

Kreislaufwirtschaft und Ökobilanzen: Welche Dämmung ist ökologisch?

Dr. Martin Pehnt // Herbstforum Altbau, 25.11.2020, Livestream aus Stuttgart



Willkommen beim ifeu

Das ifeu forscht und berät weltweit zu allen wichtigen Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen. Es zählt mit über 40-jähriger Erfahrung zu den bedeutenden ökologisch ausgerichteten Forschungsinstituten in Deutschland. Unsere Arbeit ist gekennzeichnet durch Erfahrung, Unabhängigkeit, Praxisnähe und zielorientierte Herangehensweise. Im ifeu sind derzeit an den Standorten Heidelberg und Berlin über 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem Bereich der Natur-, Ingenieurs- und Gesellschaftswissenschaften beschäftigt.

www.ifeu.de



Mobilität
Mehr als grüne Welle

Mobility



Industrie + Produkte
Mehr als Konsum

Industry and Products



Biomasse + Ernährung
Mehr als ein Fußabdruck

Biomass and Nutrition



Ressourcen
Mehrwege denken

Resources



Energie
Mehr als Strom sparen

Energy

Graue Energie und graue Emissionen – ein Argument gegen Energieeffizienz?



2019

brauchen eine neue Kultur des Pflegens und Reparierens.

IV

Einfach intelligent

Die technische Aufrüstung zu „intelligenten Gebäuden“ und das Übermaß oftmals ökologisch fragwürdiger Dämmmaterialien führen nicht zu langlebigen und energetisch nachhaltigen Bauten. Eine dem Klimawandel gerecht werdende Architektur nutzt und reguliert mit typologischen, konstruktiven und thermischen Strukturen die jeweiligen klimatischen Bedingungen für ein Wohlbefinden der Nutzer. Referenz können dabei tradierte regionale Bauweisen sein. Das Einfache ist letztlich übertechnisierten Konzepten überlegen.

reichen, dass ganze Bauteile später selbst wieder zur Ressource werden. Verbunden ist damit ein ökologischer Anspruch an die Materialien und deren Verwendung.

VI

Vollständige Entkarbonisierung

Eine Entkarbonisierung erfordert einen Paradigmenwechsel im Material- und Energieeinsatz. Der Verzicht auf Materialien, die in ihrer Herstellung viel CO₂ emittieren, tritt als wichtiges ökologisches Kriterium an die Stelle der Energieeffizienz. Statt energieintensiv erzeugter Materialien wie Beton und Stahl liegt der Schwerpunkt auf natürlichen Materialien wie Stein, Holz und Lehm. Ebenso verlangt eine Entkarbonisierung den Einsatz emissionsfreier Baumaschinen im Bauprozess und eine CO₂-neutrale Energieversorgung der Gebäude.

Die „S
gültig
Entwi
und c
Prior
Indiv
attra
hen
ist d
und
nah
stru
für

P

D

la

j

e

Graue Energie und graue Emissionen – ein Argument gegen Abriss?

Architekten für einen nachhaltigen Wandel der Baubranche

1. Hinterfragt Abriss kritisch

Nicht nur werden wertvolle und schwindende Ressourcen bei einem Abriss und Neubau verschwendet, sondern auch bedeutend mehr Energie. Bei der Betrachtung der Energiebilanz des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes fällt auf, dass durch den Einsatz von grauer Energie jede Sanierung selbst dem Bau von Passivhäusern vorzuziehen ist.

Der Lebenszyklus eines Gebäudes und die „graue Energie“



Der Begriff „**Graue Energie**“ bezeichnet den Energieverbrauch, der bei der Herstellung, Lagerung, Transport, Verarbeitung und Entsorgung von Produkten entsteht.

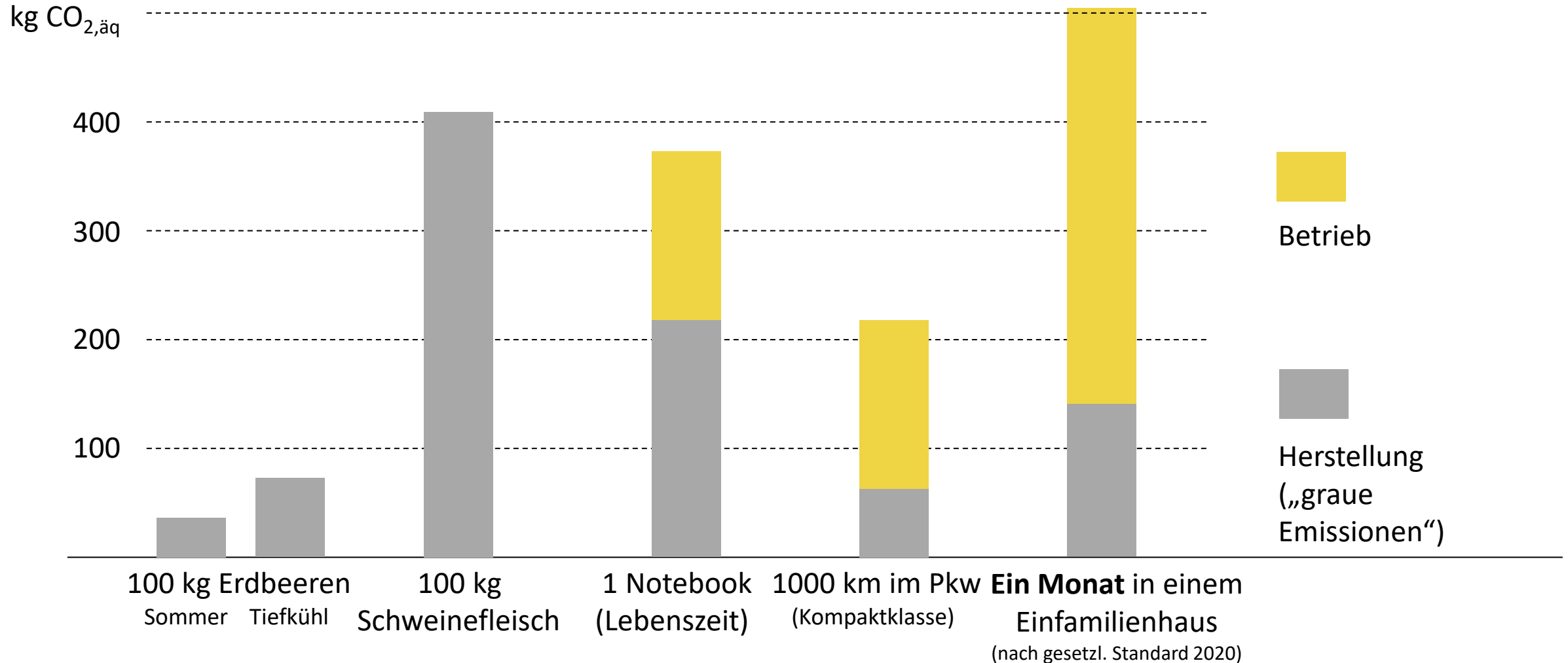
Auch: „embodied energy“.

Entsprechend: „Graue Emissionen“.

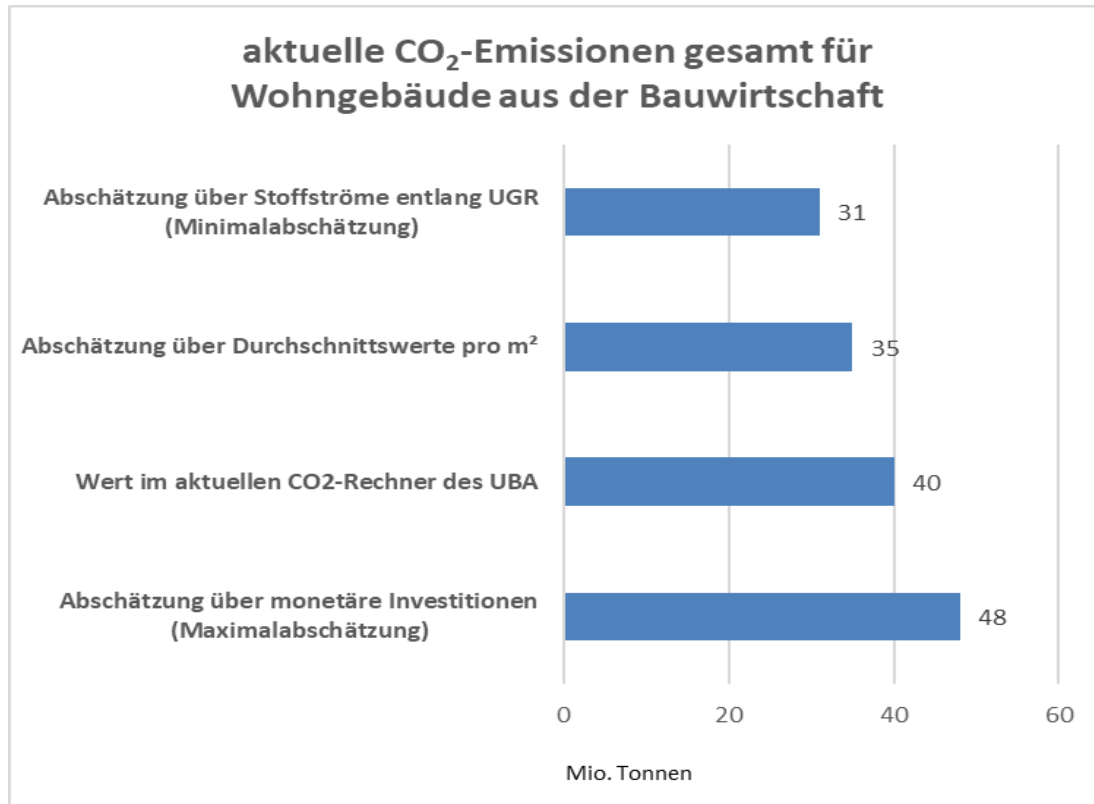
$$Q_{p,ne,gesamt} = \frac{Q_{p,ne,Nutzung} + Q_{p,ne,Herstellung}}{Nutzungsdauer} + \frac{Q_{p,ne,Erneuerung}}{Nutzungsdauer} + \frac{Q_{p,ne,End\ of\ Life}}{Nutzungsdauer}$$

Analog für andere Umweltwirkungen.

Beispiele für graue Klimagasemissionen



Bedeutung der Bauwirtschaft

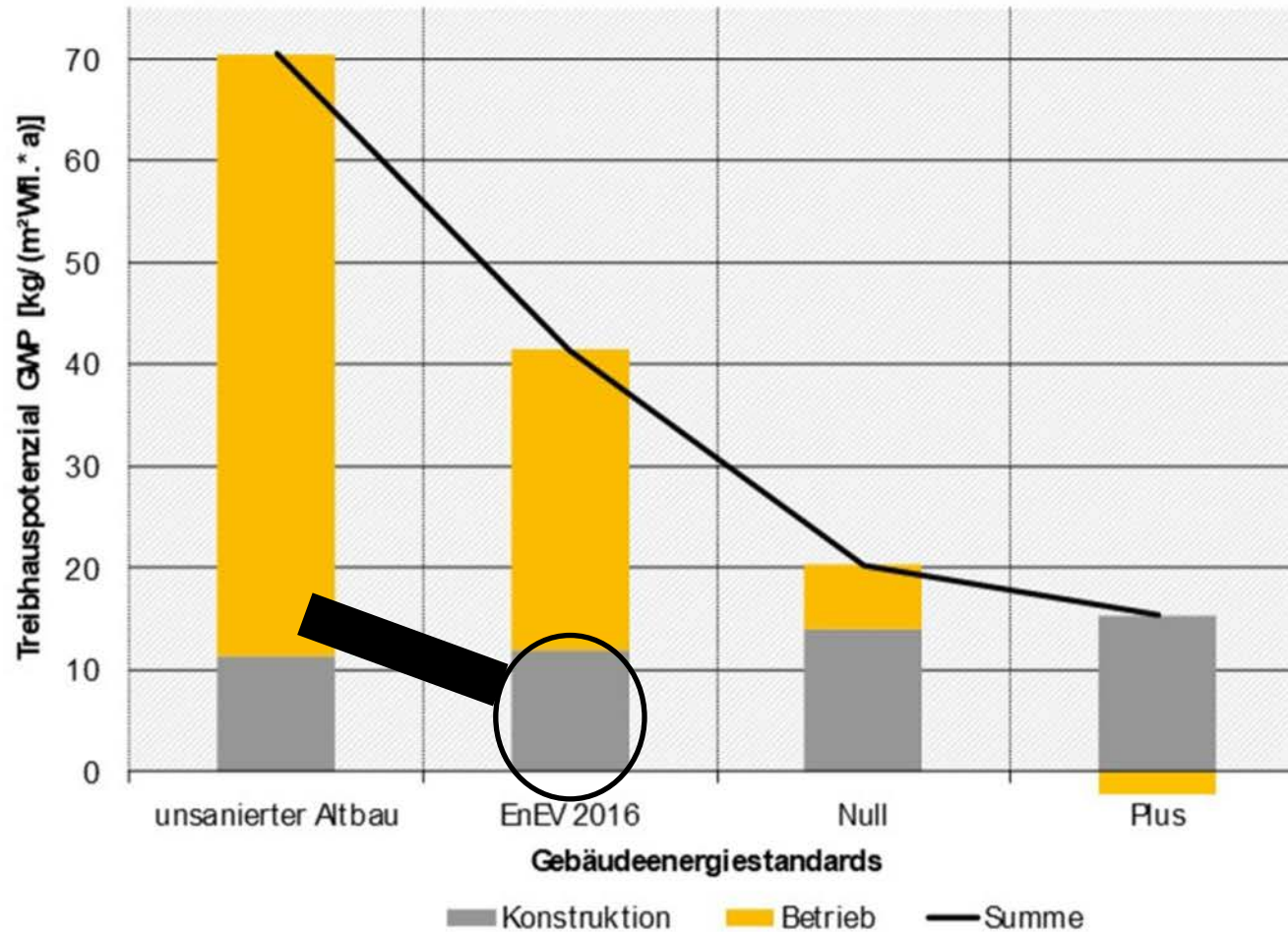


CO₂-Emissionen im Wohnbestand

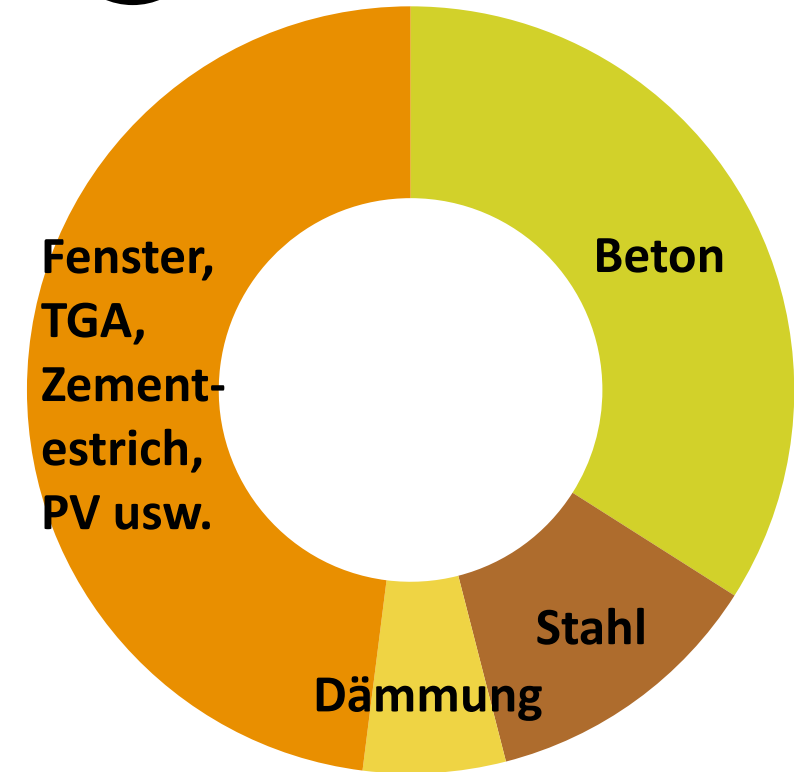
- Minimal 31 Mio. t CO₂
 - Abschätzung über physische Stoffströme in die Bauwirtschaft
 - Stoffströme sind konservativ ermittelt
- Maximal 48 Mio. t CO₂
 - Abschätzung über monetäre Investitionen
 - hohe Kosten im Ausbaugewerbe führen zu einer Überschätzung
- Zum Vergleich: direkte Emissionen Gebäude (ohne Fernwärme und Strom): 122 Mio. t.

Graue Energie und Treibhausgasemissionen

Beispiel Mehrfamilienhaus



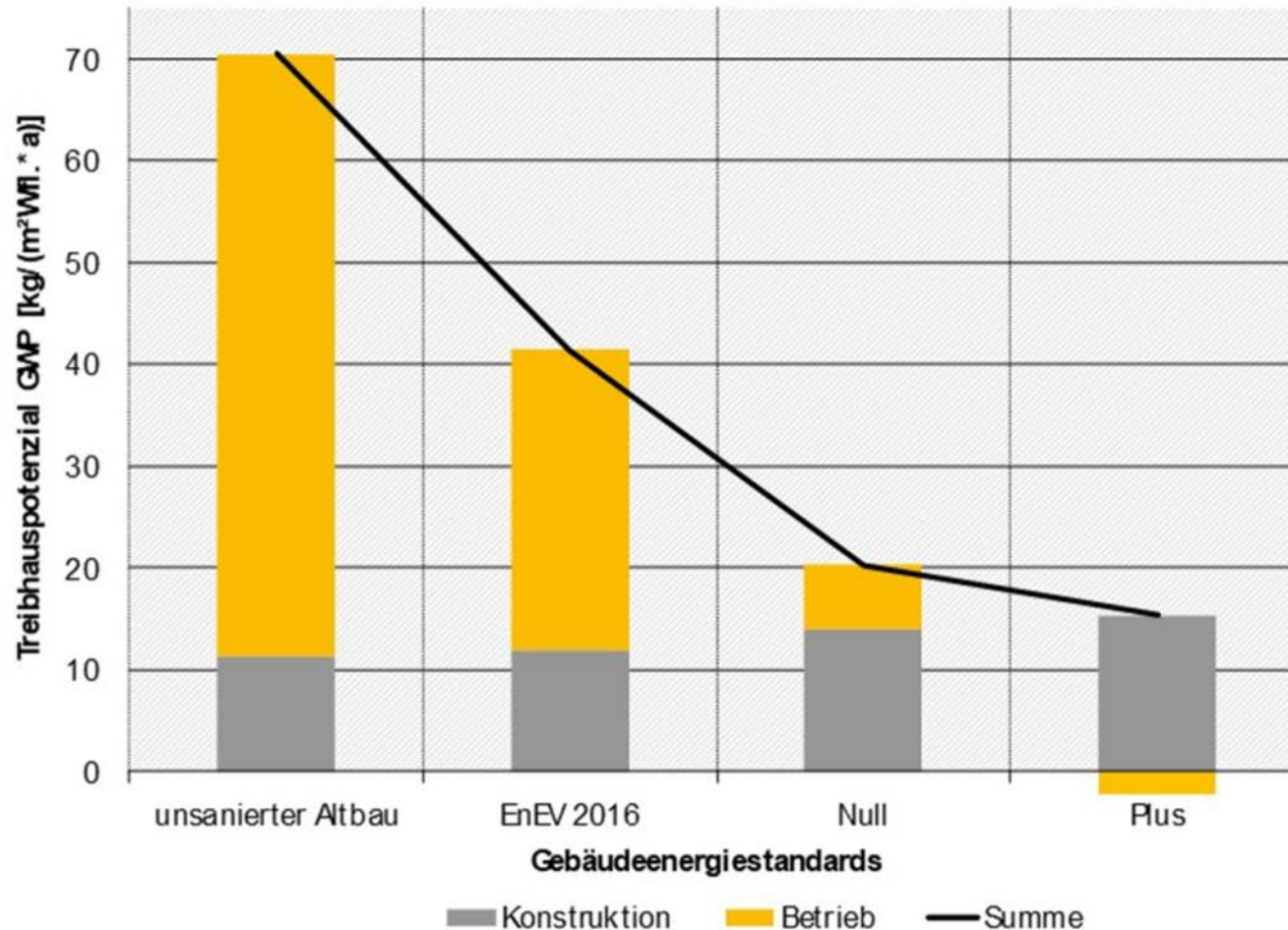
Anteile an grauer Energie



Bsp. MFH EH 55 (UBA 2019)

Graue Treibhausgasemissionen von Gebäuden

Beispiel Mehrfamilienhaus



„Graue Energie“ ist im **Neubau** ein wichtiges zusätzliches Kriterium.

Aber:

Ambitionierte Standards inkl. EH 40 schneiden in der Gesamtkobilanz gut ab. Die graue Energie verändert diese Bilanz nicht.

Ob **Abriss** oder **Neubau** besser sind, muss im konkreten Fall entschieden werden.



Graue Energie: Achtung!

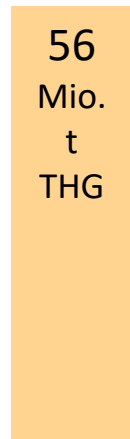
Auch die Baubranche muss klimaneutral werden.

Stahl heute....

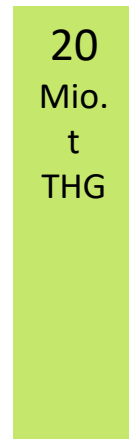
....2050

Zement heute...

..... 2050



RESCUE:
0...0,2 Mio. t



RESCUE:
5...14 Mio. t
ohne CCS

- Zunahme Elektrostahl (→ Schrott)
- Direktreduktion mit H₂, Ersatz der Hochofenroute
- Steigerung Energieeffizienz

- Steigerung Energieeffizienz
- Abwärmenutzung
- Substitution fossiler Energieträger
- Sekundäre Rohstoffe in Klinkerproduktion
- Reduktion Zementklinkeranteil
- Alternative Bindemittel
- Reduktion Zementanteil im Beton
- Carbon Capture

Elektrifizierung
wichtiger Metatrend!

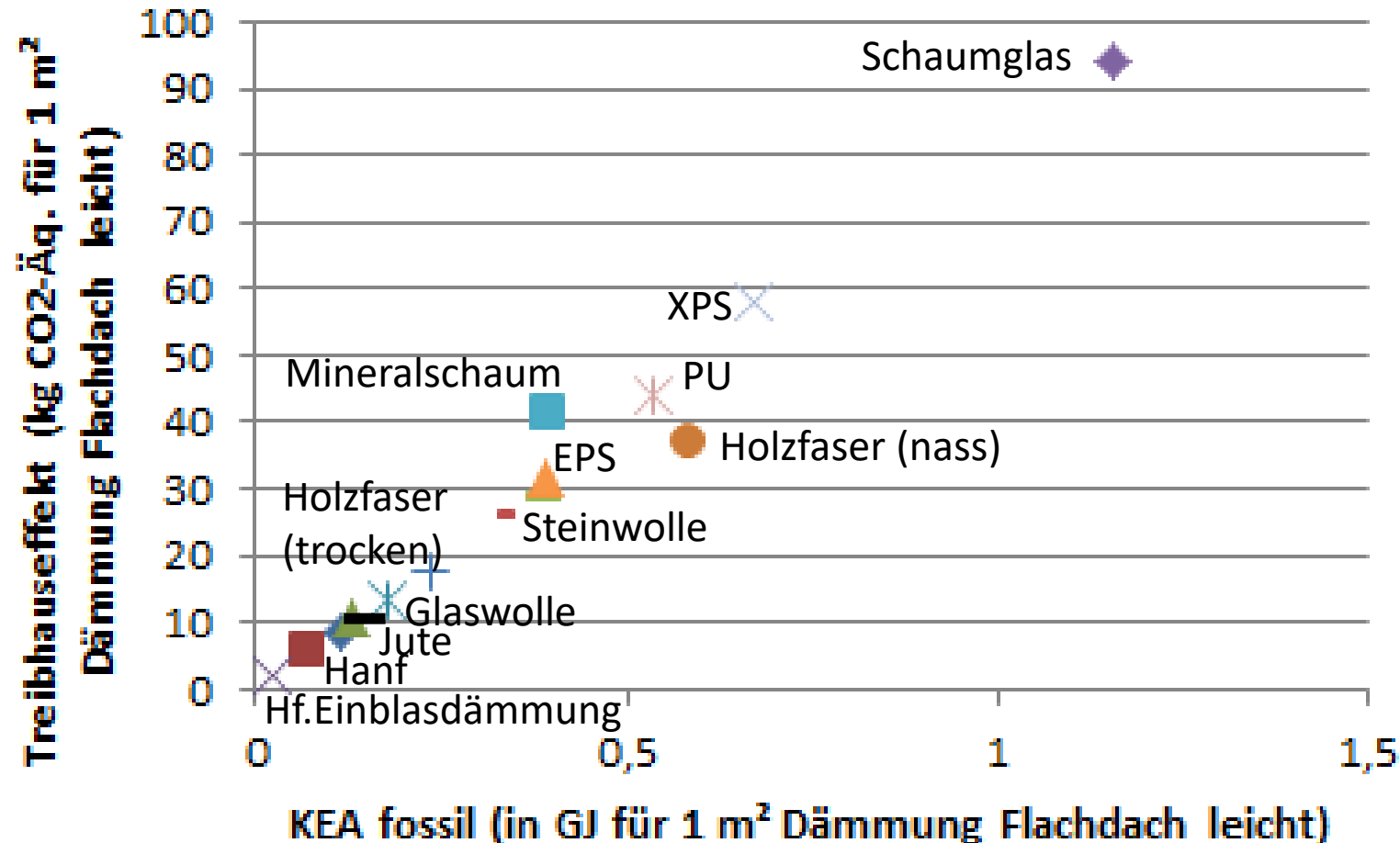
Vier Strategien müssen
Hand in Hand gehen:

- Materialeinsatz **reduzieren**
- Materialien geeignet **substituieren**,
Materialinnovationen
- Materialien im **Kreislauf**
führen
- Materialherstellung **dekarbonisieren**

Der **Umbau der Basisindustrien**
wird zu einer zentralen
Herausforderung, für die wir
noch zu wenig **Instrumente**
haben!

Klima- und Energiebilanz von Dämmstoffen

bei heutigen Entsorgungspfaden: Beispiel Flachdach

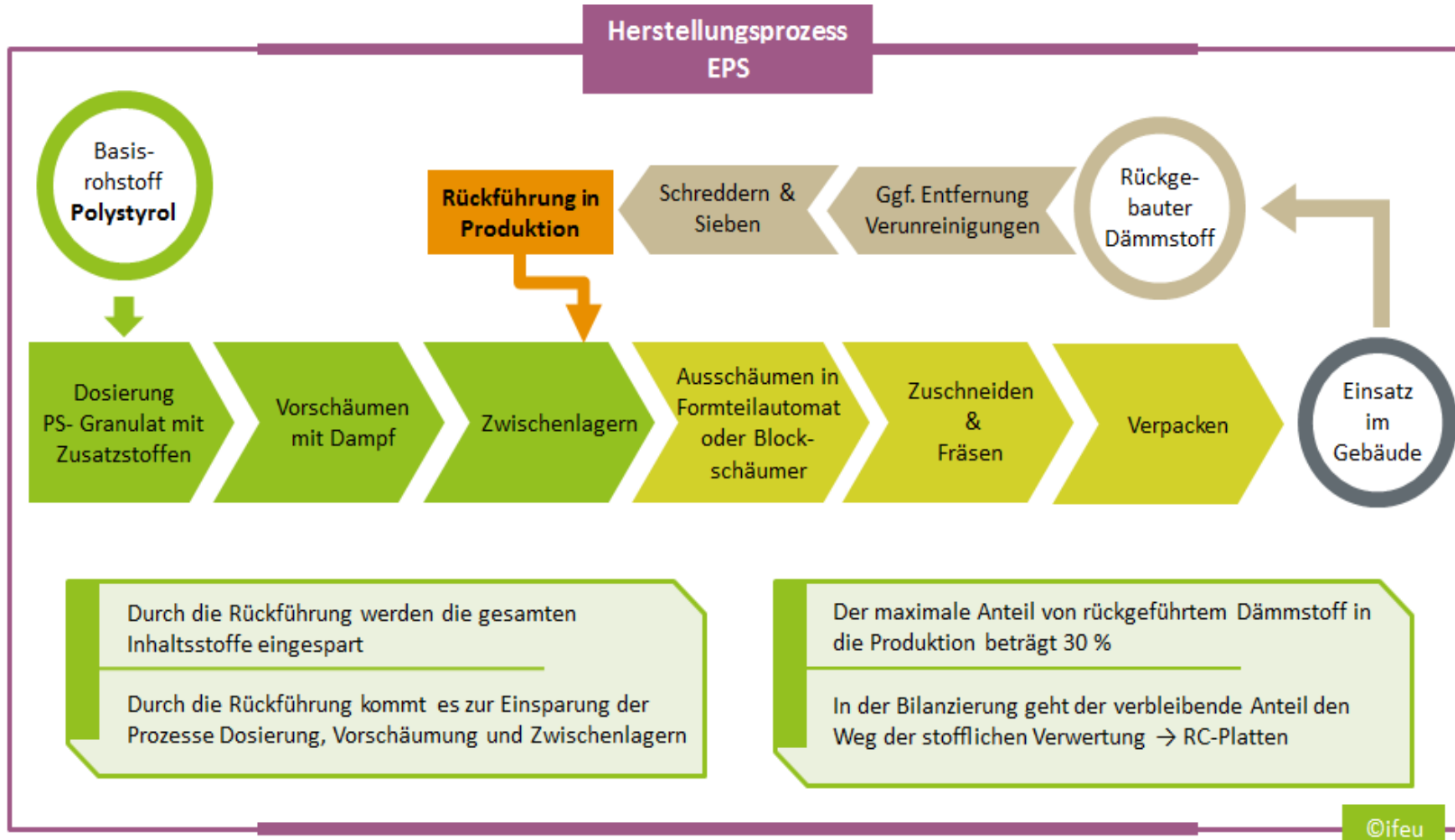


- Insgesamt sind die meisten Dämmstoffe nah beisammen.
- Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Reststoffen haben besonders gute Ökobilanz, wenn sie eingesetzt werden können
- Dämmstoffe aus mineralischen oder synthetischen Rohstoffen haben ein breiteres Anwendungsspektrum.

Beispiel Entsorgungswege: EPS-Platten – Rückführung in Produktion



Wunschbild: wie bei Verpackungs-EPS

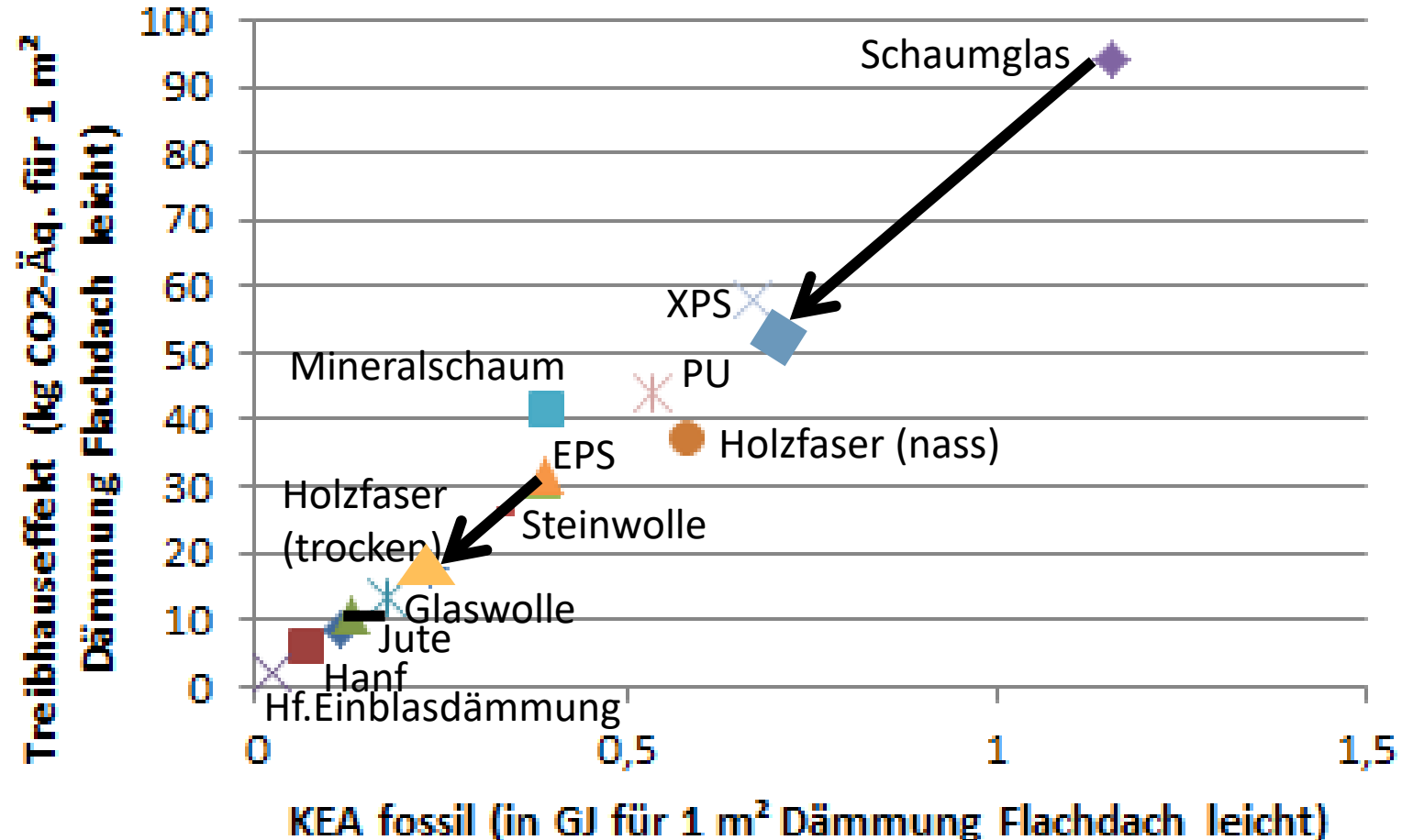


Herausforderung:

- **HBCD-Entfernung.** HBCD wurden 2016 verboten.
- Kein vollständiger **Ersatz von Primär-EPS** möglich.
- Auch **andere Verfahren** in Entwicklung.

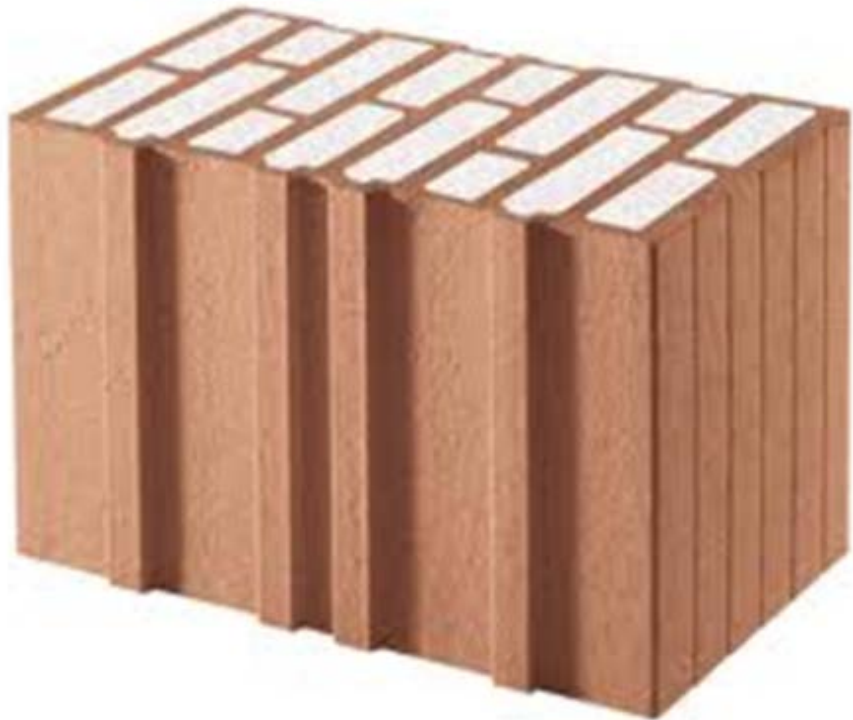
Klima- und Energiebilanz von Dämmstoffen

bei heutigen Entsorgungspfaden: Beispiel Flachdach, und stoffl. Recycling (EPS und Schaumglas)



- Insgesamt sind die meisten Dämmstoffe nah beisammen.
- Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Reststoffen haben besonders gute Ökobilanz, wenn sie eingesetzt werden können
- Dämmstoffe aus mineralischen oder synthetischen Rohstoffen haben ein breiteres Anwendungsspektrum.
- Stoffliches Recycling („Kreislaufwirtschaft“) verbessert ökologischen „Rucksack“ beträchtlich. Neue Verfahren! HBCD-Entfernung!

Weitere Kriterien

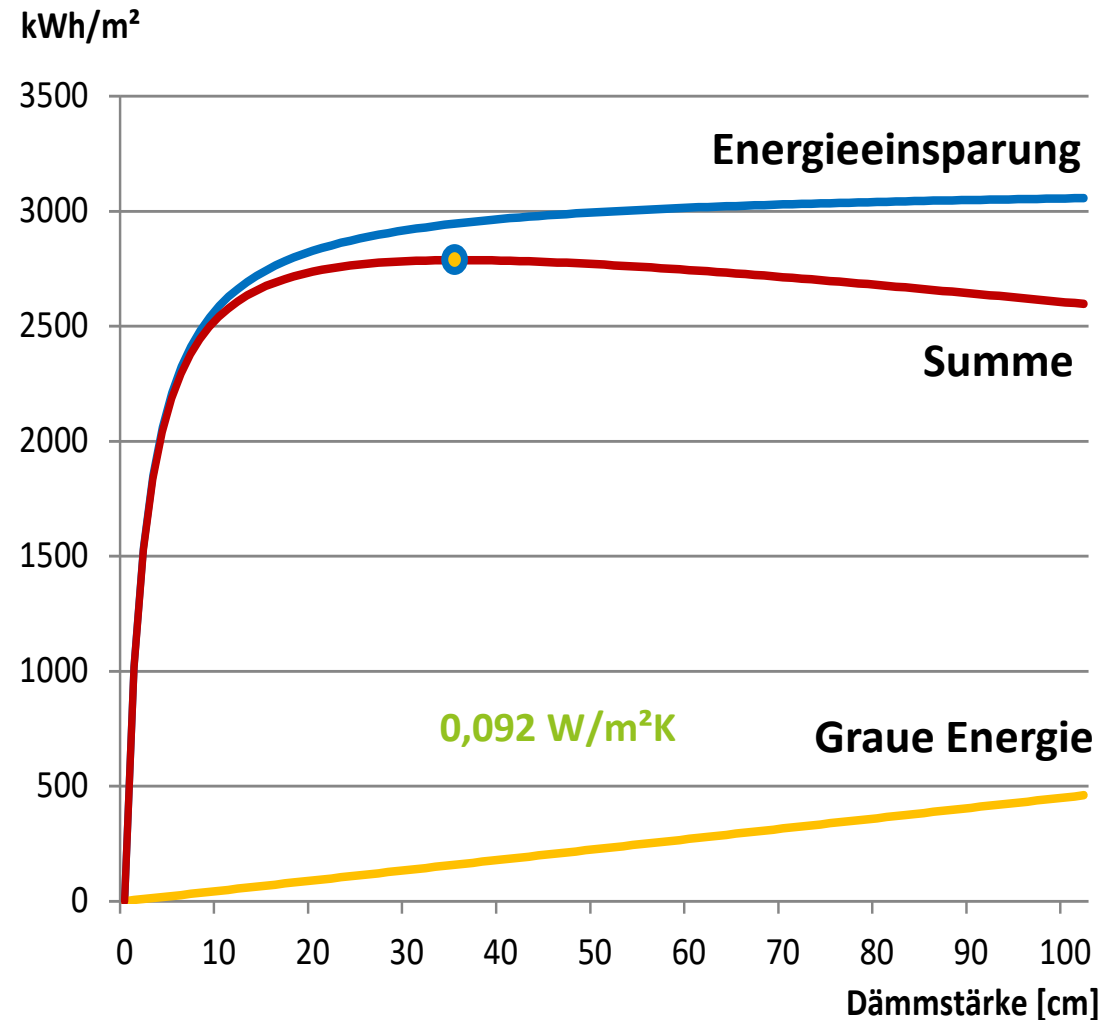


Für die Auswahl der richtigen Baumaterialien und für die Ökobilanz sind weitere Kriterien wichtig:

- Abfallvermeidung
- Trennbarkeit und verfügbare Trennungverfahren, z. B. bei Verbundwerkstoffen
- Rückbaufähigkeit und Recyclingfähigkeit
- Dauerhaftigkeit und Wartungsarmut
- Schadstoffarmut

Energetische Amortisation

Effekt des letzten Zentimeters



Ökobilanzielle Amortisationszeit (in Jahren)

Effizienzhaus 55 versus ungedämmt

EPS	Gas-Brennwertkessel	SW-Wärmepumpe
KEA	0,9	1,6
Treibhauseffekt	1,1	2,0
Versauerung	2,5	1,9
Eutrophierung terr.	2,7	1,5
PM 2.5	2,4	1,7

Durch die 1/d-Funktion ist der erste Zentimeter Dämmung der „wirksamste“.

Aber bis zu einem U-Wert von circa 0,1 W/m²K ist der Effekt zusätzlicher Energieeinsparung durch dickere Dämmstoffe höher als die zusätzliche graue Energie. (abhängig vom Dämmstoff).

Dämmung spart wesentlich mehr Energie als deren Herstellung kostet.

Architektonische Aspekte der Dämmung

ifeu & TU Darmstadt: 100 % EE-Wärme im Gebäudebestand (2014)



Gebäudeidentität?



Dominante Farbgebung?

Architektonische Aspekte der Dämmung

Gute Lösungen



Zonierung



Gestaltung mit Dämmung



Innendämmung



Gebäudeintegration



Ökobilanz in der Beratungs-Praxis

Woher bekomme ich die Daten?

Verschiedene Datenquellen:

www.oekobaudat.de

Ecoinvent

IBO

Produktdeklarationen

Parameter zur Beschreibung des Ressourcenverbrauchs und sonstige Umweltinformationen

Indikator	Richtung	Einheit	Stromverbrauch	Wärmeleistung	Transport	Herstellung	Abbruch	Transport	Abfallbehandlung	Sanierung	Recyclingrate
0	0	0	A1	A1-A3	A2	A3	C1	C2	C3	C4	D
Erneuerbare Stromerzeugung (EOL)	input	StU	1,2	43,01	0,013	42,4	0	0,205	0	0,10	-11,2
Erneuerbare Stromerzeugung (EOL)	input	StU	399	399	0	0	0	0	0	0	0
Totale erneuerbare Stromerzeugung (EOL)	input	StU	397,2	398,8	0,013	42,4	0	0,205	0	0,10	-11,2
Stromerzeugung (EOL)	input	StU	21	50,18	0,46	25,7	0	3,91	0	0,01	-10,6
Totale Stromerzeugung (EOL)	input	StU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale Stromerzeugung (EOL)	input	StU	21	50,18	0,46	25,7	0	3,91	0	0,01	-10,6

Wie berechne ich eine komplexe Bilanz....

Software-Produkte, z. B.

eLCA <https://www.bauteileditor.de/>

The screenshot shows the 'Bauteileditor' software interface. The main window displays the configuration for a facade component named 'Fassade_Ost'. It includes fields for 'Name', 'U-Wert', 'Rw', and 'Beschreibung'. A cross-section diagram of the facade is shown with numbered callouts. Below the main configuration, there is a table of 'Verbaute Bauteilkomponenten' (Installed Component Parts) with columns for 'Bauteilkomponente (opak)', 'Verbaute Menge', and 'DIN 276'. The table lists components like 'Gips-Platz/Anstrich', 'Mauerziegel 24 cm', and 'WDVS'. At the bottom, there is a 'Gesamteintritt' (Overall Input) section with a table for 'Lebenszyklus' (Lifecycle) across different impact categories like 'PEI n. em.', 'PEI em.', 'ADP', 'EP', 'ODP', 'POCP', 'GWP', and 'AP'.

.... und wie eine einfache?

Vereinfachte Software u.a. in Energieberatungsprogrammen ist in Vorbereitung



Beyond Graue Energie

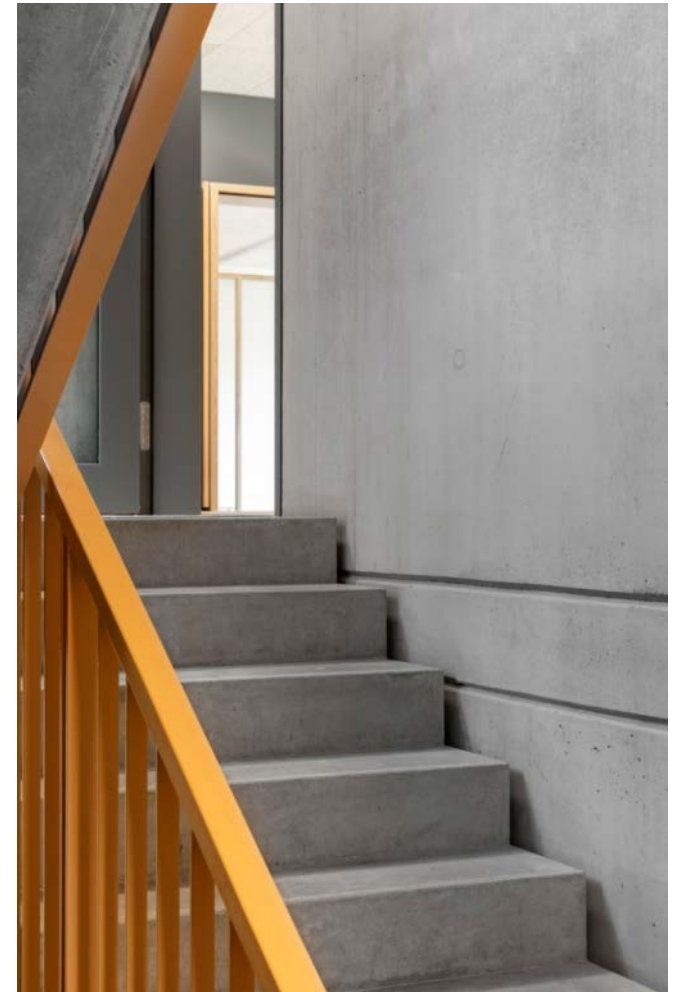
Beispiel Ressourcenschonender bzw. Recycling-Beton (R-Beton)



Einsatz von Gesteinskörnungen aus Aufbereitung von Altbeton, Mauerwerk oder Gleisschotter

- Bis zu 45% weniger primäre Rohstoffe
- Rohstoffversorgung aus der Nahdistanz

Material	THG	Primäre Rohstoffe
Beton	High	High
R-Beton	High	Low



Beyond Graue Energie

Flächensparendes Bauen als Beitrag zu Ressourcenschonung und Energieeffizienz



Foto entfernt wegen Copyright

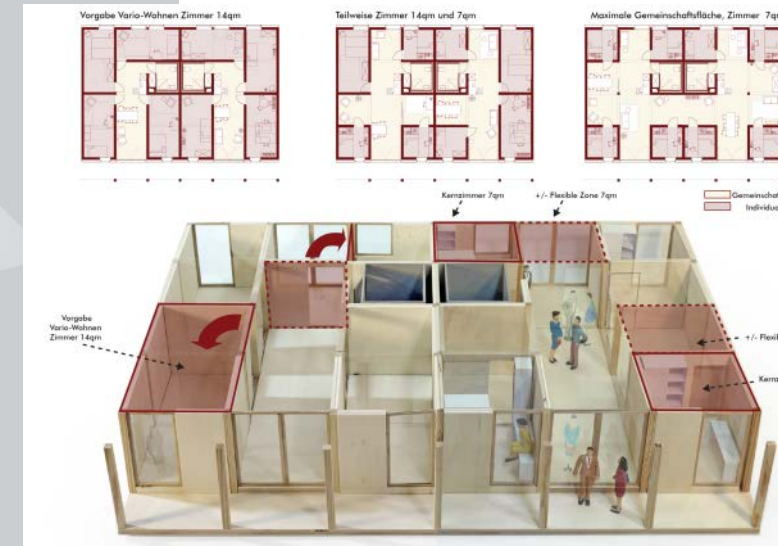
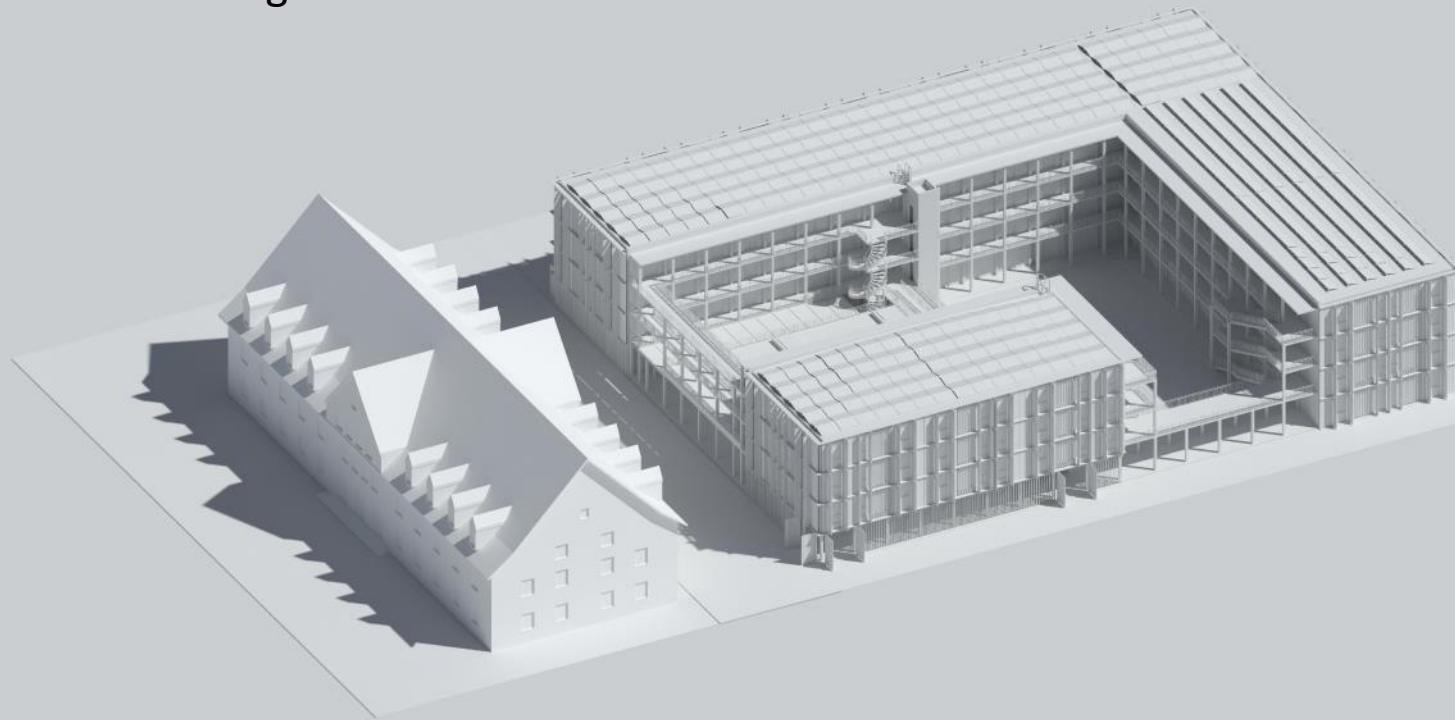


**Shards
Fliesen aus
Bauschutt
und
Glasscherben
im neuen ifeu-
Gebäude**



Beispiel Collegium Academicum Heidelberg

Holzbau // Flexibilität // Kreislauffähigkeit, Trennbarkeit // Geteilte Flächen // Geringer Materialverbrauch // CO₂-sparende Materialien // Energieeffizienz // Erneuerbare Energien



Abschlussthesen

1 Zunehmende Bedeutung.

„Graue Energie“ ist im Neubau ein wichtiges Kriterium. Aber: Ambitionierte Standards inkl. EH 40 schneiden in der Ökobilanz sehr gut ab. Graue Energie stellt Hocheffizienz nicht in Frage.

2 Tragende Bauteile dominieren.

Die Bilanz vieler Gebäude zeigt, dass besonders die konstruktiven Materialien für Gebäude, aber auch Tiefbau (Tiefgarage, Straßen, Parkplätze usw.) die Bilanz bestimmen.

3 Dämmung und energetische Modernisierung lohnt ökologisch.

Das Argument, graue Energie spreche gegen Dämmung, ist falsch. Die Unterschiede unter den Dämmstoffen sind meist nicht sehr groß.

4 Hersteller müssen ökologische Rucksäcke mildern.

- Recyclingfähigkeit
 - Kreislaufführung
 - Klimaneutrale, ressourcenarme Produktionsprozesse
- Also: mehr Nachfrage nach nachhaltigen Produkten schaffen.

5 Graue Energie senken durch

- Substanz erhalten, sanieren und erweitern
- Steigerung Nutzungsintensität
- Kompaktheit / Suffizienz
- hohe Nutzungsflexibilität
- hohe Nutzungsintensität

6 Auch andere Ressourcen beachten

Recyclingbeton beispielsweise schont Sand- und Kiesressourcen und ist daher ökologisch wünschenswert, leistet aber keinen großen Beitrag zur Verbesserung der Energiebilanz.