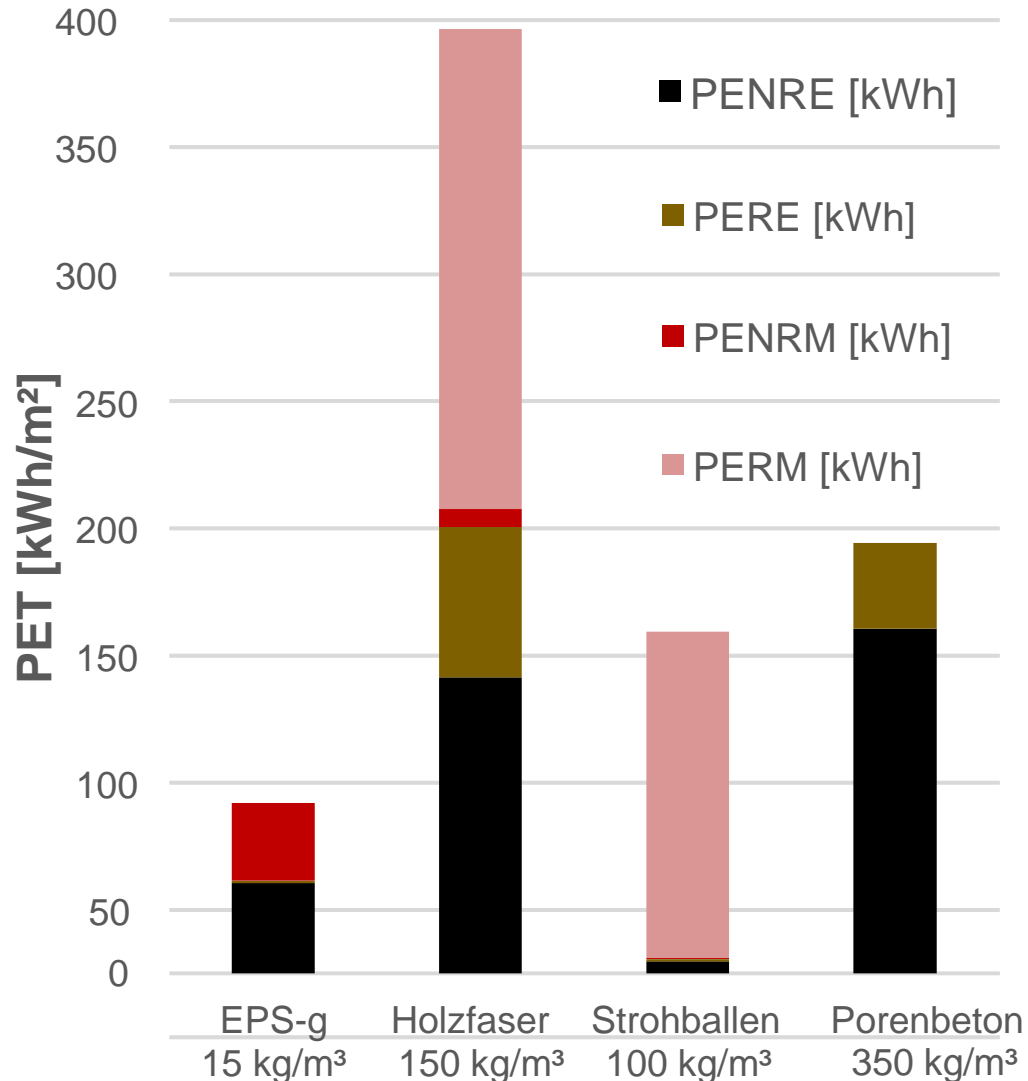
**PER Material:**

Erneuerbarer calorischer  
Energieinhalt

**Primärenergieinhalt, total (PET) unterschiedlicher Dämmstoffe für eine Wand bei 0,14 W/(m²K)**

Datenquelle: ÖKOBAUDAT

# Phase A1-3: Was wird eingerechnet?



**Anrechnen bei Energieumwandlung!**

Der kalorische Energieinhalt (PENRM, PERM) bleibt unberücksichtigt

Berücksichtige die Herstellungsenergie (PERE, PENRE)

Dann ist der Bilanzrahmen A1-A3 zielführend

Datenquelle: ÖKOBAUDAT

# Nutzungsdauern

- Manchmal führt nicht das technische Lebensende zum Nutzungsende, sondern veränderte Moden, Nutzungen und Anforderungen. → Flexibel, mit zeitlosem Design und zukunftsfähigem Wärmeschutz planen
- **Standzeit:** Abgangsrate Wohnungen im Mittel 2010 – 2021 [Stat. Bundesamt] 0,05 %/a → 2000 Jahre Standzeit? Nein, da die Anzahl der Wohnungen zunimmt.  
**Annahme:** 80 Jahre (vermutlich deutlich länger)
- **Vollsanierungen:**  $\approx 1\ %/a$  → alle 100 Jahre (vermutlich kürzer).
- **Fenster:** 46 Jahre [Fachverband Fenster, Fassade]  
**Annahme:** 40 Jahre.
- Rückgriff auf **Tabellenwerke**, wie DRUEE Datenbank:  
**Annahme: 40 Jahre für**
  - Wärmedämmung
  - Bekleidungen
  - Putz
  - nicht tragende Innenbauteile



Sanierungen zum Passivhaus, Arch.: Martin Endhardt

# Nutzungszeiten: Annuitätische Betrachtung

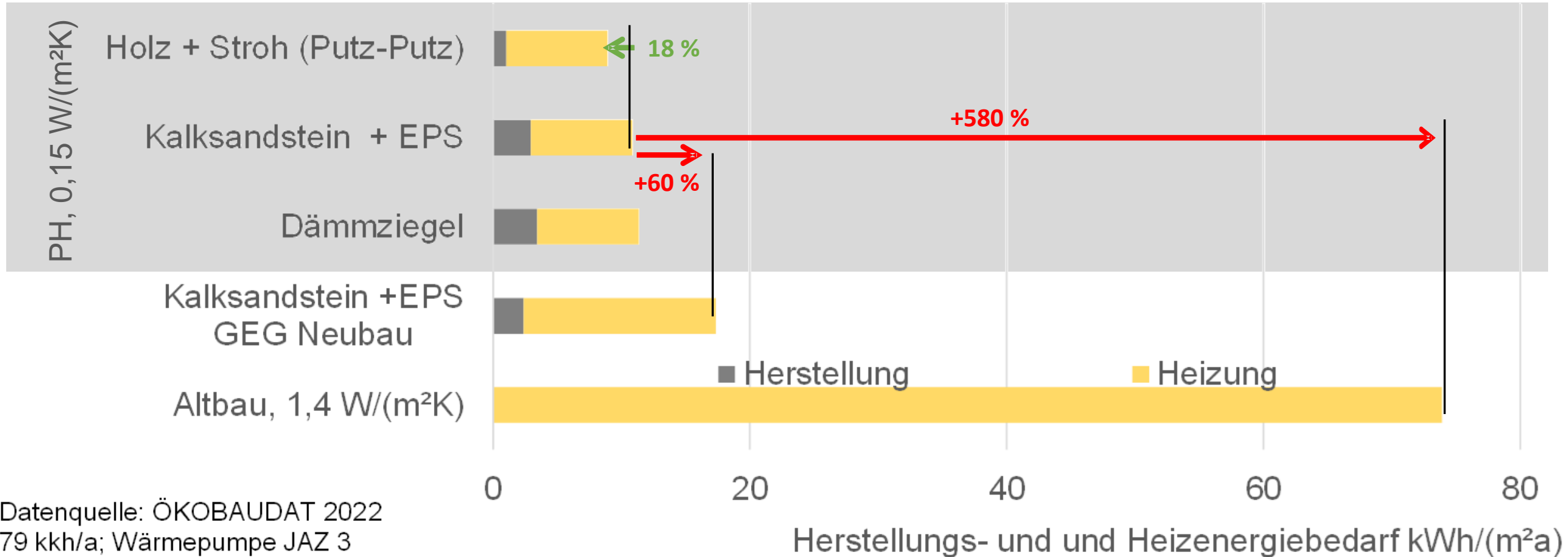
- Normierung auf 1 Jahr: Gut vergleichbar mit dem Betriebsenergiebedarf
- Tragende Konstruktion: 80 Jahre.
- Wärmedämmung, Bekleidungen, Putz, nicht tragende Innenbauteile: 40 Jahre.



Material	Dicke mm	Nutzung Jahre	Herstellungenergie		
			kWh/m <sup>3</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Kalkzementputz	15	40	905	*0,015 → 13,6	→ /40 → 0,34
EPS-g	200	40	218	43,6	1,09
Kleber	5	40	496	2,5	0,06
Kalksandstein	175	80	553	96,7	1,21
Gipsputz	15	40	616	9,2	0,23
Summe	410				2,93

- **Ersatzbaustoffe werden künftig einen geringeren Herstellungsaufwand haben.**

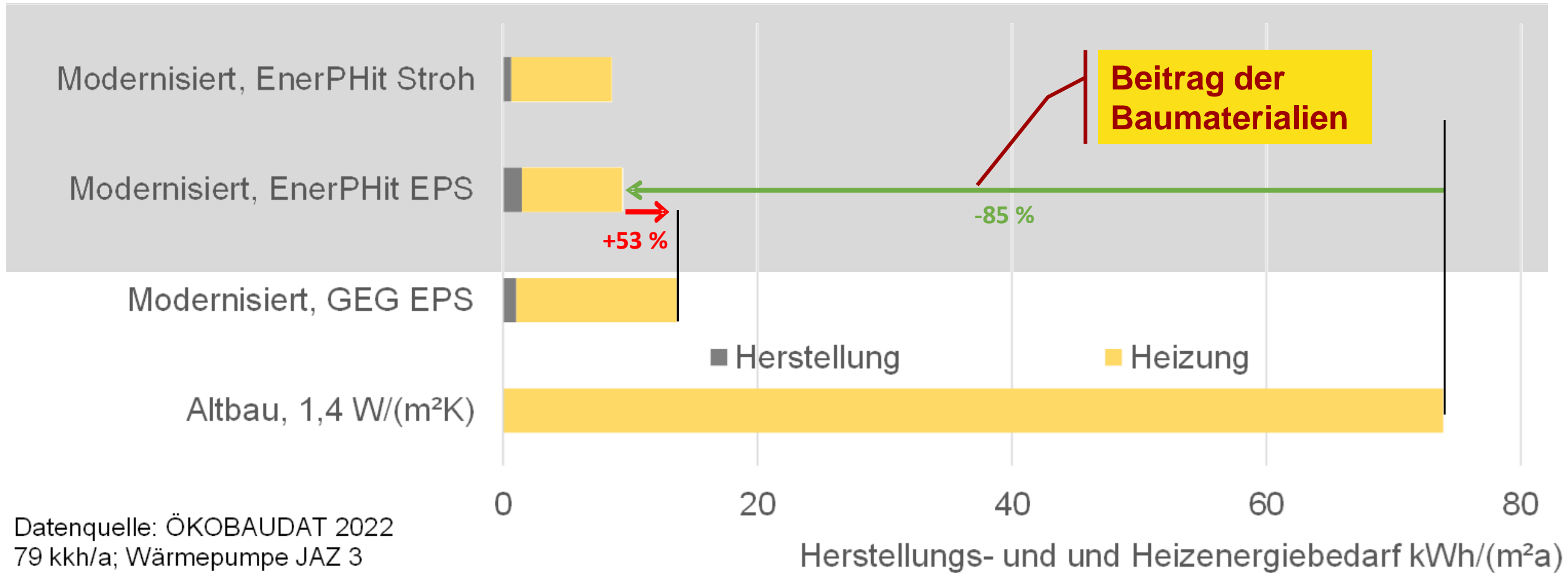
# Herstellungs- & Heizenergie: Komplette Konstruktion



Datenquelle: ÖKOBAUDAT 2022  
79 kkh/a; Wärmepumpe JAZ 3

**Alte Wand und neue Wand**

# Herstellungs- & Heizenergie: Komplette Konstruktion

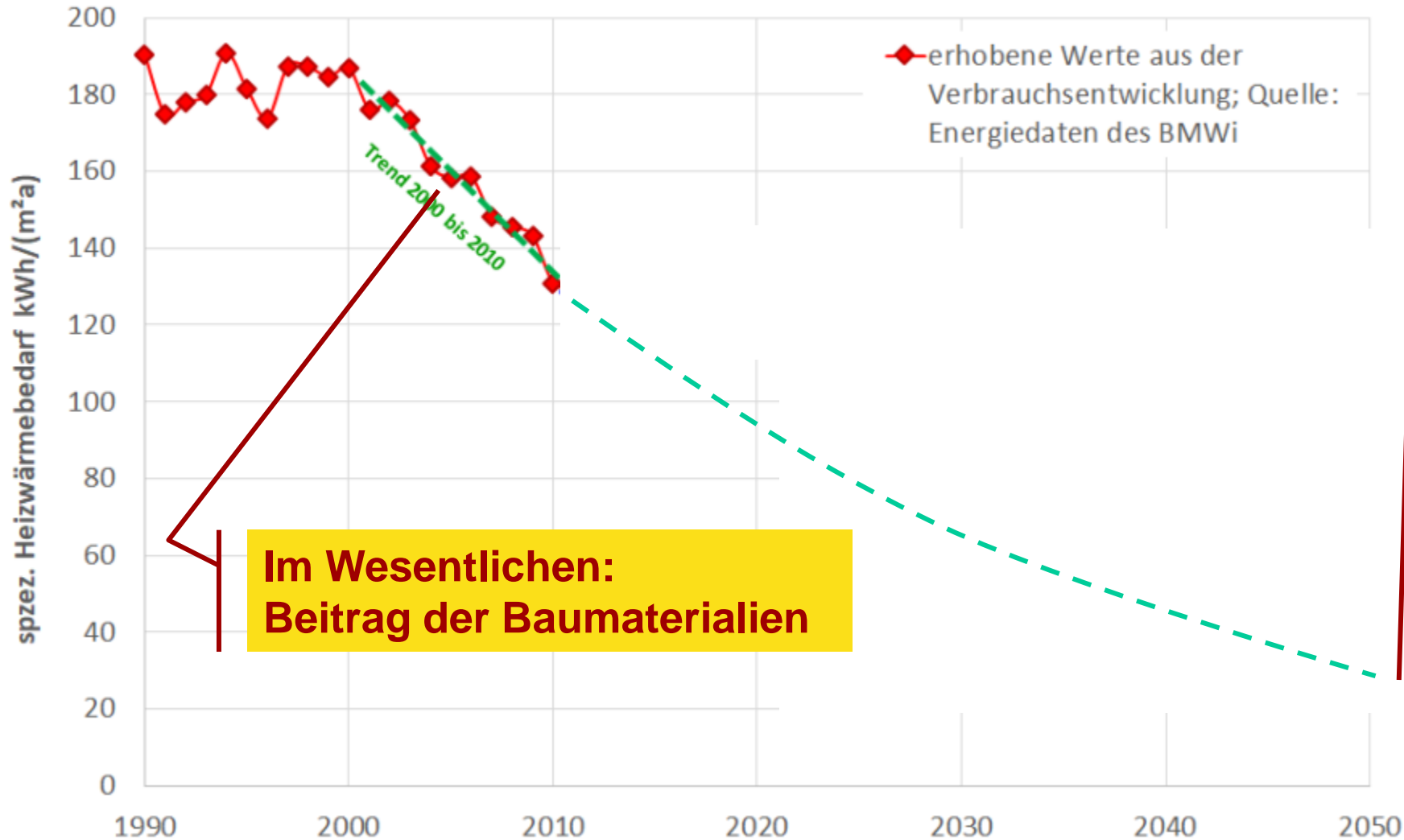


**Alte Wand und modernisierte Wand**



# Beitrag der Effizienz – Klappt das?

spezifischer Heizwärmebedarf der Haushalte in Deutschland



**Im Wesentlichen:  
Beitrag der Baumaterialien**

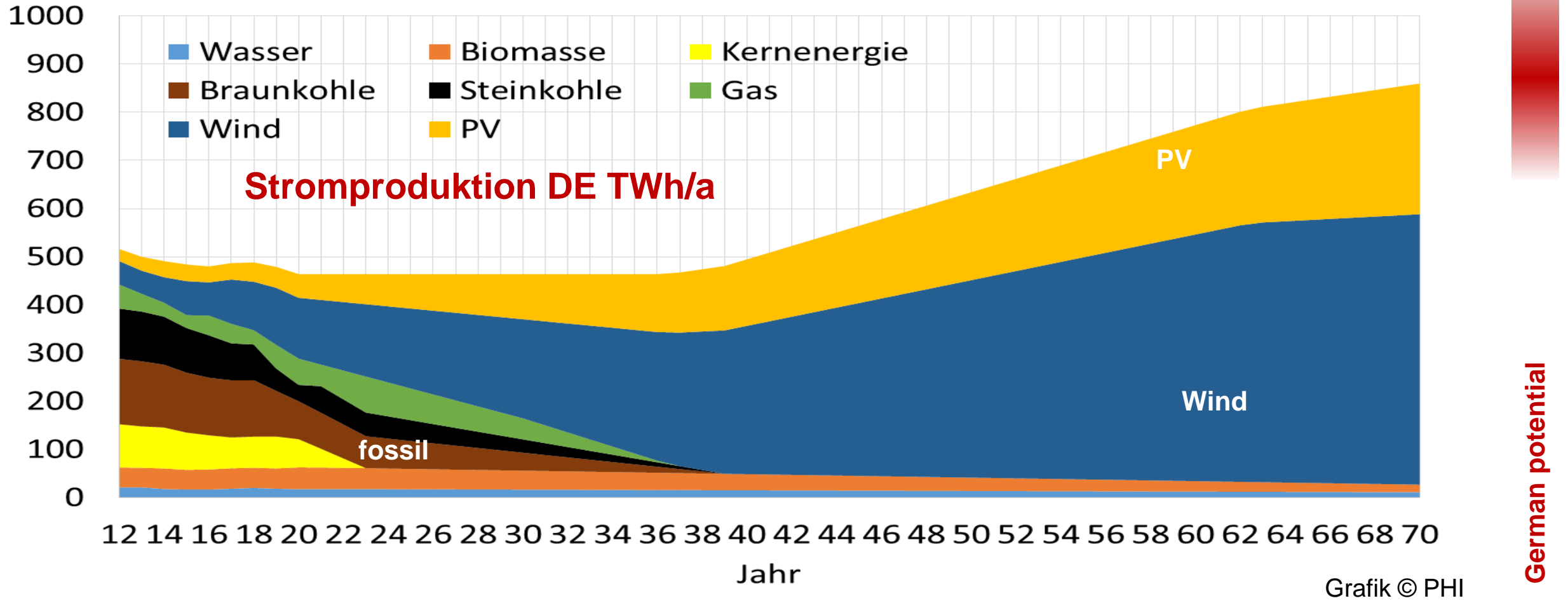
passipedia.de  
Suchbegriff:  
„Brach liegende Potentiale“

**Das klappt!  
EnerPHit bis  
2060**

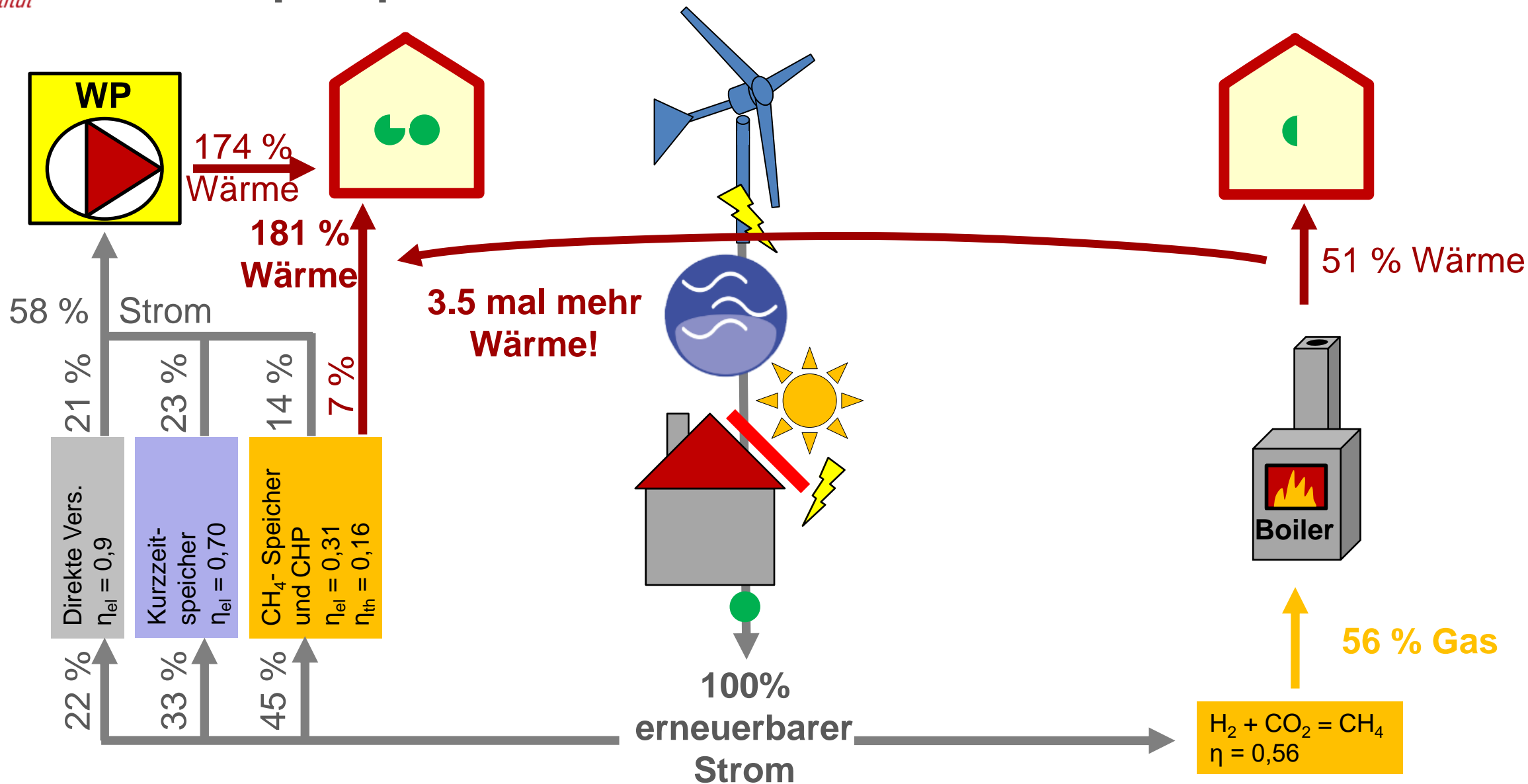


**Allein...  
Es fehlt(e)  
der Wille:  
Stillstand seit 2010**

# Restenergiebedarf durch erneuerbare decken



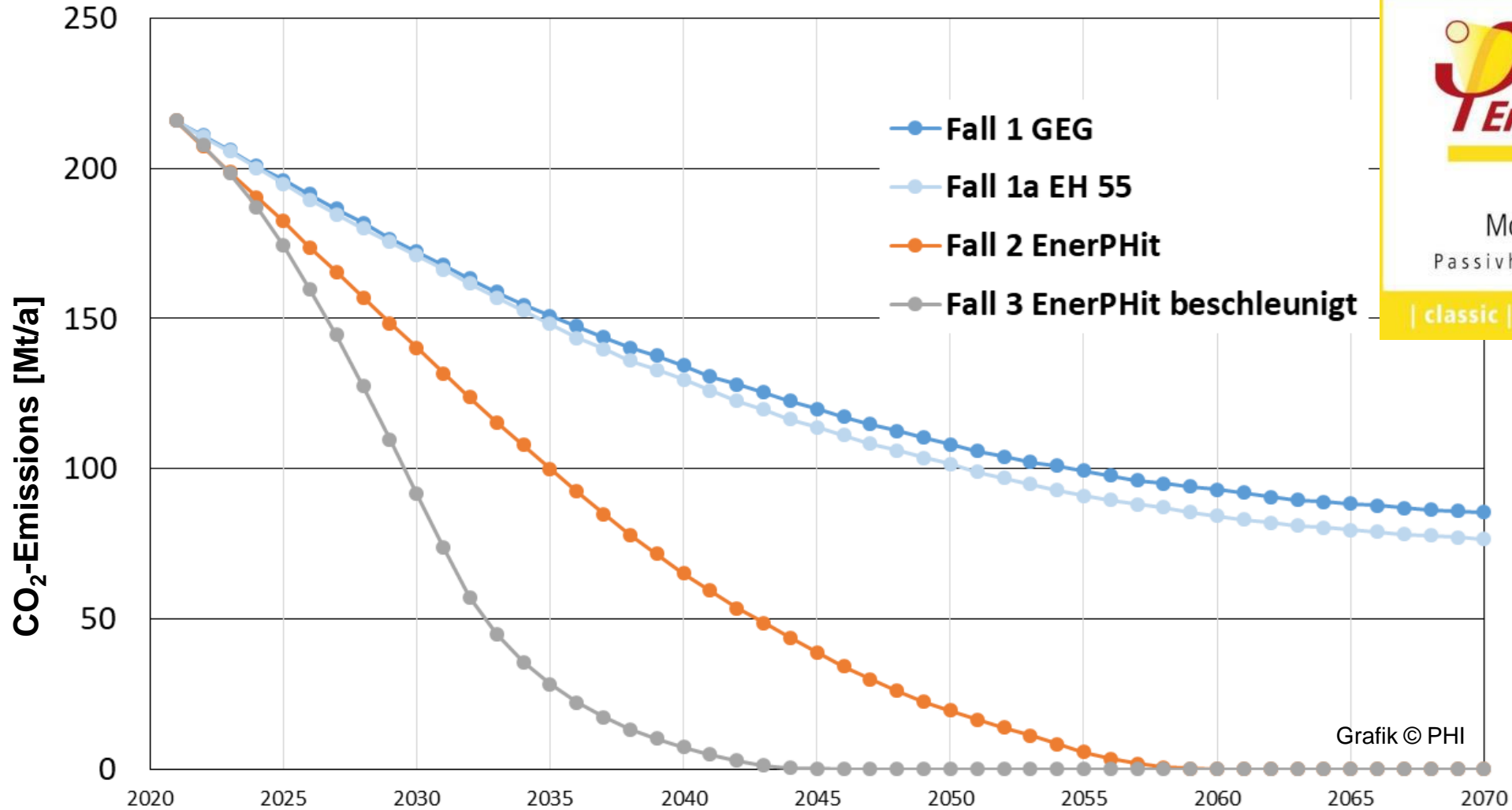
# Wärmepumpe.... Warum?



# Effizienz & Erneuerbare = Klimaschutz

**Wenn es richtig gemacht wird!**

**CO<sub>2</sub>-Emissionen für Heizung und Warmwasser - EE-Ausbau**

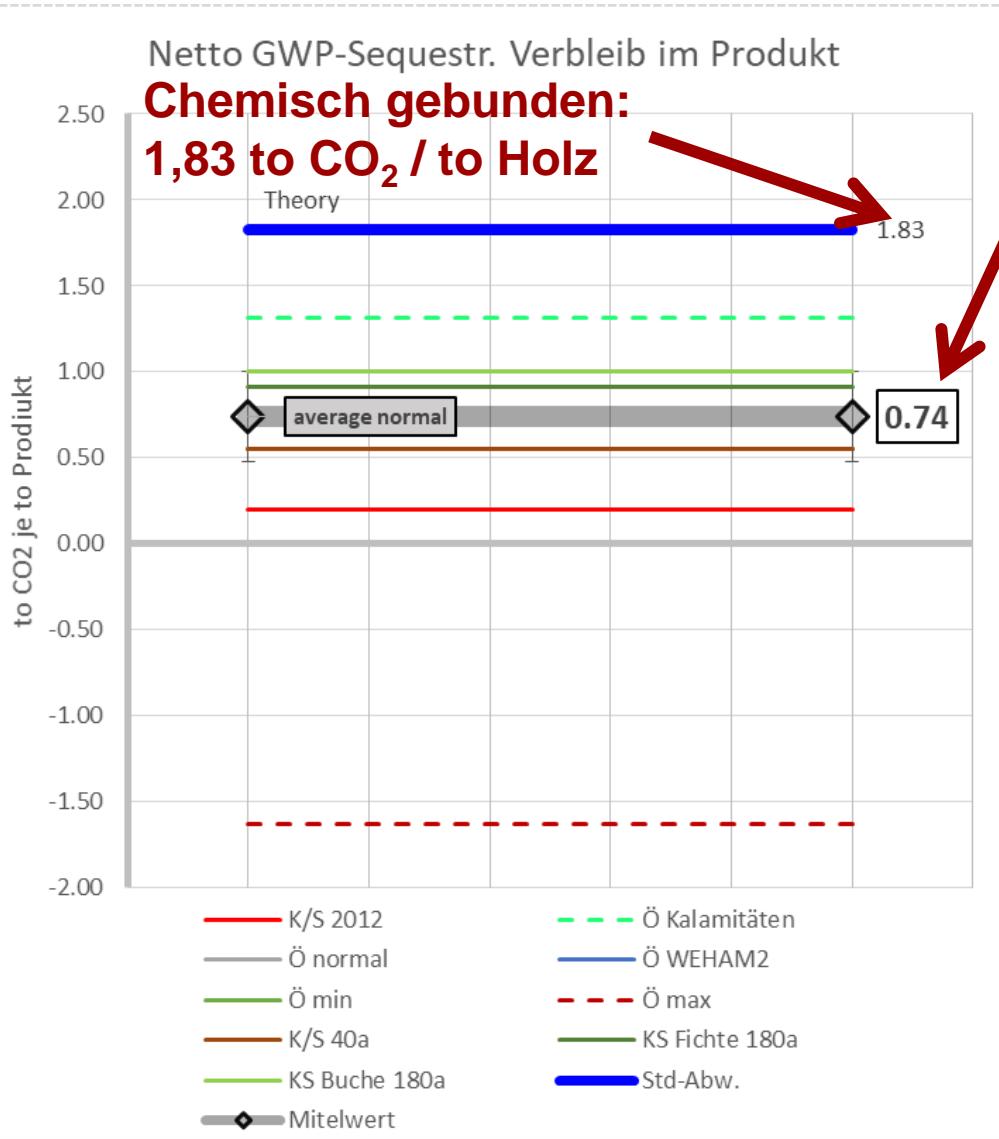



Zertifizierte  
Modernisierung  
Passivhaus Institut

| classic | plus | premium |



# CO<sub>2</sub>-Speicherung?



Mittelwert der "realistischen Szenarien" liefert

**0.74 to CO<sub>2</sub> je to Holz im Produkt**

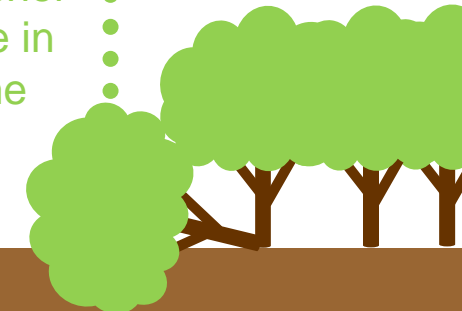
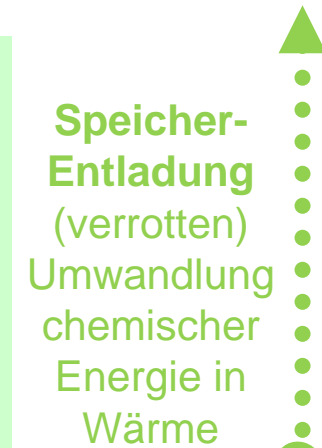
mit einer Std-Abw. von 14%. Etwa 40% der 'üblicherweise' angesetzten kalorisch bestimmten CO<sub>2</sub>-Gutschrift.



Nutzung von Ohnehin anfallenden Beiprodukten (Zellulose, Stroh)

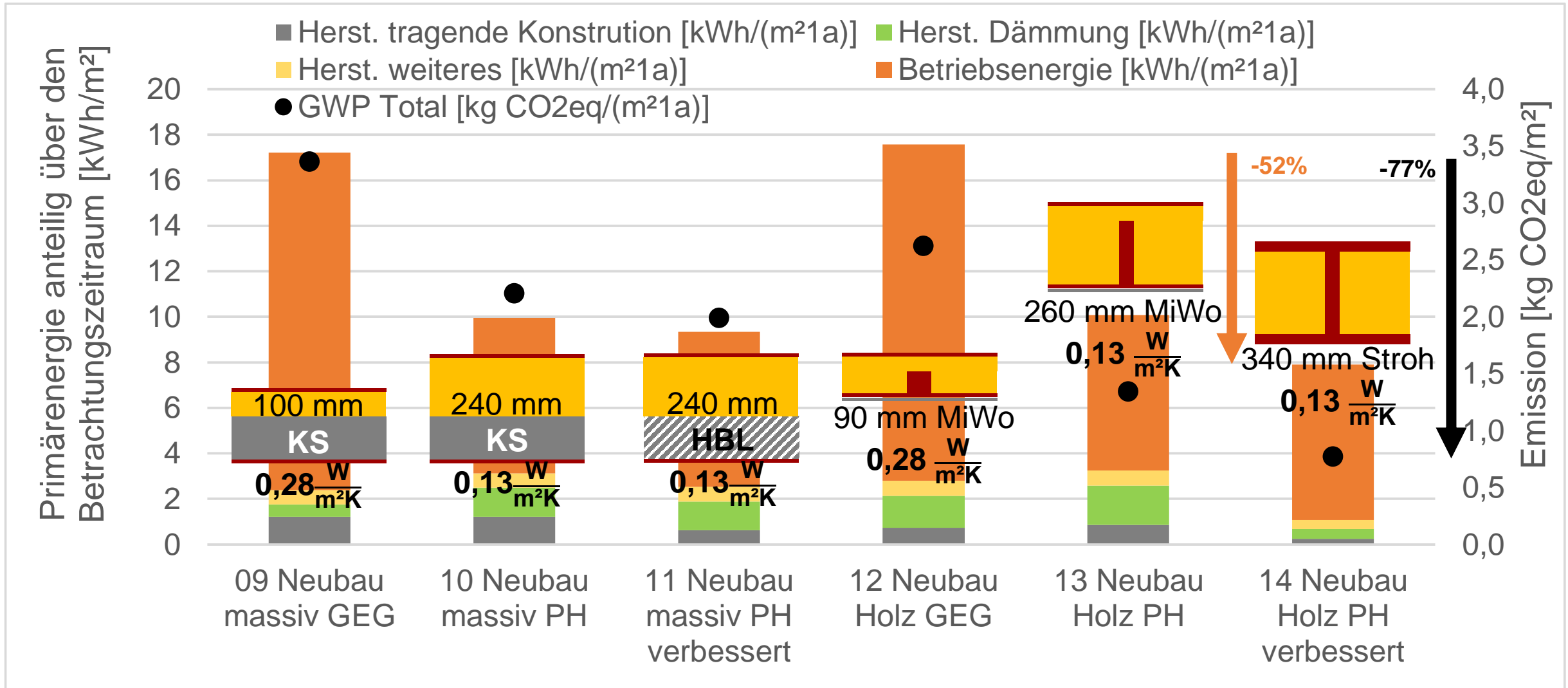
**1.83 to CO<sub>2</sub> je to Nachw. Rohstoff im Produkt**

100% der üblicherweise angesetzten kalorisch bestimmten CO<sub>2</sub>-Gutschrift.

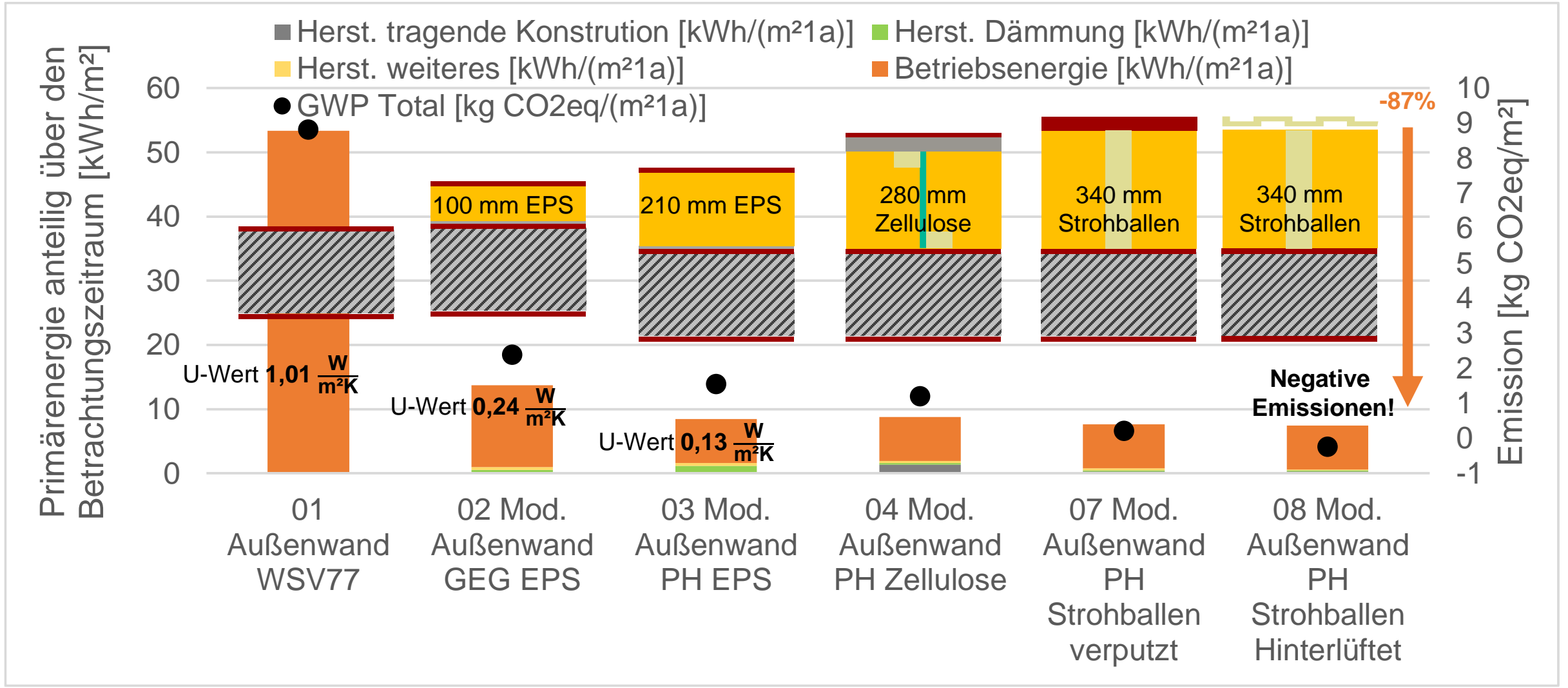


**Biomasse =  
Chemischer  
Energiespeicher**

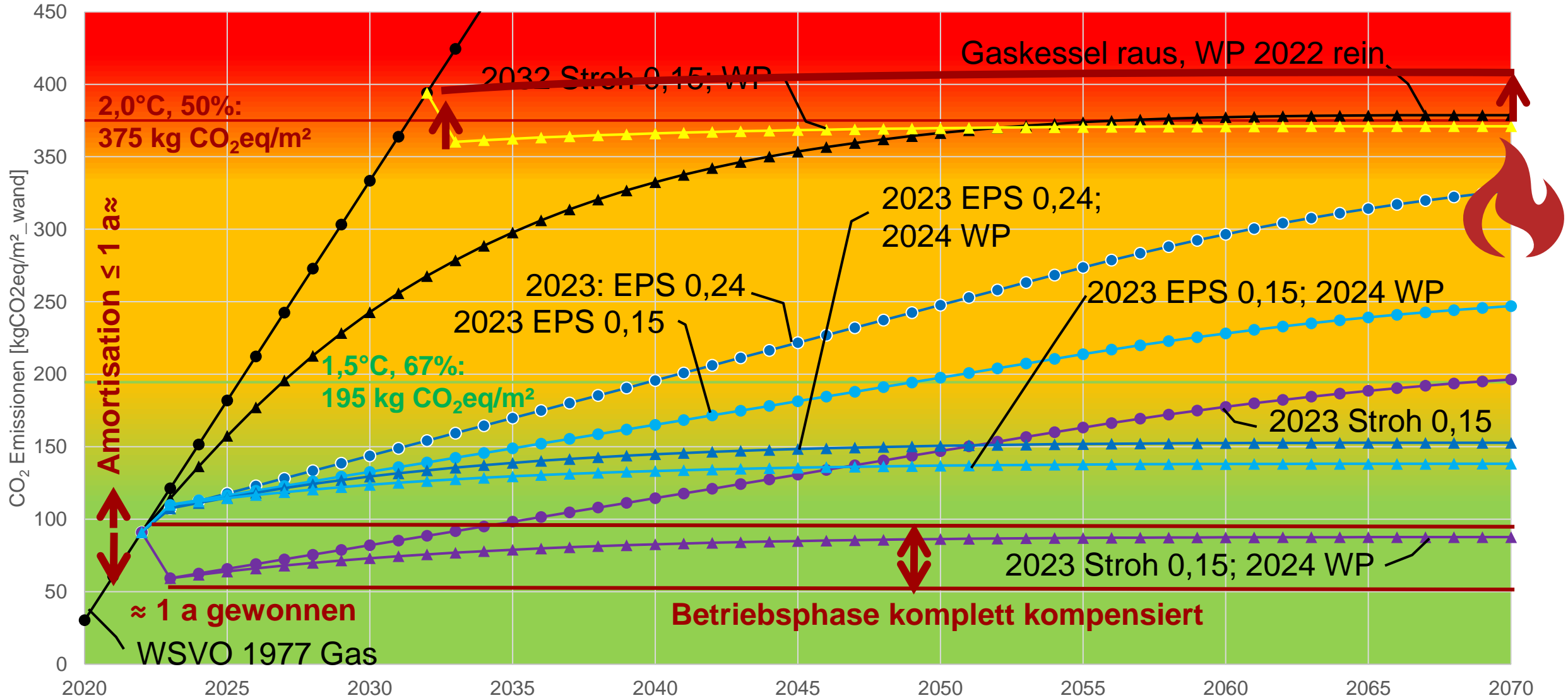
# Neubau: Außenwände: Nachwachsende Rohstoffe



# Modernisierung: Außenwände: Nachw. Rohstoffe



# CO<sub>2</sub> Emission & Budget





# Vielen Dank fürs Zuhören!

**Aufzeichnung des Arbeitskreises Nr. 58 für 60 €**  
**<https://tickets.passivehouse.com/PHI/ak-58/>**

