

# Ökobilanzen von Baustoffen, Bauteilen und Bauwerken

Warum redet jeder von „Grauer Energie“ ?

**Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm**

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

Lochhamer Schlag 4, D – 82166 Gräfelfing

Telefon +49 89 85800-33, Telefax -40

holm@fiw-muenchen.de



## Politische Rahmenbedingung (Klimaschutzplan 2050)

.... Einsatz **nachhaltiger Bau- und Dämmstoffe** zu stärken. Dabei sollen auch vor- und nachgelagerte Klimaschutzaspekte – also Emissionen, die bei der Herstellung, der Verarbeitung, der Entsorgung oder der Wiederverwertung von Baustoffen entstehen – auf Basis frei verfügbarer Ökobilanzdaten berücksichtigt werden. Außerdem sollen Instrumente zur stärken Einbeziehung des gesamten **Lebenszyklus** („Cradle to Grave“ oder „Cradle to Cradle“) von Baumaterialien überprüft und stärker in die Praxis der Bauplanung mit einbezogen werden.

**Hintergrund**

---

# Jahrhundertbeginn (1920): Wohnungsmangel

## Die Wärmeverluste durch ebene Wände

unter besonderer Berücksichtigung des Bauwesens

Von

Dr.-Ing. Karl Hencky

Privatdozent an der Technischen Hochschule München

Mit 16 Abbildungen im Text und  
9 Abbildungen im Anhang



München und Berlin 1921  
Druck und Verlag von R. Oldenbourg

Es ist unerlässlich für jedes dauernde Benehmen eines Gebäudes ein ganz bestimmter Wärmeschutz erforderlich, welcher für den Wärmeverbrauch eine obere Grenze festlegt.

Man müsste nicht so viel Gewicht auf diesen Grundsatz legen, wenn nicht der Wunsch nach Erzielung geringer Baukosten und das Fehlen an Baumaterialien den Boden für Bauweisen ebnen würde, die unter Verwendung geringstmöglicher Mengen an Baustoffen eines ausreichenden Wärmeschutzes bedürftig sind und Jahr für Jahr zu einer außerordentlichen Brennstoffkostensteigerung führen.

„... bei der Auswahl von Baustoffen auch auf den Energieaufwand infolge der Herstellung zu achten.“

Übersicht über die Rechnungsergebnisse.

	Bauweise	Kohlenaufwand zur Erzeugung		Kohlenaufwand zur Beheizung	
		kg Kohle je 1 m <sup>2</sup> Mauerfläche	Verhältniszahl	kg Kohle je 1 m <sup>2</sup> u. 1 Heizjahr	Verhältniszahl
Normaltyp	Ziegelmauer 38 cm stark . . . . .	46,5	100	14,8	100
Typ I	Lehmsteinwand 19 cm stark . . . . .	7,5	16	18,1 (Lehrkolonie)	122
Typ II	Lehmsteingewand 38 cm stark . . . . .	2,0	4	14,8 (relativ trocken)	100
Typ III	Schurzholz- ) mit Riesel u. Rabitz bau ) mit Lehmsteinen etwa 20 cm stark	20,4	63	12,6	85
				13,6	92
Typ IV	Schlacken- ) mit Lehmsteinen steine ) mit Aschefüllung 38 cm stark	26,1	66	12,6	85
				9,2	64
Typ VI	Hohlwand aus Holz und Lehmsteinen, 19 cm stark . . . . .	15,0	34	14,1	85
Typ VII	Holztafelbau mit Torfisolierung 10 cm stark . . . . .	18,7	40	12,2	83

Berlin 1922  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn

# Nach 1945: Wiederaufbau



## 4. Herstellung der Baustoffe

Der Mangel an Brennstoffen als Folge des verlorenen Krieges macht auch die Herstellung vieler Baustoffe unmöglich oder beschränkt sie sehr weitgehend. Die Bauwelt wird daher in Zukunft vielfach gezwungen sein, solche Baustoffe zu wählen, die zu ihrer Herstellung keine Brennstoffe benötigen. Ebenso wird die Verkehrslage, die gleichfalls durch den Kohlenmangel stark beeinflusst wird, erfordern, daß weite Transporte vermieden und die Baustoffe möglichst nahe der Verwendungsstelle gewonnen werden. Gebrannte Steine sind zur Zeit Mangelware und werden es noch sehr lange bleiben. Ihr Ersatz durch örtlich vorkommende Baustoffe, die in Gestalt von Natursteinen und Lehm vorhanden sind, ist in verstärktem Maße erforderlich. Auch auf allen anderen Gebieten des Bauens muß in weitgehendem Maße auf die örtlich anzutreffenden Baustoffe der Naturbauweisen zurückgegriffen werden.

## Das warme Wohnhaus

Ein Handbuch für den Baufachmann zur Anwendung wärmetechnischer Gesichtspunkte im Hochbau

Von  
Ingenieurmeister Richard Flügge  
Wittenberg

mit 100 Zeichnungen und 47 Zahlen- und Übersichtstabellen  
Zweite neubearbeitete Auflage



1950

Verlagsbuchhandlung, Halle (Saale)

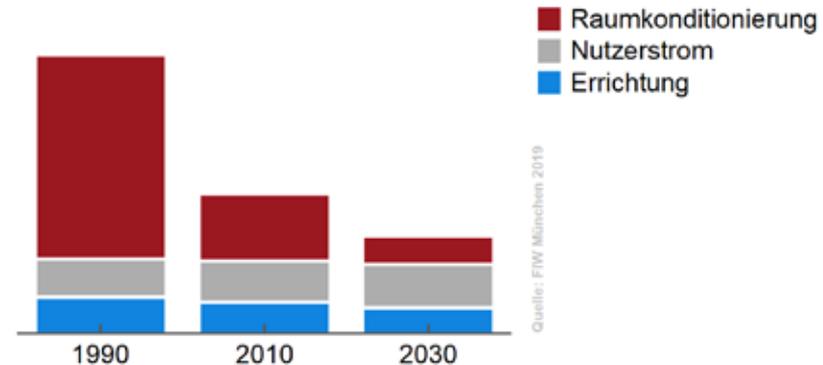
# Seit 1977: Energiesparendes Bauen



Bisher nur Betrachtung der Raumkonditionierung in Nutzungsphase

Errichtung wird „wichtiger“

## Primärenergiebedarf



Quelle: FiW München 2019

# Nachhaltigkeitsbewertung

---

# Datenbanken



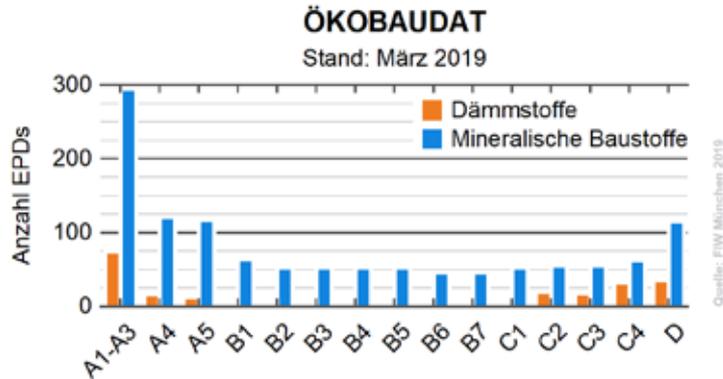
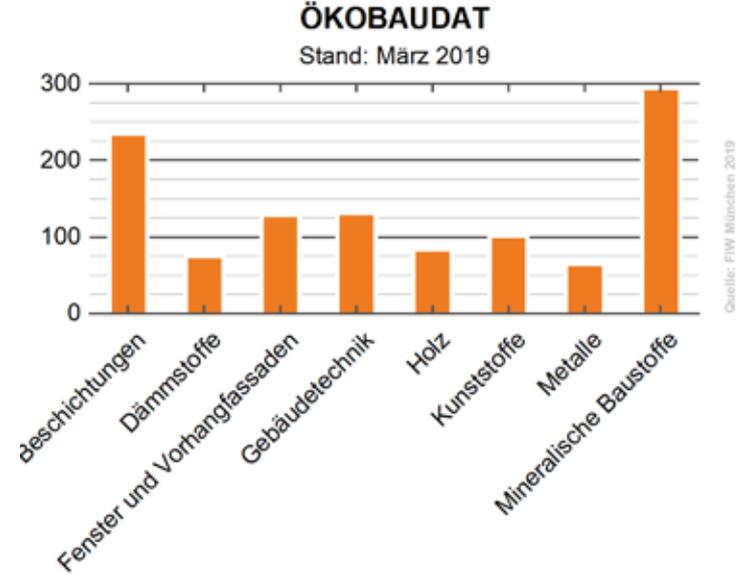
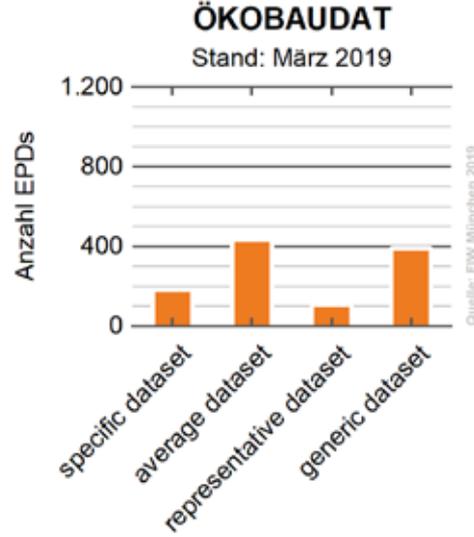
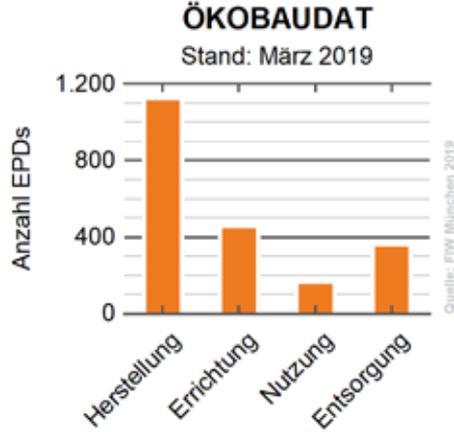
## Wirkungen auf die globale Umwelt:

- n Treibhauspotenzial (GWP)
- n Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)
- n Ozonbildungspotenzial (POCP)
- n Versauerungspotenzial (AP)
- n Überdüngungspotenzial (EP)

## Ressourceninanspruchnahme:

- n Primärenergiebedarf als Energieträger
  - n Erneuerbar (PERE)
  - n Nicht-erneuerbar (PENRE)
- n Primärenergie zur stofflichen Nutzung
  - n Erneuerbar (PERM)
  - n Nicht-erneuerbar (PENRM)

# Datenbanken



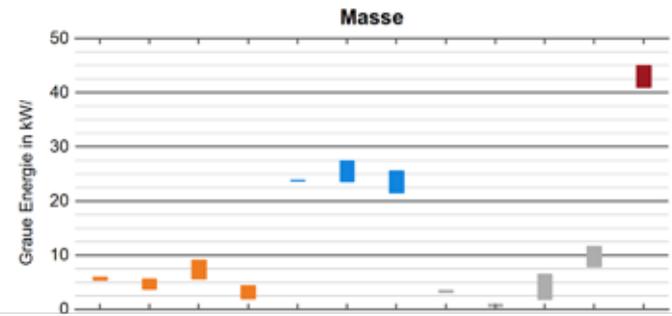
Gesamtzahl der Datensätze: 1183

Stand: 11.03.2019

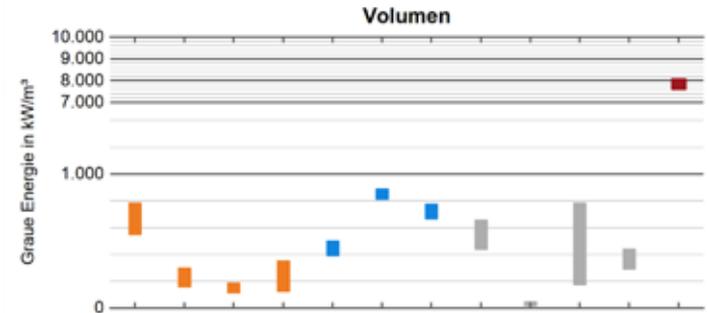
# ÖKOBAUDAT - Dämmstoffe

Dämmstoff	Referenzfluss		
	1 kg	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>
Zelluloseflocken	X		
Holzfaser		X	
Schaumglas	X		
Glaswolle		X	
Steinwolle		X	
XPS		X	X
EPS		X	
PUR			X
VIP			X

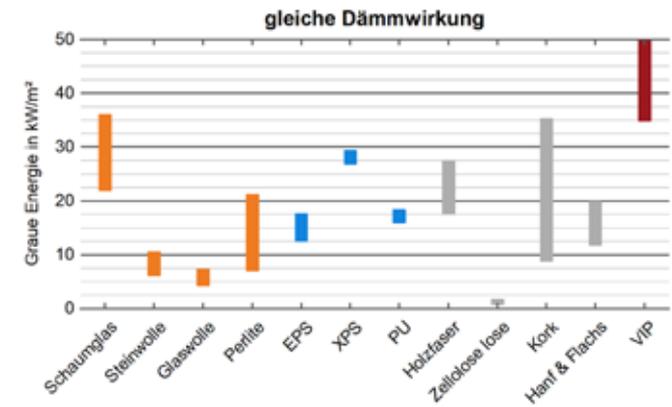
Angaben zu  $\lambda$  fehlen !



Quelle: FFW München 2019

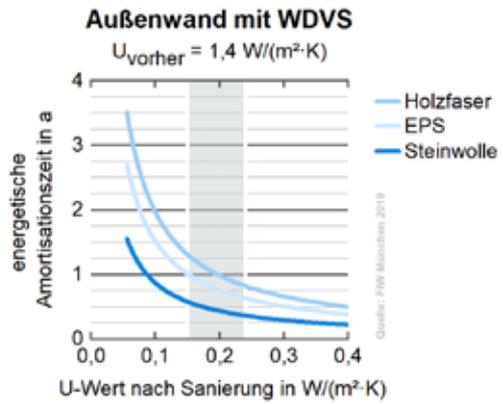
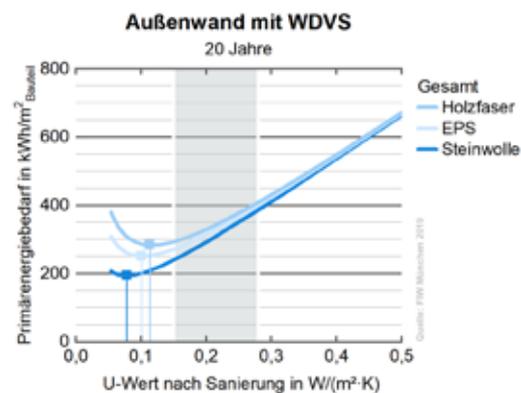
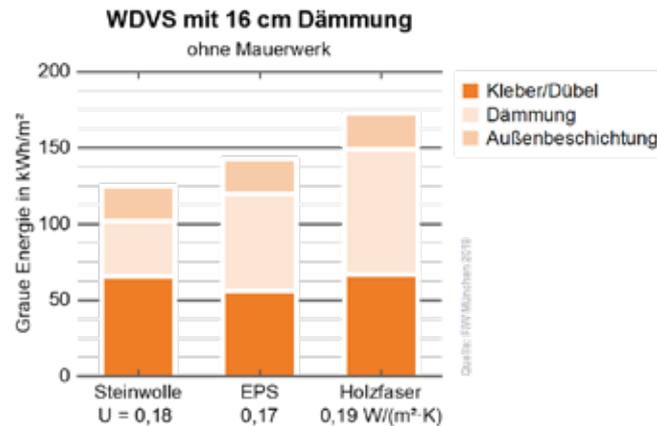
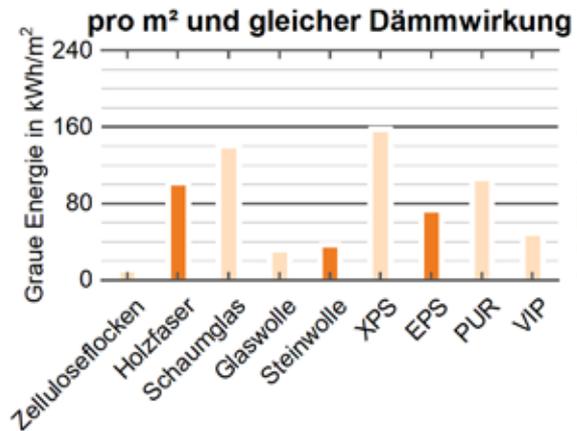


Quelle: FFW München 2019



Quelle: FFW München 2019

# Beispiel: Außenwandsanierung





## Beispiel

Neubau eines Einfamilienhauses

n Gebäudenutzfläche ( $A_N$ )

180,8 m<sup>2</sup>

Primärenergiebedarf \* nach EnEV:

≤ 12.240 kWh

≤ 67,7 kWh / (m<sup>2</sup><sub>AN</sub> · a)

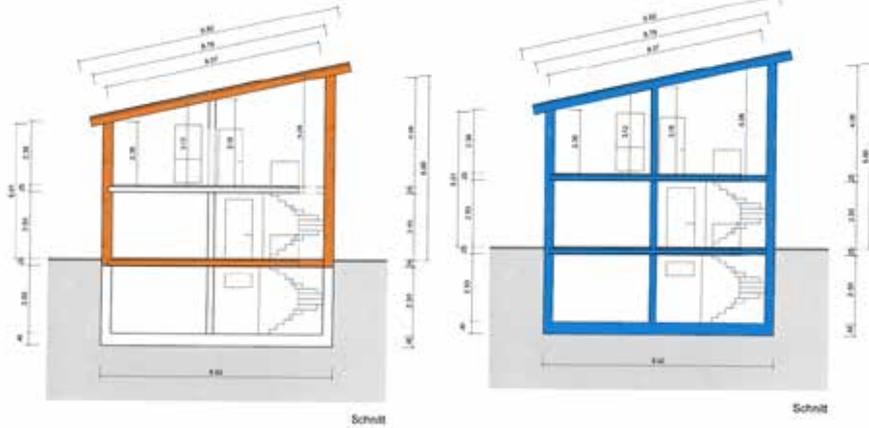
**nahezu unabhängig von Bauweise**

\* nicht erneuerbarer Anteil

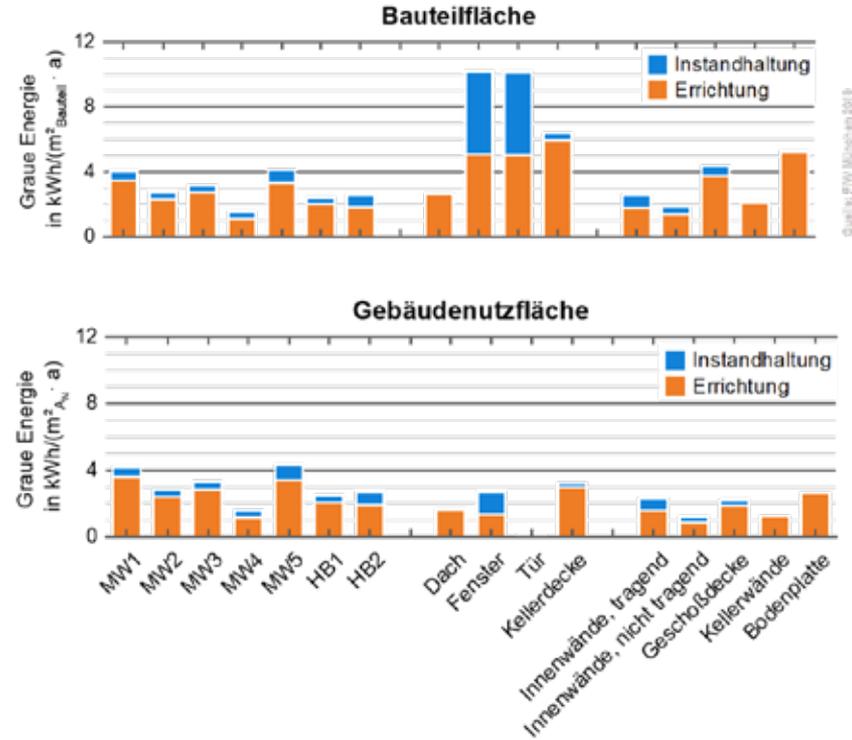
# Bilanzgrenzen

EnEV

Graue Energie



# Anteile



n Gebäudenutzfläche ( $A_N$ )

180,8 m<sup>2</sup>

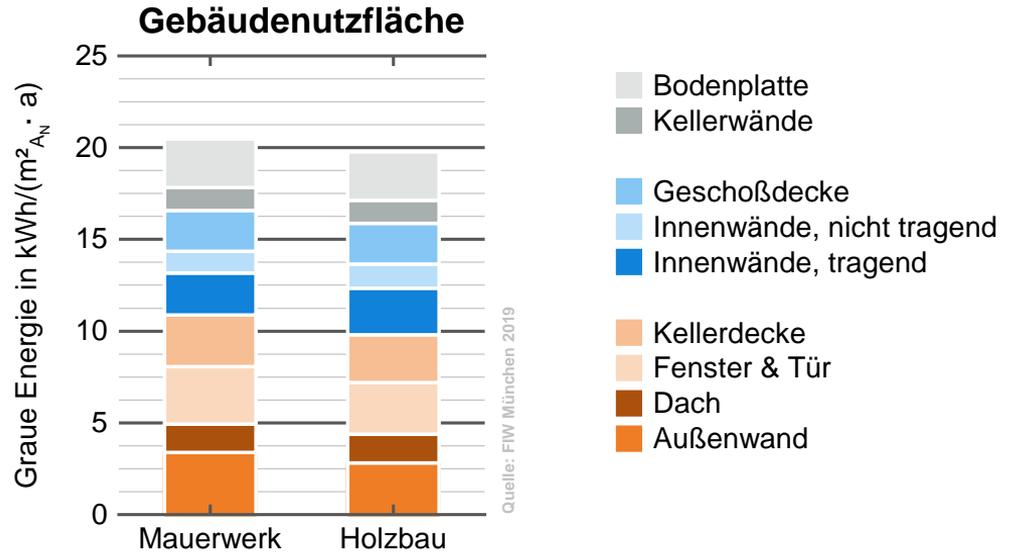
Primärenergiebedarf \* nach EnEV:

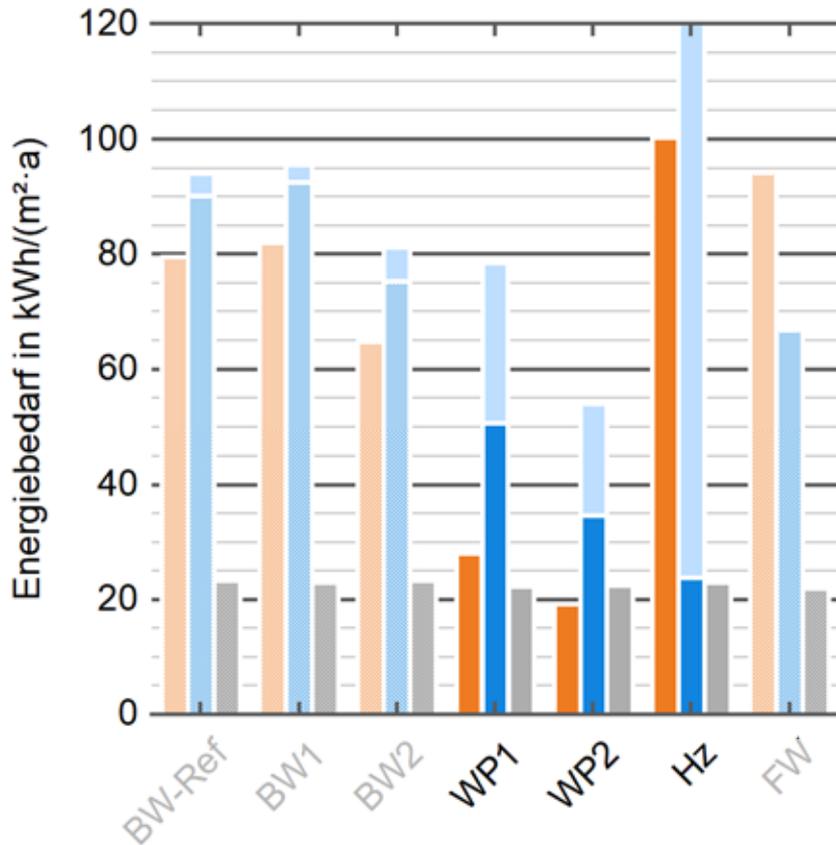
≤ 12.240 kWh

≤ 67,7 kWh / (m<sup>2</sup><sub>A<sub>N</sub></sub> · a)

**nahezu unabhängig von Bauweise**

\* nicht erneuerbarer Anteil



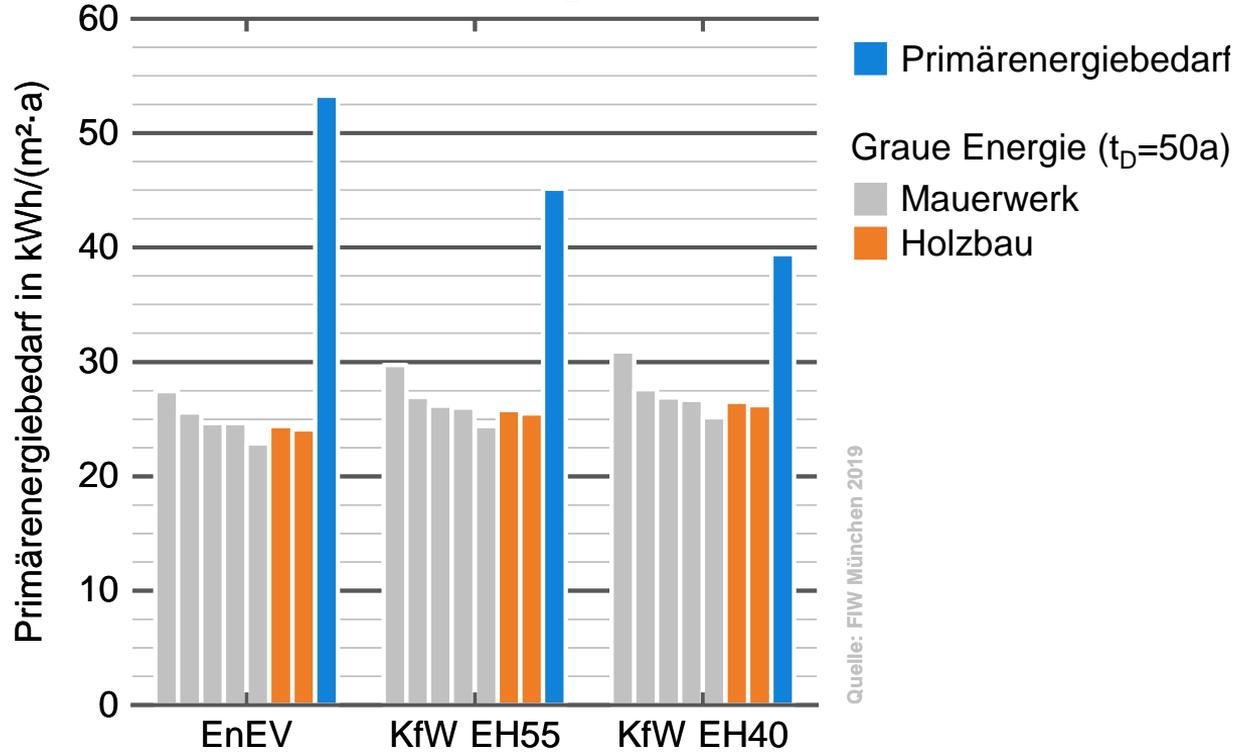


Quelle: FIW München 2019

### Varianten der Anlagentechnik

Abkürzung	Wärmeerzeugung	Lüftung
BW-Ref	Öl-Brennwert, Solarthermie	Abluftanlage
BW1	Gas-Brennwert, Solarthermie	Fensterlüftung
BW2	Gas-Brennwert, Solarthermie	Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung
WP1	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Abluftanlage
WP2	Wasser-Wasser-Wärmepumpe	Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung
HZP	Holzpelletkessel	Fensterlüftung
FW	Fernwärme	Fensterlüftung

# Primärenergie



Quelle: FIW München 2019

# Zusammenfassung

- n Graue Energie ist ein wichtiger Kennwert für die ökologische Bewertung
- n Begriff Graue Energie nicht eindeutig definiert
- n Immer: Gesamtenergiebilanz über den ganzen Lebenszyklus, keine ausschließliche Betrachtung von Einzelkomponenten
- n Bestimmung der Grauen Energie ist noch zu aufwändig
- n Vergleichbarkeit ist nicht immer gegeben
- n Die zusätzliche Energieeinsparung ist größer als der Mehreinsatz an Grauer Energie
- n Der Gebäudebetrieb ist entscheidend
- n Wesentlicher Einfluss hat die Dauer der Nutzung
- n Die Außenwand selbst macht nur einen Teil des gesamten Primärenergieinhaltes eines Gebäudes aus.