



## **Verwertung des Abbruchmaterials von KlimaHäusern**

**- Fachgespräch -**

**Florian Knappe**

*Bozen, 03. Oktober*

---

## „Verwertung des Abbruchmaterials von Klimahäusern“

- Abbruchmaterial
- Solarpaneele

Studie in Zusammenarbeit mit:



via Marie Curie 17  
I 39100 Bolzano  
Hr. Rosanelli, Fr. Leiter

und Unterstützung durch Fa. Feeß (Kirchheim/T) sowie Frau Bonadio

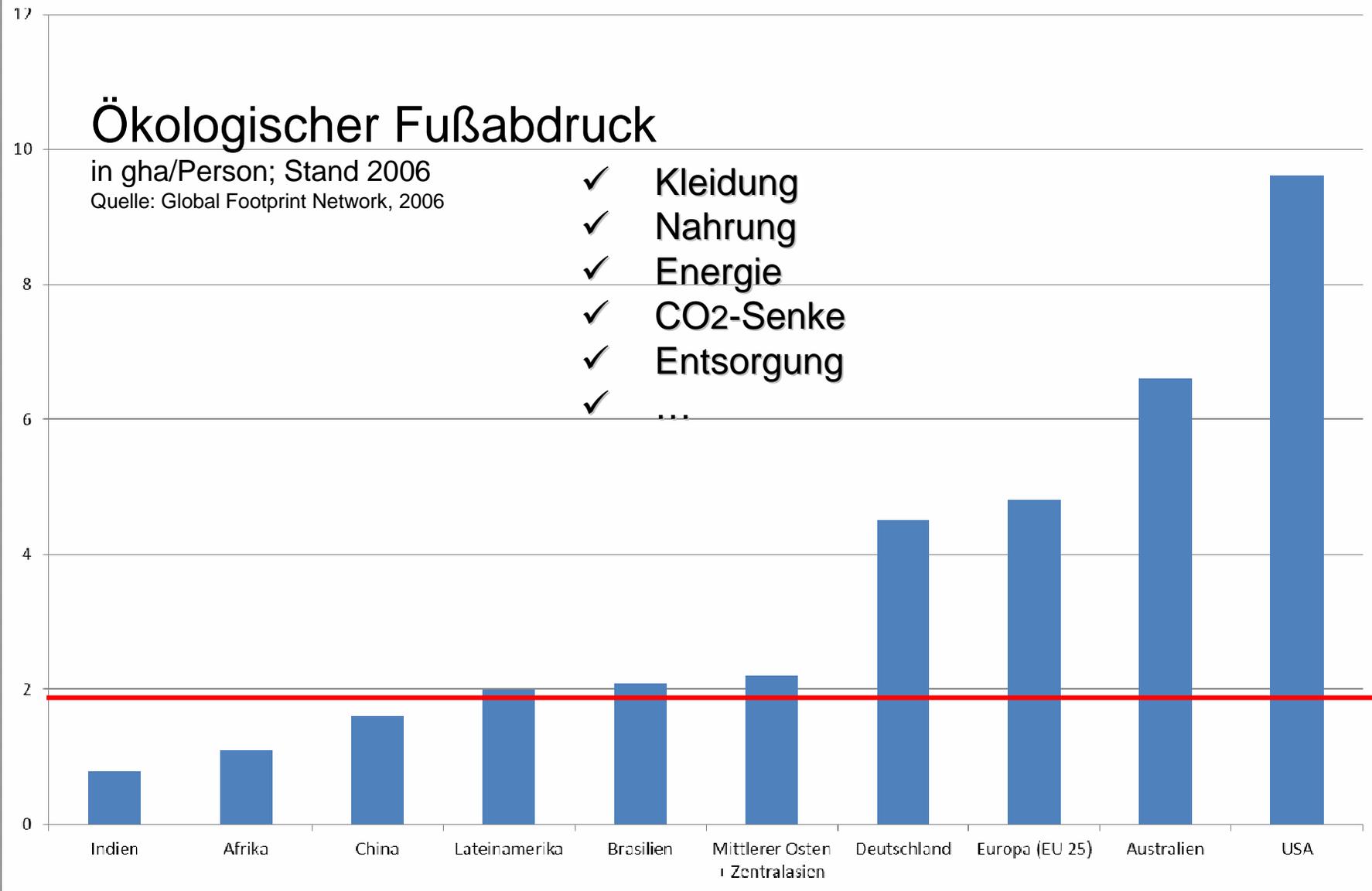
## Gliederung des Vortrags

- Kreislaufwirtschaft als Baustein der Nachhaltigkeit
- Hochwertige Verwertung
  
- Die verschiedenen Typen an KlimaHäusern
  - aus dem Blickwinkel Kreislaufwirtschaft
  - aus ökologischer Sicht (Ergebnisse Ökobilanz)
  
- Empfehlungen

# Ökologischer Fußabdruck

in gha/Person; Stand 2006  
 Quelle: Global Footprint Network, 2006

- ✓ Kleidung
- ✓ Nahrung
- ✓ Energie
- ✓ CO<sub>2</sub>-Senke
- ✓ Entsorgung
- ✓ ...



---

## Nachhaltigkeitsstrategien

- Konsistenz => neue umweltfreundliche Technologien
- Suffizienz => geringerer spezifischer Einsatz von Energie und primären Rohstoffen
- Effizienz => das richtige Maß beachten

Der Ressourceneinsatz muss deutlich reduziert werden

## KlimaHäuser

=> Minderung des spezifischen Einsatzes von Energie  
in der Nutzungsphase

=> bei Wahrung der Kreislaufwirtschaft (?)

---

## Ziele in der Bauwirtschaft:

- geringe ökologische Lasten der Baustoffe
- Hohe energetische Standards in Nutzungsphase

### ➤ Aber auch:

möglichst vollständige und hochwertige Verwertung der beim Abbruch von Gebäuden anfallenden Abfälle

Gelingt es, die Massen möglichst eng in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen, lässt sich der Bedarf an primären Rohstoffen entsprechend senken

---

Allein in Südtirol werden jährlich etwa 1 Mio. Tonnen Sand und Schotter für die Bauindustrie abgebaut

Bedeutet einen erheblichen Eingriff in den Natur- und Landschaftshaushalt mit Beanspruchung der Ressourcen:

- Wasser
- Fläche / Boden
- Luft
- biologische Vielfalt
- Ökosysteme

# Starke Konkurrenz zu anderen Ansprüchen an Flächennutzung

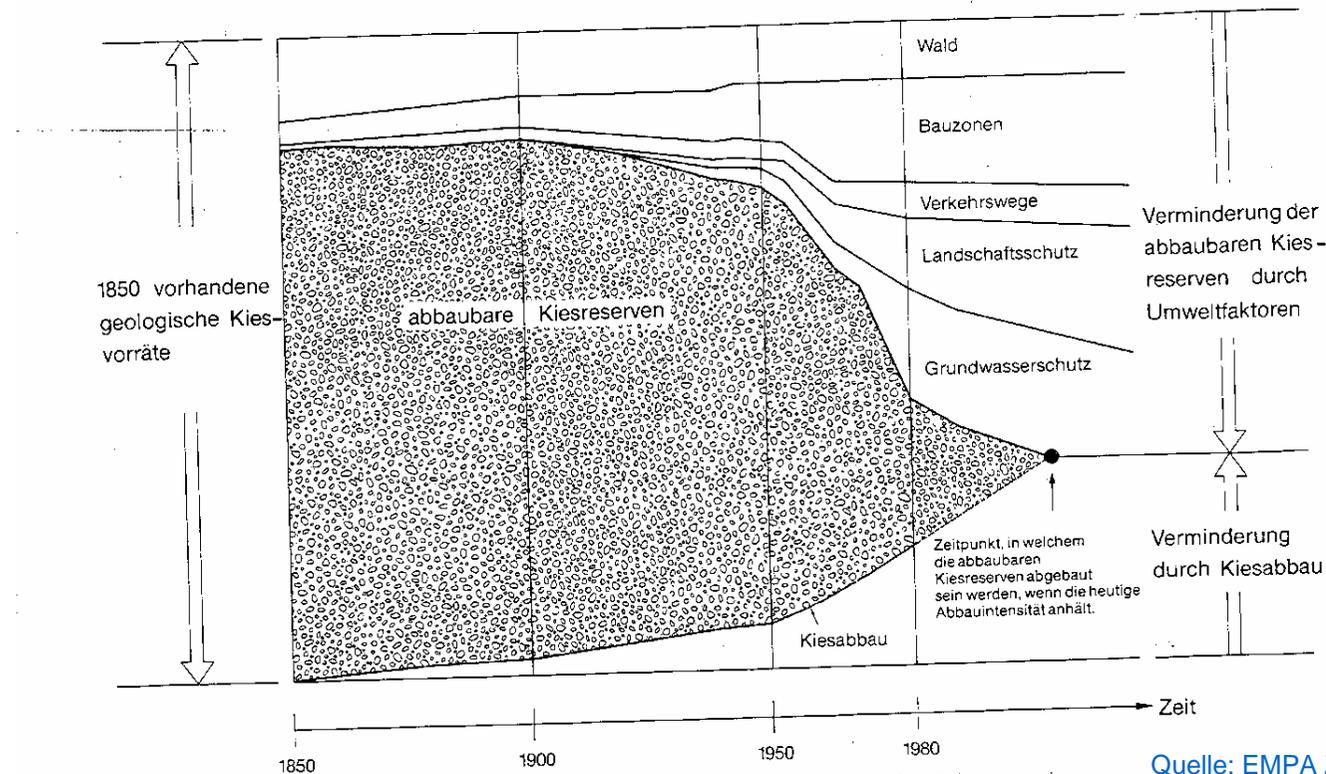


Fig. 1: Verminderung der abbaubaren Kiesreserven 1850-1980 (schematisches Diagramm)

Auch "Steine" sind ein knappes Gut!

## Verwertung des Abbruchmaterials von KlimaHäusern

Greift erstmals und beispielgebend die Frage auf:

Welche Auswirkungen hat die energetische Optimierung eines Gebäudes auf die Kreislaufwirtschaft bzw. die Nutzung der beim Abbruch anfallenden Massen als sekundäre Rohstoffe

Energetische Optimierung darf nicht zu Lasten der Kreislaufwirtschaft gehen

# Input Mauerwerk



# Input Altbeton



---

## Homogene Produkte, „frei“ von Fremdstoffen



---

## GK-Komponente aus Mauerziegel etc.



---

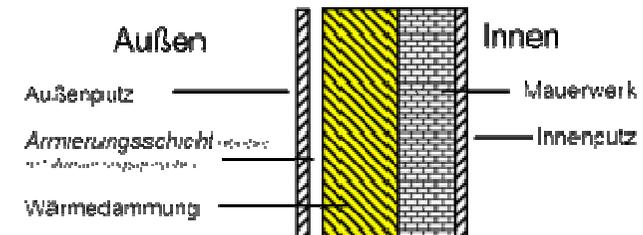
## GK-Komponente aus Altbeton



# KlimaHaus-Typen

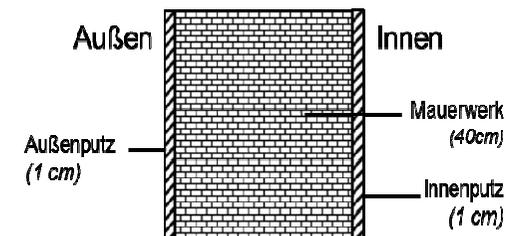
## Wandaufbau mit Einsatz von Wärmedämmverbundsystemen

- Übliche Lösung bei der Sanierung von Gebäuden
- Auch im Neubau bevorzugte Lösung

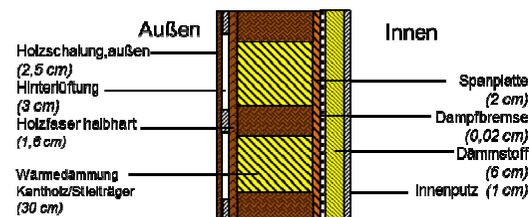


## Monolithische Bauweise

- Einsatz von Verbundbaustoffen
- Verwendung rein mineralischer Baustoffe



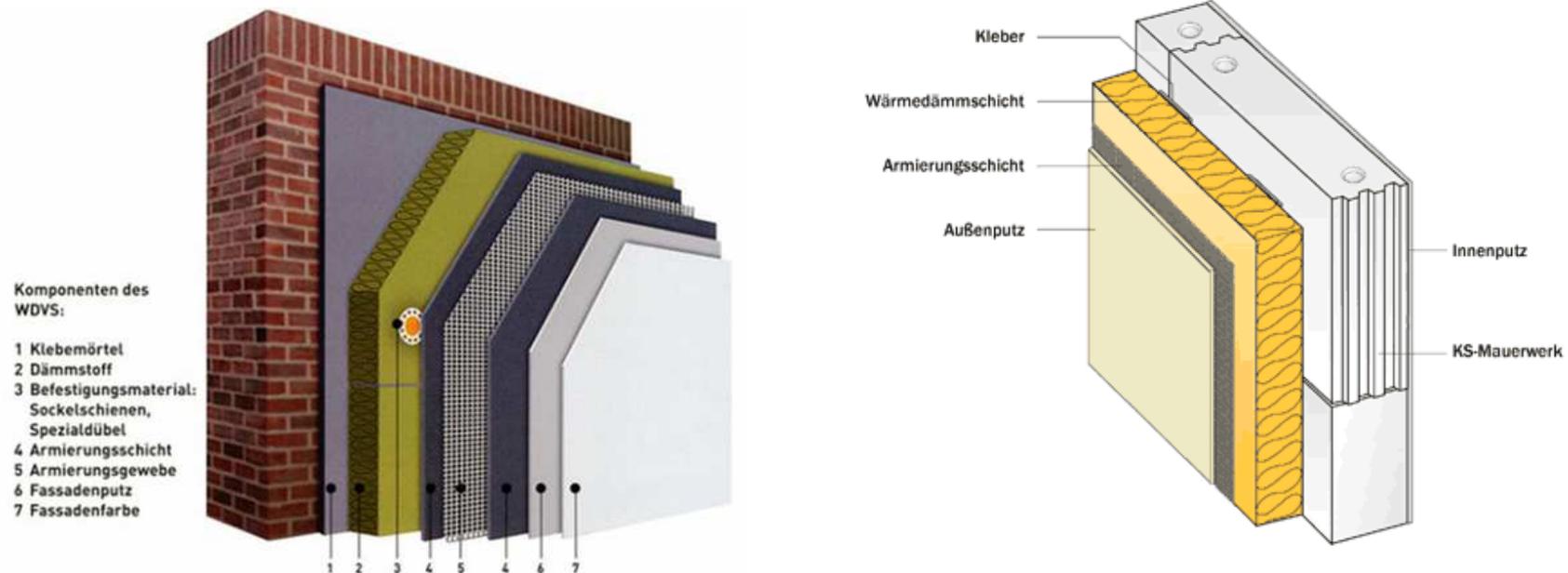
## Holzrahmen-/ Holztafelbauweise



## Einsatz von Wärmedämmverbundsystemen



## Typische Lösung – Einsatz von Wärmedämmverbundsystemen



- Es werden die klassischen Baumaterialien verwendet
- Keine Änderung in deren Bemessung
- Zusätzliches Aufbringen einer Wärmedämmung mit unterschiedlichen Materialien



- Selektiver Rückbau und
- Entfernen der Fremdbestandteile  
(inkl. WDVS)

---

## Bewertung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft:

- ❖ Die Gebäude weisen die gewohnten Verwertungseigenschaften auf
- ❖ Bauschutt lässt sich wie gewohnt ohne Qualitätseinbußen verwerten
- ❖ XPS, EPS können getrennt gehalten und energetisch verwertet werden; stoffliche Verwertung nicht möglich
- ❖ Andere Dämmstoffe dann, wenn auch auf Baustelle gut abtrennbar und verwertbar  
=> nicht für alle Dämmstoffe gibt es Verwertungsoptionen

## Einsatz von Verbundbausteinen

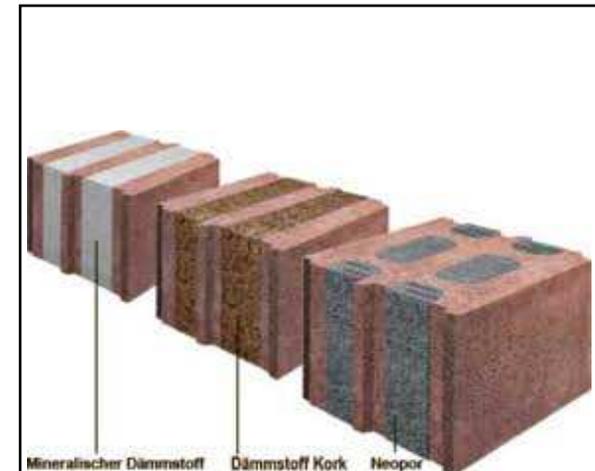
Eigenschaften	Rohdichte- klasse	$\lambda R$ [W/mK]	
		min.	max.
<b>ThermoPlan</b> (Tonziegel mit Steinwollefüllung)	0,60	0,07	0,10
<b>POROTON</b> (Tonziegel mit Perlitfüllung)	0,60	0,07	0,09
<b>GISOTON</b> (Tonziegel mit NEOPOR(Polystyrol))	0,80	0,10	0,13



**ThermoPlan MZ-Serie**



**POROTON T-Serie**



**GISOTON**  
**Wärmdämmblock**

---

Eine Auftrennung der Stoffe auf der Abbruchbaustelle  
ist nicht möglich!



Es verbleibt ein Massenstrom mit einem vergleichsweise  
sehr hohen Anteil (>50 Vol.%) an Fremdbestandteilen

Derzeit ist Entsorgung nicht möglich

- Bauschuttzubereiter verweigern die Annahme
- Ablagerung auf Deponien bei organischen  
Dämmstoffen kaum möglich

=> Thermische Behandlung (?)

---

## Bewertung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft:

- ❖ Verbundbausteine sind sehr problematisch
- ❖ Auftrennung auf Abbruchbaustelle nicht möglich
- ❖ Bauschuttzubereiter sind für diese Materialien nicht gerüstet
- ❖ Aufbereitung wäre nur mit hohem technischen und personellen Aufwand möglich und damit teuer
- ❖ Auftrennung des Verbundes nur sicher über thermische Behandlung
- ❖ Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft sollte auf andere Konstruktionsweisen und Baustoffe zurückgegriffen werden

---

## Einsatz von rein-mineralischen Bausteinen

- Verwendung der klassischen Baustoffe  
Anpassung der Wandstärke
  
- In etwa Beibehaltung der Wandstärke  
Anpassung der Baumaterialien
  - = Reduktion des Wärmedurchgangs
  - = über Reduktion der Rohdichte
  - = geht zu Lasten der Verwertungseignung;  
entscheidend ist die Scherbenrohichte

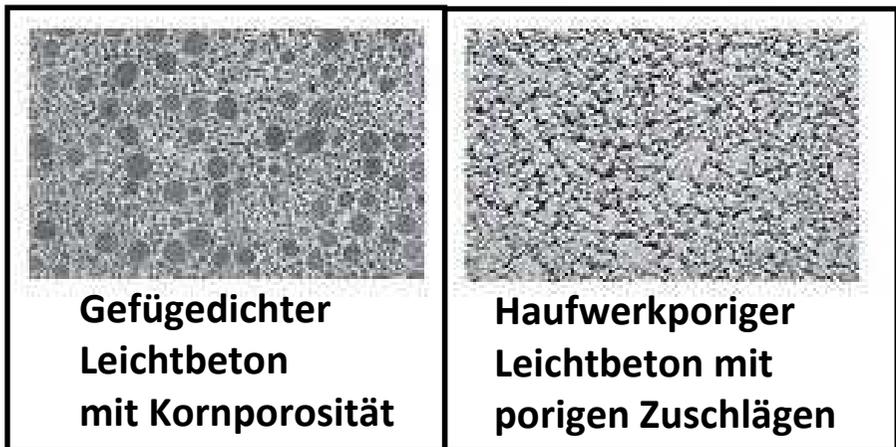
Eigenschaften	Rohdichte [ $t/m^3$ ]		$\lambda R$ [ $W/mK$ ]	
	min.	max.	min.	max.
<b>Mauerwerk aus Kalksandsteinen nach DIN V 101-1 und DIN V 106-2</b>		1,000		0,50
		1,200		0,56
		1,400		0,70
		1,600		0,79
		1,800		0,99
		2,000		1,10
		2,200		1,30

Quelle: Bundesverband der deutschen Kalksandsteinindustrie e.V.



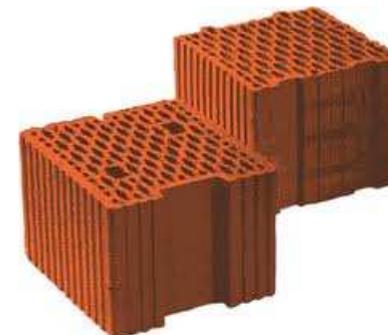
Eigenschaften	Rohdichte [t/m <sup>3</sup> ]		$\lambda R$ [W/mK]	
	min.	max.	min.	max.
<b>Gefügedichter Leichtbeton mit Kornporosität</b>	0,600	2,000	0,10	0,16
<b>Haufwerkporiger Leichtbeton mit porigen Zuschlägen</b>	~0,400			

Quelle: Bundesverband Porenbeton



Eigenschaften	Rohdichte [ $t/m^3$ ]		$\lambda$ R [ $W/mK$ ]	
	min.	max.	min.	max.
<b>Planziegel</b>	0,71	0,80	0,18	0,39
	0,91	1,00		0,45
<b>Block-Hochlochziegel (Innenwände)</b>	0,71	0,80		0,39
	0,81	0,90		0,42
	0,91	1,00		0,45
	1,11	1,20		0,50
	1,31	1,40		0,58
<b>Block-Hochlochziegel (Außenwände)</b>		0,65		0,12
		0,70		0,14
		0,80	0,16	0,21

Quelle: Schlagmann Baustoffwerke GmbH & Co. KG

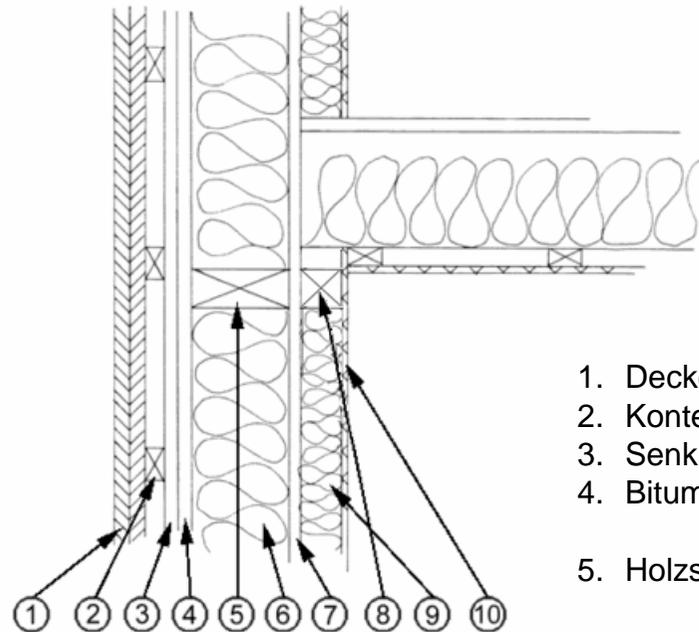


---

## Bewertung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft:

- ❖ Aus Sicht des Rückbaus ideale Lösung
- ❖ Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft geeignet bei Verwendung entsprechender Baustoffe
- ❖ Baustoffe sollten nach der Aufbereitung möglichst eine Rohdichte von  $>1,5 \text{ t/m}^3$  haben; der Einsatz im Straßen- und Wegebau verlangt „Festigkeiten“
- ❖ Scherbenrohichte ist entscheidend

## Holztafel- oder -rahmenbauweise



[www.fertighaus.de](http://www.fertighaus.de)

1. Deckelschalung 2x24mm
2. Konterlattung 30/50mm
3. Senkrechte Lattung
4. Bituminierte Weichfaserplatte, 18mm, mit Nut und Feder
5. Holzständerwerk aus getrockneten und egalisierten Hölzern 60x140mm
6. Wärmedämmung 140mm aus Steinwolle oder Isofloc-Dämmung
7. OSB-Platte 15 oder 18mm
8. Vorsatzschale aus Kantholz 60x60
9. Wärmedämmung aus 60mm Steinwolle oder Isofloc-Dämmung
10. Rigipsplatte als aussteifende mittragende Innenbeplankung

## Beispiele für den Holzrahmenbau



## Beispiele für Baustoffe im Holzrahmenbau



---

## Bewertung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft:

- ❖ Aus Sicht des Rückbaus vergleichsweise gut,
  - Verbunde trennbar
  - bei allerdings hohem Personaleinsatz

Aber:

- ❖ KMF (alt) aus Glas- und Steinwolle sind problematisch
  - Arbeitsschutz, keine Verwertungslösung
- ❖ Holz lässt sich nicht stofflich verwerten

Zukunft (?):

- ❖ Weiterverwendbarkeit der ganzen Fertigelemente

## Fazit

- ❖ Schon bei der Gebäudeplanung muss der spätere Rückbau bedacht werden
- ❖ Kreislaufwirtschaft ist umso einfacher je stofflich homogener das Gebäude
- ❖ Bereits auf der Abbruchbaustelle sollte Stofftrennung möglich sein (Ökologie, Entsorgungspreise)
- ❖ Nicht-lösbare Verbunde müssen ggf. beseitigt werden
- ❖ Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft sind Baustoffe mit hoher Scherbenrohddichte ideal
- ❖ Verwendung von WDVS ist günstig
- ❖ Verbundbausteine sollten möglichst nicht verwendet werden

---

## Prüfung aus Gesamtökologischer Sicht

Widerspricht die Empfehlung aus Sicht der Kreislaufwirtschaft gesamtökologischen Überlegungen?

### Überschlägige Ökobilanz

- beispielhaft für 2 Gebäudetypen
- nur Außenhülle (ohne Dach)
- Nutzungsphase unterscheidet sich nicht
- gleiche Lebensdauer unterstellt

# 1. Bilanzierung von Rückbau und Entsorgung

## Kennzahlen für Option Wärmedämmverbundsystem

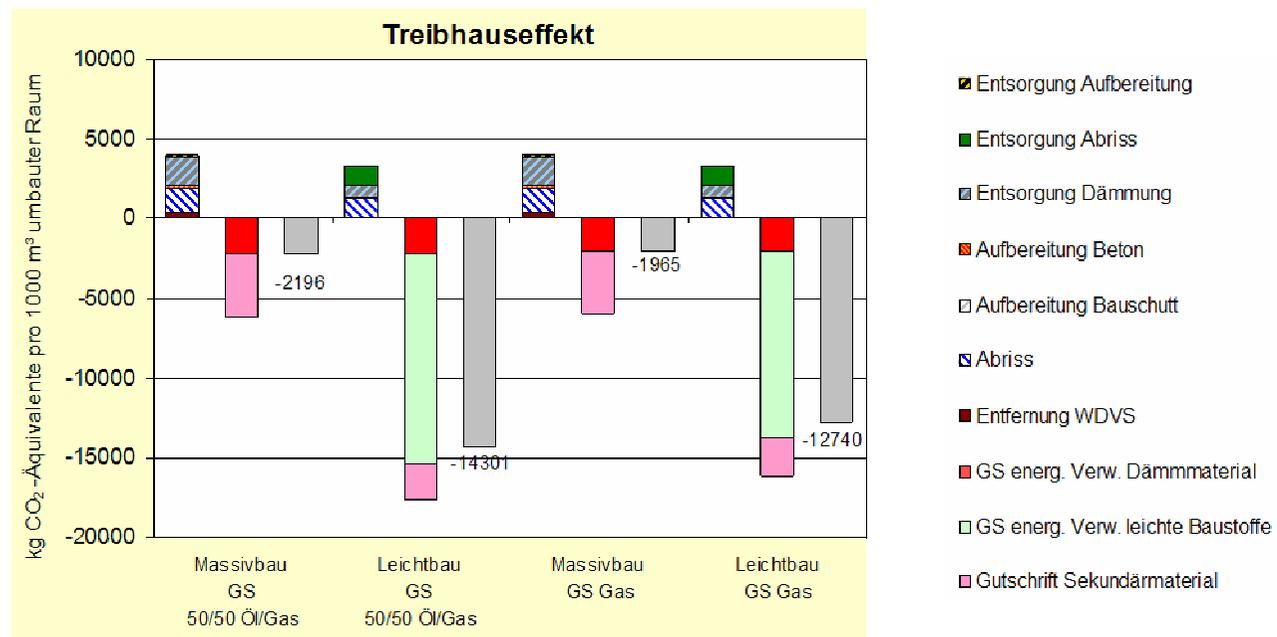
Unterstellt  
mittlere  
Zusammensetzung →

	Dicke (m)	Vol.-%	Dichte (kg/m <sup>3</sup> )	M.-%	Entsorgung
<b>Außenfläche</b>					
Außenputz	0,01	2,5	1550	8,8	Wie WDVS
WDVS	0,20	50,0	s. Tab 11	6,7	MVA / Deponie
tragendes Material (Hochlochziegel)	0,18	45,0	740	75,7	Bauschuttzubereitung
Innenputz	0,01	2,5	1550	8,8	Deponie
<b>Bodenplatte</b>					
Bodenbelag,	0,02	25,0	Nicht betrachtet		
Estrich,	0,06				
Trittschalldämmung	0,02				
Stahlbeton	0,25	62,5; (mit 3 M.-% Stahl	Stahl 7850, Beton 2365 (C25/30)	99,7	Bauschuttzubereitung
Wärmedämmung XPS	0,05	12,5	32	0,3	MVA

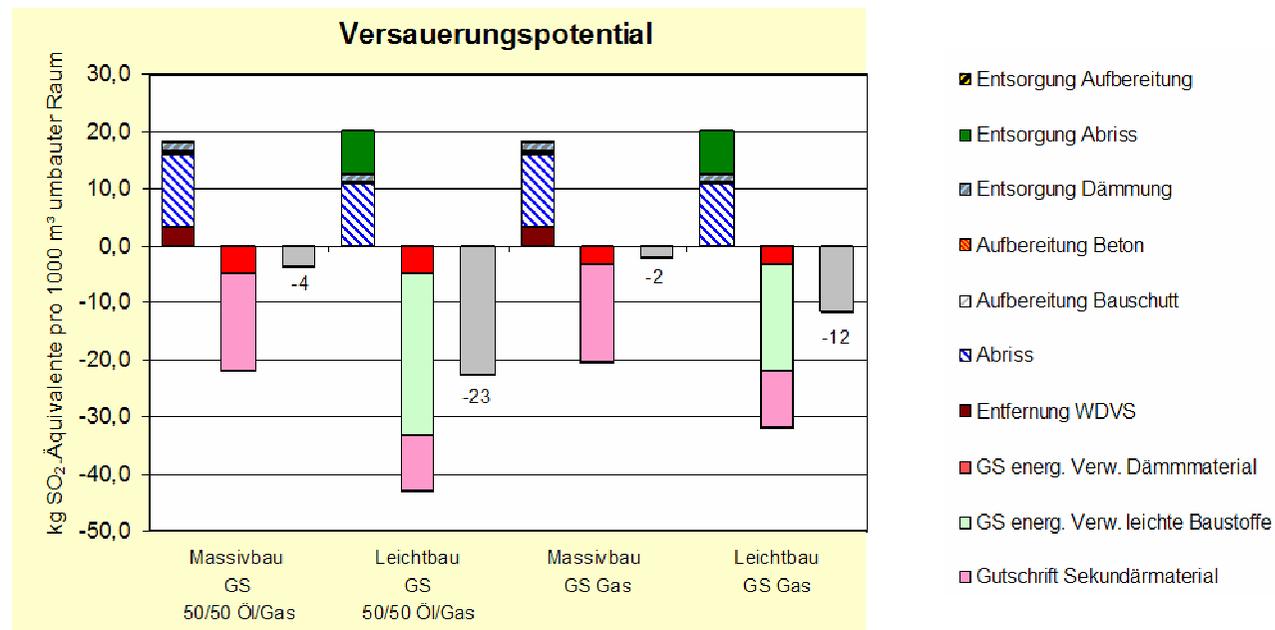
# Kennzahlen für Option Leichtbauweise

	Dicke (m)	Vol.-%	Dichte (kg/m <sup>3</sup> )	M.-%	Entsorgung
<b>Außenfläche</b>					
Holzschalung außen	0,025	7,0	565*	13,2	MVA (90% Holz, 6% Wasser, 3,5% PMDI-Leim, 0,5% Paraffinwachsemlulsion)
Spanplatte außen und innen	0,016 + 0,02	10,1	681,5*	22,9	MVA (85% Holz trocken, 5,5% Wasser, 9% Harnstoffharz, 0,5% Paraffinwachsemlulsion)
Holzträger: tragendes Material	0,3 (25% Fläche)	20,9	430	30,2	MVA (Holz)
Dämmmaterial Steinwolle im Gefach	0,02 (75% Fläche)	41,9	121,67*	17,1	Deponie
Dampfbremse	0,002	0,5	Nicht betrachtet		
Holzfaserdämmplatte	0,06	16,8	160*	9,0	MVA (95,5% Holz, 3,5% PUR-Harz, 1% Paraffine)*
Gipskartonplatte	0,01	2,8	800	7,5	Deponie
<b>Bodenplatte</b>					
Bodenbelag, Estrich, Trittschalldämmung	0,02; 0,06; 0,02	33,4	Nicht betrachtet		
Stahlbeton	0,15	50,0; (mit 3 M.-% Stahl)	Stahl 7850, Beton 2365	99,6	Bauschutttaufbereitung
Wärmedämmung XPS	0,05	16,7	32	0,4	MVA (94,75% EPS, 5,25% Treibmittel Pentan)*

# Bilanzierung für Abbruch und Entsorgung



## Bilanzierung für Abbruch und Entsorgung

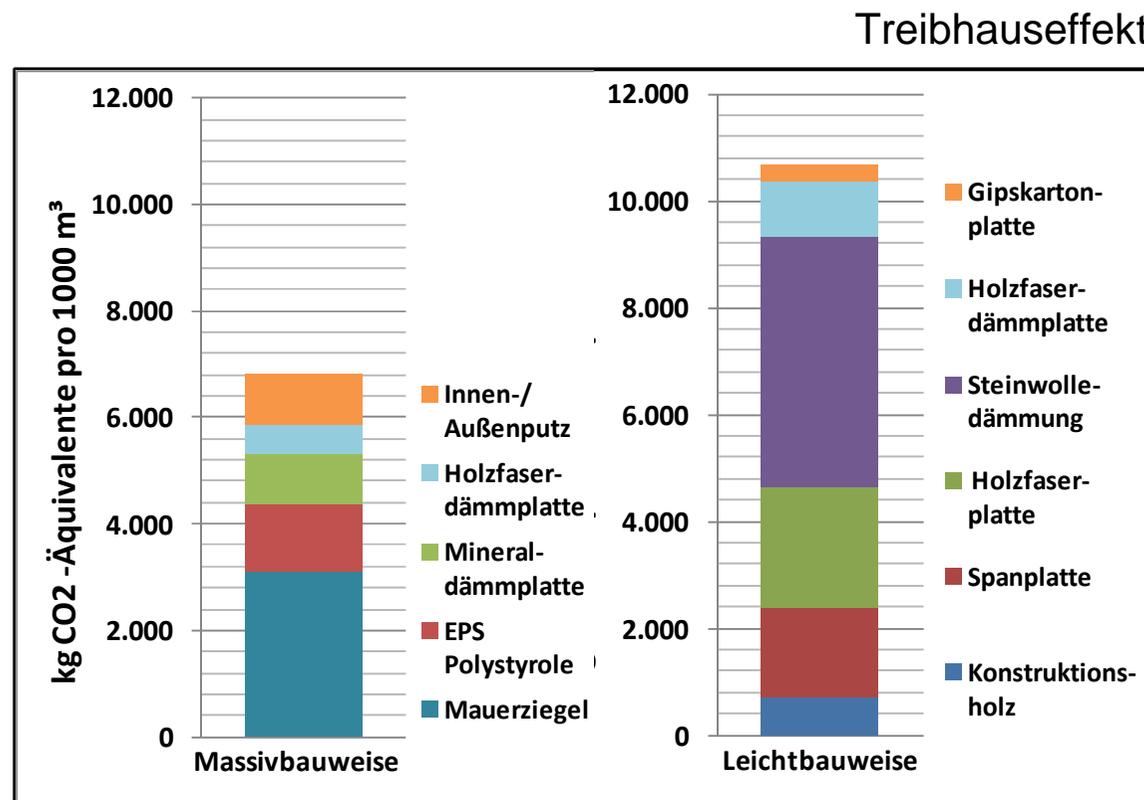


## Bauweisen und ihre ökologischen Rucksäcke

Massivbauweise mit WDVS		Leichtbauweise	
Außenwand			
Material	Vol. Anteil (%)	Material	Vol. Anteil (%)
Außenputz	2,5	Holzschalung außen	7,0
Mauerziegel	45	Spanplatte außen und innen	10,1
Innenputz	2,5	Holzträger: tragendes Material	20,9
WDVS ohne Außenputz	50	Dämmmaterial Steinwolle im Gefach	41,9
<b>Materialien WDVS</b>	<b>Anteile WDVS</b>	Dampfbremse	0,5
EPS, XPS, PS, Styropor	64,2	Holzfaserdämmplatte	16,8
Holzfaserdämmplatten	15,5	Gipskartonplatte	2,8
Mineralewollplatten	20,3		
Bodenplatte			
Material	Vol. Anteil (%)	Material	Vol. Anteil (%)
Bodenbelag, Estrich, Trittschalldämmung	25	Bodenbelag, Estrich, Trittschalldämmung	33,4
Stahlbeton	62,5 (3 M.-% Stahl)	Stahlbeton	50,0; (3 M.-% Stahl)
Wärmedämmung EPS	12,5	Wärmedämmung EPS	16,7

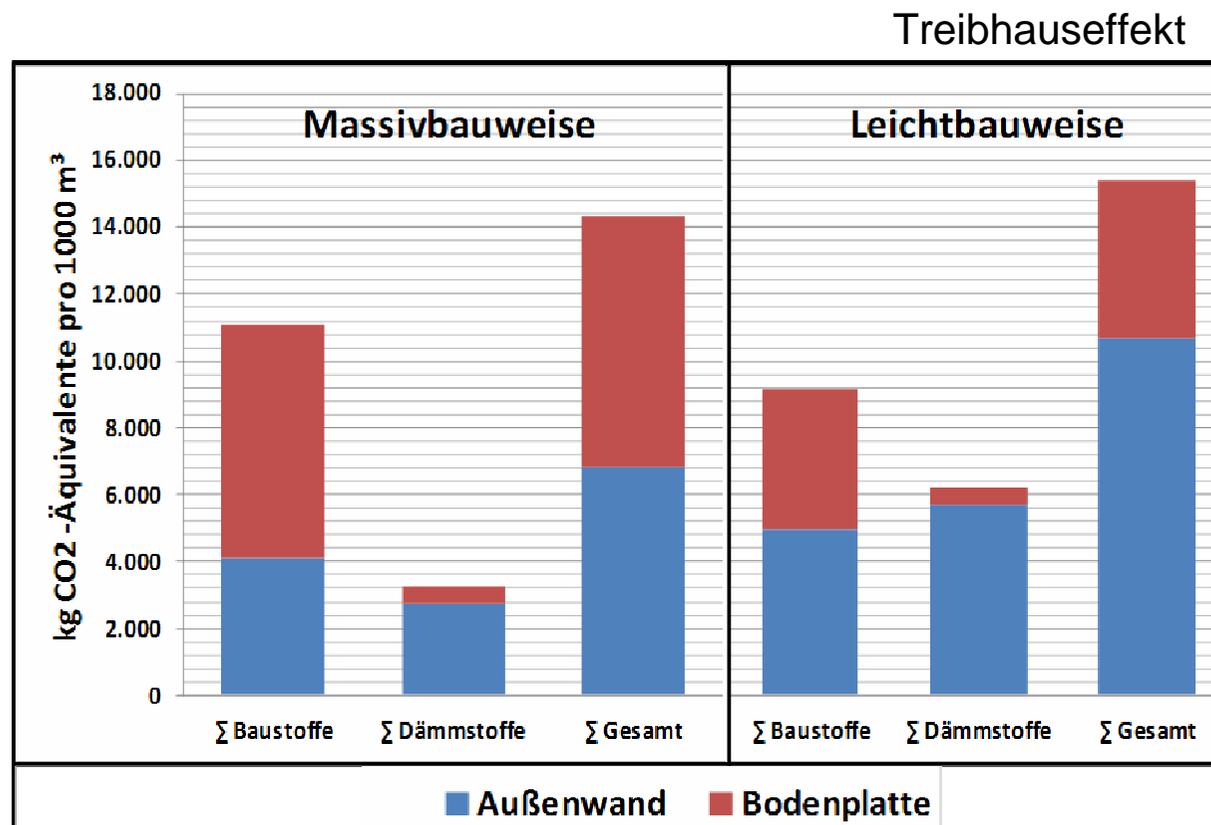
Verknüpft mit Kennzahlen aus EPDs

## Bauweisen und ihre ökologischen Rucksäcke

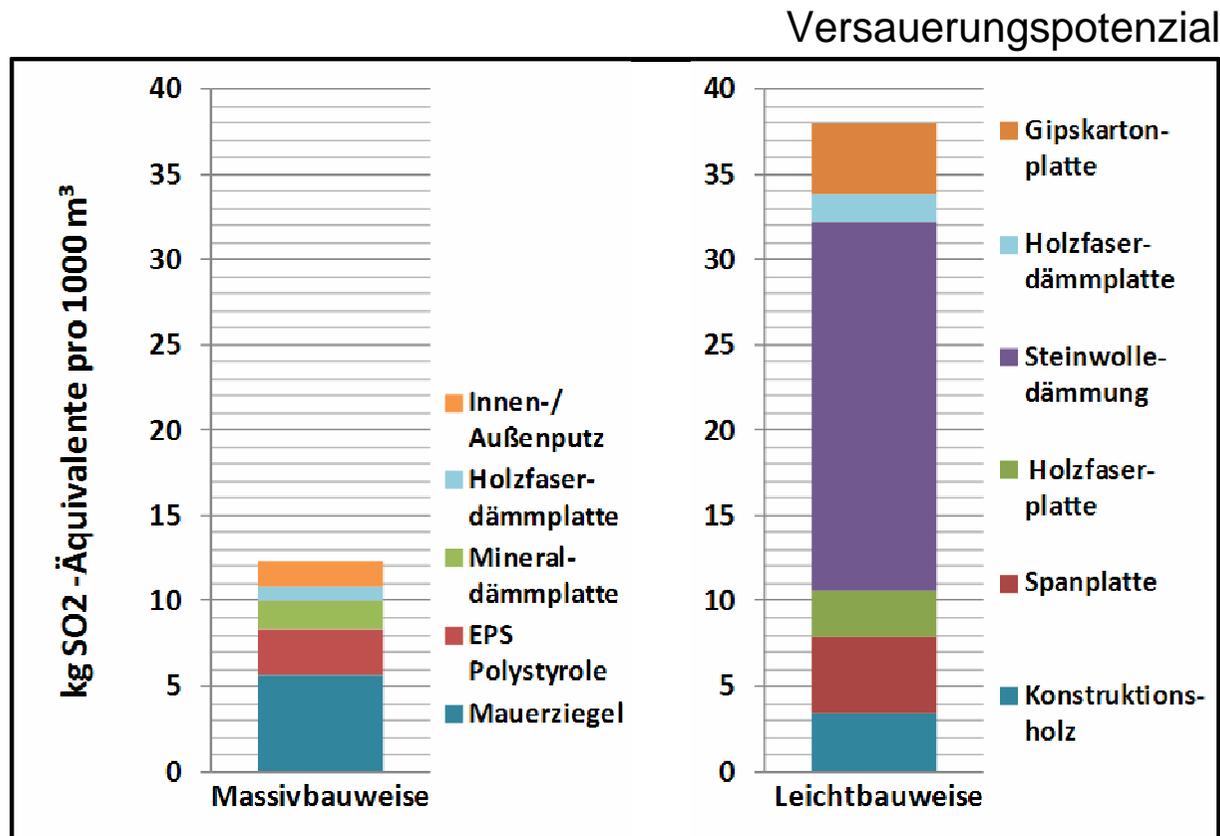


Unterstellt gleiche Lebenszeit => wird sich erst noch erweisen müssen

## Bauweisen und ihre ökologischen Rucksäcke

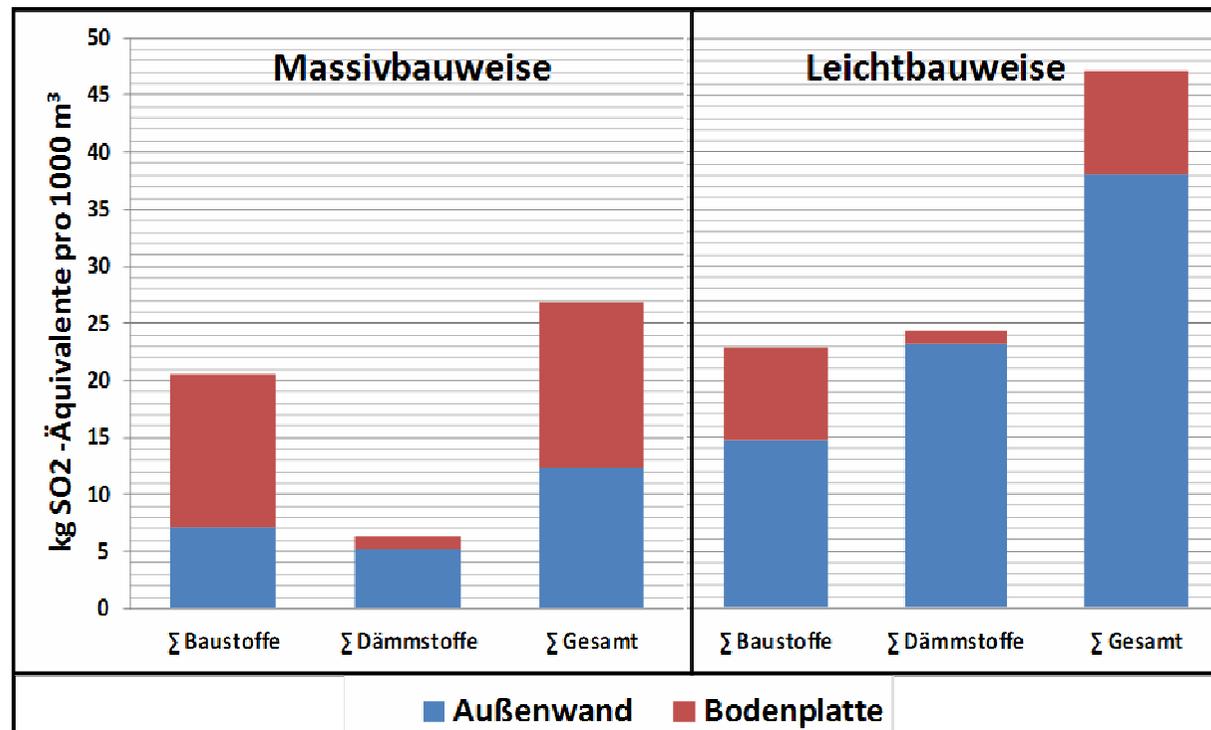


## Bauweisen und ihre ökologischen Rucksäcke



# Bauweisen und ihre ökologischen Rucksäcke

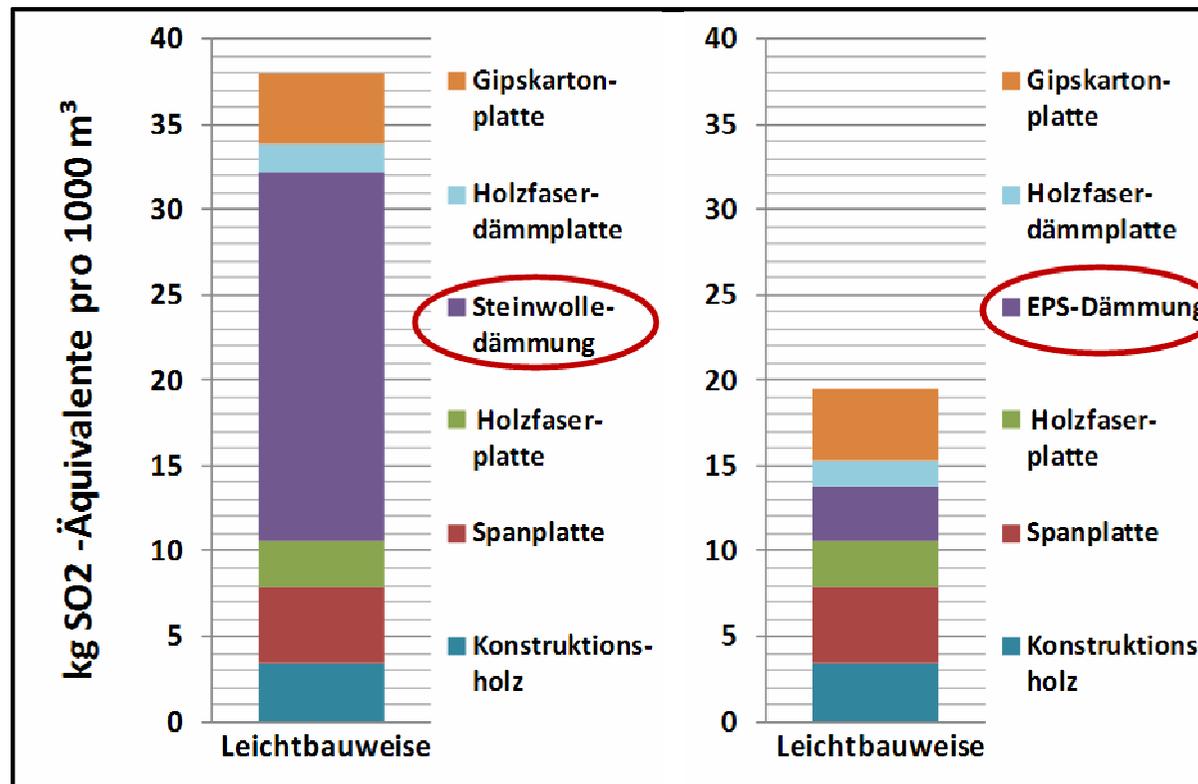
Versauerungseffekt



## Bauweisen und ihre ökologischen Rucksäcke

- Sensitivität der Baustoffauswahl -

Versauerungseffekt



Eine Auftrennung der Materialströme ab Abbruchbaustelle  
(selektiver Rückbau) ist wichtig für Kreislaufwirtschaft  
=> bei Baustoffauswahl beachten

Am günstigen erweist sich die klassische Bauweise ggf. ergänzt  
um Wärmedämmverbundsysteme  
=> Stofftrennung gut möglich  
=> keine Abstriche in der Verwertungseignung  
mineralischer Baustoffe

Leichtbauweise kann ökologisch sinnvoll sein, wenn

- auf Materialmix verzichtet wird
- bei gleicher angenommener Lebenszeit des Gebäudes

---

## Empfehlung für die Beratungspraxis KlimaHausagentur

- Möglichst auf „Verbundbausteine“ verzichten
- Möglichst auf Materialmix verzichten (gilt auch für Leichtbauweise) und unlösbare Verbunde
- Informationsbroschüre wäre hilfreich

## Gebäudesteckbriefe

Nicht alle für die Planung eines selektiven Rückbaus wichtigen Informationen lassen sich durch Inaugenscheinnahme klären  
= dürfte zukünftig noch problematischer werden

Gebäudesteckbriefe können hilfreich sein;  
ggf. an zentraler Stelle wie Klimahaushalt geföhrt  
- Problem der Fortschreibung