

# Natürlich Massiv - ein Faktencheck

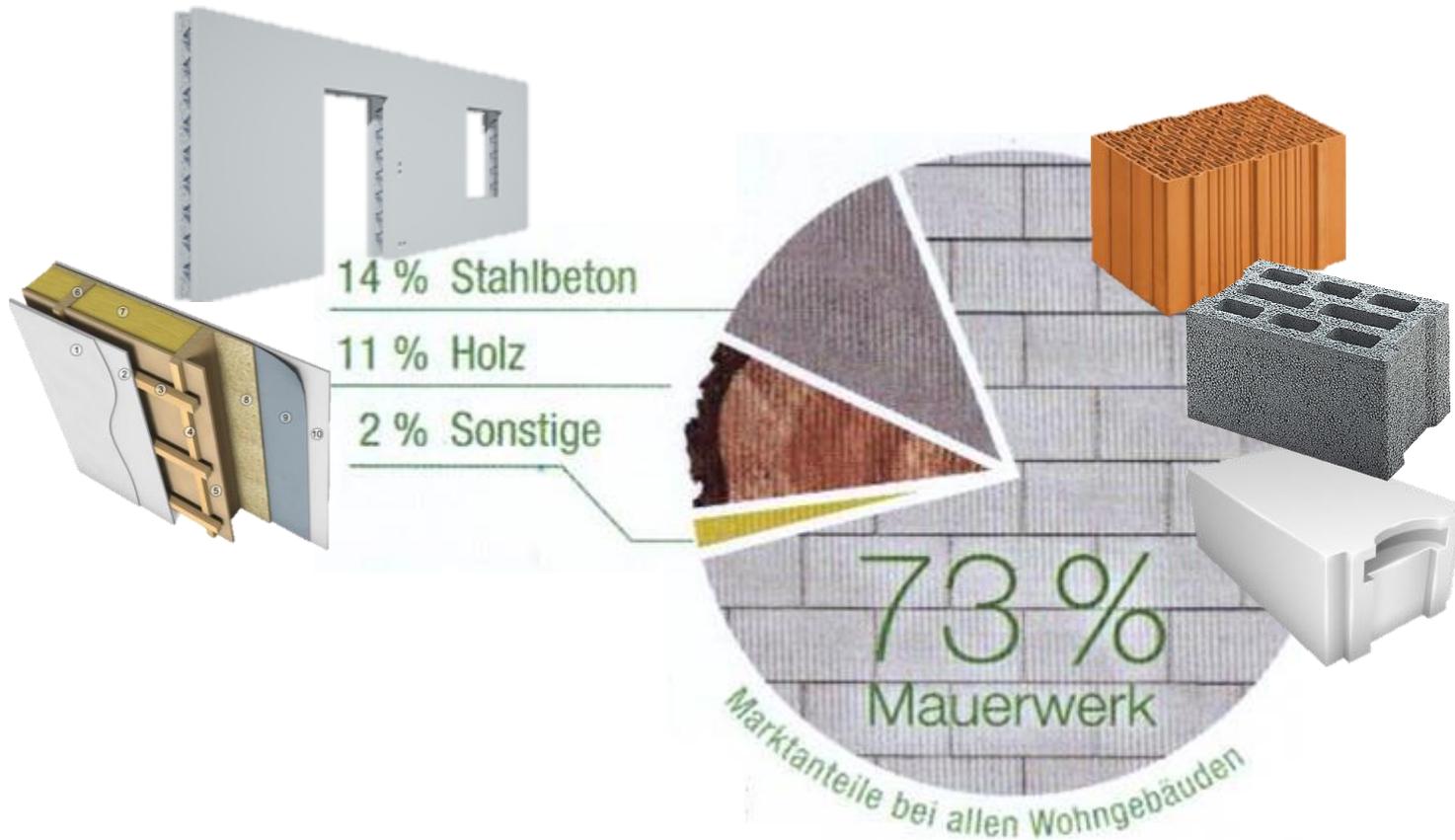
Warburg 01.03.2018



**LÜCKING**  
ZIEGELWERK  
BETONWERKE

**ZIEGEL**  
Ziegel-Zentrum NordWest e.V.  
Die Technik

Dr. Dieter Figge  
Industrieverbände  
Duisburg



## In 23 Sekunden wächst ein Holz-Fertighaus nach

Durchschnitt für Deutschland, 2015

Anzahl der geeigneten **Fichten**, die für ein Holz-Fertighaus mit 140 m<sup>2</sup> Wohnfläche benötigt werden



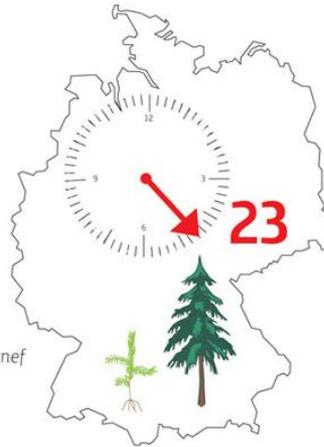
30

Anzahl der benötigten **Holzmenge** je Holz-Fertighaus in Kubikmetern



Quelle: Bundesverband Deutscher Fertighau, Bad Honnef

Zeit, die das Holz eines Fertighauses benötigt, um nachzuwachsen in Sekunden



### Anteil der Baustoffe eines „Holz-Fertighauses“

- 17% Konstruktionsholz und Holzverbundmaterial (z.B. Span- oder OSB Platten)
- 83 % Dämmstoffe, Folien, Klebebänder, Gewebe etc.



Es ist nicht immer alles drin was draufsteht

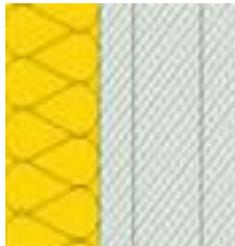
# Vergleich: unverputzte Außenwände in Wohngebäuden

Vergleich: Außenwände Wohngebäude (ohne Putz oder Bekleidung).  
 Außenwände: 168 m<sup>2</sup>, U-Wert ≈ 0,18 – 0,20 W/m<sup>2</sup>K. (Ohne Fenster- und Türöffnungen)



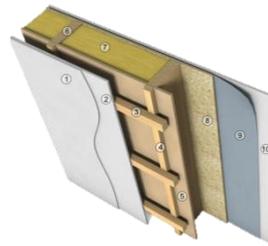
Stahlbeton t 42 cm  
 (auch KS)

- 6 to. Baustahl
- 58 m<sup>3</sup> Beton (24 cm)
- (58 m<sup>3</sup> Kalksandstein)
- 30 m<sup>3</sup> WDVS (18 cm)
- 168 m<sup>2</sup> Gewebe



Holz Rahmenbau t 32 cm

- 7 m<sup>3</sup> Holz
- 33 m<sup>3</sup> Dämmstoff
- 8 m<sup>3</sup> WDVS
- 168 m<sup>2</sup> Folien + Gewebe
- 638 m<sup>2</sup> Spanplatten, OSB



ca.  
 17% Holz  
 ca.  
 83 % Sonstig.

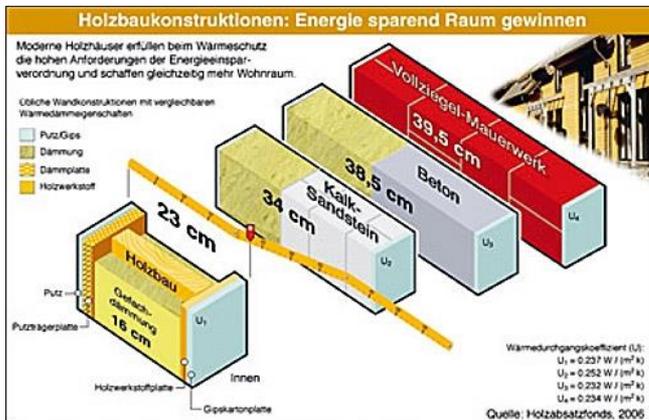


Ziegel t 36,5 cm

- 36 m<sup>3</sup> Planziegel (λR 0,075)
- 815 kg Dünnbettmörtel



# Wanddicke 27,5 cm U 0,27 W/(m²K)

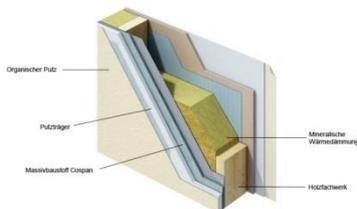


**Werbung Holzbau aus 2006**

Außenwand Holzrahmenbauweise  
t 230 mm U = ca. 0,25 W/m²K

Außenwand Ziegelbauweise  
t 395 mm U = ca. 0,25 W/m²K

**Außenwand Holz**  
t 275 mm  
U = 0,27 W/m²K



**Außenwand Ziegel**  
t 275 mm  
U = 0,27 W/m²K



## Außenwand Holz

(Wände - Hülle)

Fläche **1,00m²** U-Wert **0,27W/(m²\*K)** α -Wert **0,50** Flächengewicht **81kg/m²**  
F<sub>x</sub> **1,00**

### Schichtaufbau

R<sub>se</sub> **0,04 m²\*K/W** R<sub>si</sub> **0,13 m²\*K/W**

Dicke [cm]	Bereich A : 80	λ [W/mK]	Bereich B : 20	λ [W/mK]
2,000	Leichtputz	0,25	Leichtputz	0,25
2,000	OSB-Platten	0,13	OSB-Platten	0,13
20,000	Mineralwolle MW DIN EN 13162 040	0,040	Konstruktionsholz	0,18
2,000	OSB-Platten	0,13	OSB-Platten	0,13
1,250	Gipskartonplatten DIN 18180	0,25	Gipskartonplatten DIN 18180	0,25

## Außenwand Ziegel

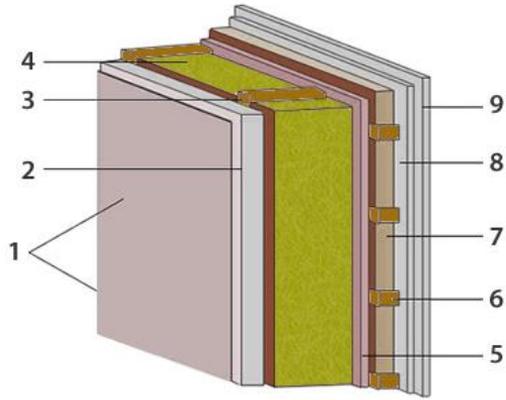
(Wände - Hülle)

Fläche **1,00m²** U-Wert **0,27W/(m²\*K)** α -Wert **0,50** Flächengewicht **155kg/m²**  
F<sub>x</sub> **1,00**

### Schichtaufbau

R<sub>se</sub> **0,04 m²\*K/W** R<sub>si</sub> **0,13 m²\*K/W**

Dicke [cm]	Bereich A : 100	λ [W/mK]
2,000	Leichtputz	0,25
24,000	Hochlochziegel nach Zul., Lambda=0,07	0,070
1,500	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit	0,70

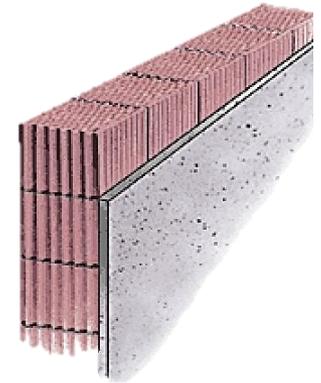
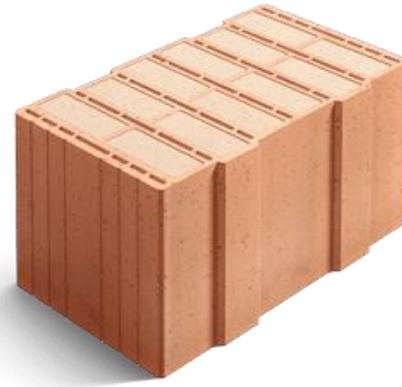


## Mögliche Wandkonstruktion Holzrahmenbauweise

- 1 10 mm diffusionsoffener Silikonharzputz
  - 2 60 mm Putzträgerplatte aus Holzfaser
  - 3 250 mm KVH
  - 4 250 mm Dämmung
  - 5 15 mm OSB
  - 6 100 mm Konstruktionsebene
  - 7 100 mm Dämmung (040)
  - 8 12 mm OSB
  - 9 13 mm Gipskarton
- 460 mm Wanddicke

**t = 460 mm**

**U = 0,14 W/m<sup>2</sup>K**



## Lücking Planziegel MZ60 HLZ B 6-0,50

Zulassung 17.1-1025

Außenputz 20 mm (min. Leichtputz)

Ziegel 420 mm

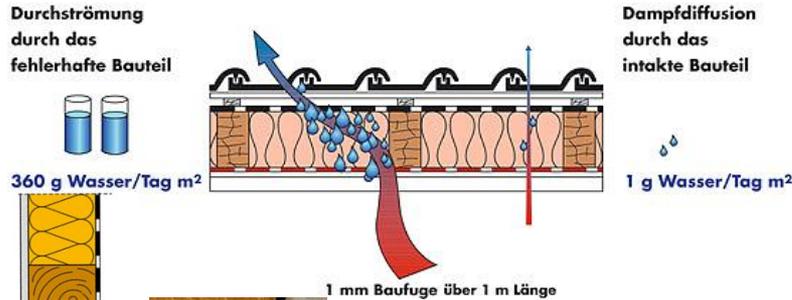
Innenputz 15 mm Innenputz (Gipsputz)

455 mm Wanddicke

**t = 455 mm**

**U = 0,14 W/m<sup>2</sup>K**

# Luftdichte Ebene



Leichtkonstruktionen brauchen zusätzliche Maßnahmen, zur Winddichtheit (Folien, dichte Steckdosen usw.)



Die Dichtungsfolien müssen die Bewegungen des leichten Gebäudes mitmachen.

Dabei dürfen sich ihre Stöße auch Jahre später nicht öffnen.

Undichte Wände und Decken können Bauschäden infolge feuchter Bauteile verursachen.

Warme Luft enthält relativ viel Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf.

Kühlt die warme Raumluft während sie nach draußen dringt auf den Taupunkt ab, bildet sich Kondenswasser.

Die Wand (oder Decke) wird nass und verliert ihre Dämmwirkung. (Schimmelgefahr)

Diffusionsoffene massive Wände sind und bleiben nach Aufbringen des Innenputzes luftdicht.

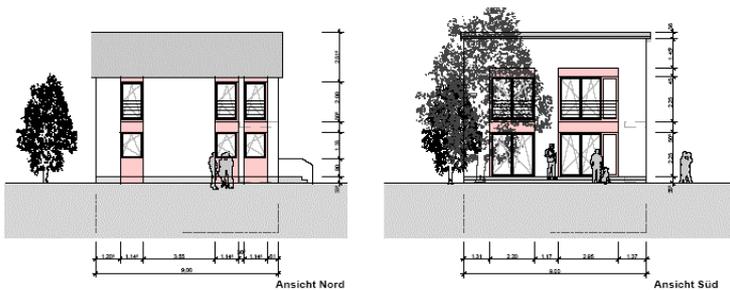
Massivhäuser verlieren über die gesamte Lebensdauer nicht mehr Lüftungswärme, als die Bewohner für ausreichende Raumhygiene benötigen.

## Sommerlicher Wärmeschutz

Der Sommerliche Wärmeschutz ist entsprechend EnEV und der DIN 4108-2 eine geschuldete Eigenschaft, die auch ohne besondere vertragliche Vereinbarung zu gewährleisten ist.

Durch Einhaltung des normierten Sonneneintragskennwertes  $S_{\max}$  soll unter Standardbedingungen gewährleistet sein, dass eine bestimmte Grenz-Raumtemperatur an nicht mehr als 10% der jährlichen Aufenthaltszeit überschritten wird.

Diese Grenztemperatur ist abhängig vom Klimastandort und damit von der durchschnittlichen Monatstemperatur des heißesten Monats im Jahr.

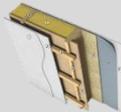


Ein wesentlicher Einfluss auf die sommerlichen Maximaltemperaturen geht von der Schwere der Gebäudekonstruktion aus.

Daher erfolgt eine beispielhafte Einstufung unterschiedlicher Bauweisen hinsichtlich ihrer Speicherfähigkeit.

### leichte Bauart:

$$C_{\text{wirk}} / A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$



gilt auch für Gebäudeplanungen ohne Festlegung der Baukonstruktion,

### mittlere Bauart:

$$C_{\text{wirk}} / A_G = 50 - 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$



gültig für Wohnräume in Gebäuden aus Wärmedämmziegeln und mit massivem Innenausbau,

### schwere Bauart:

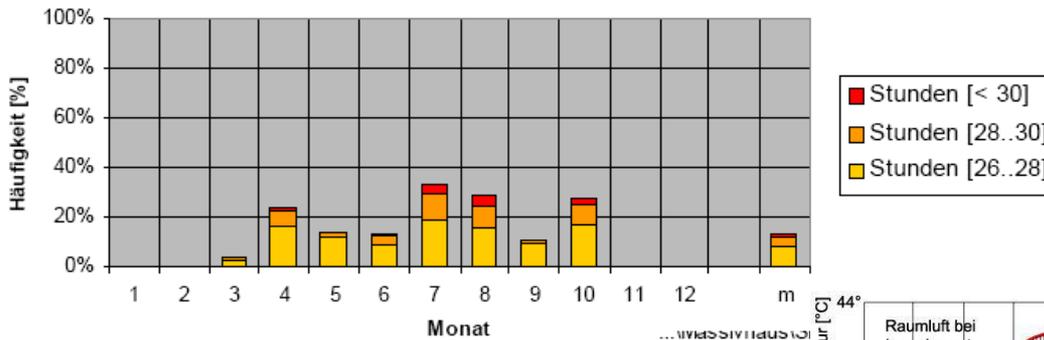
$$C_{\text{wirk}} / A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$



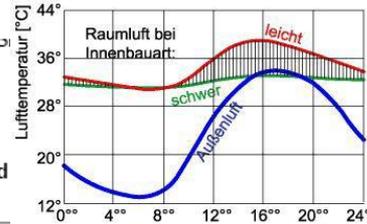
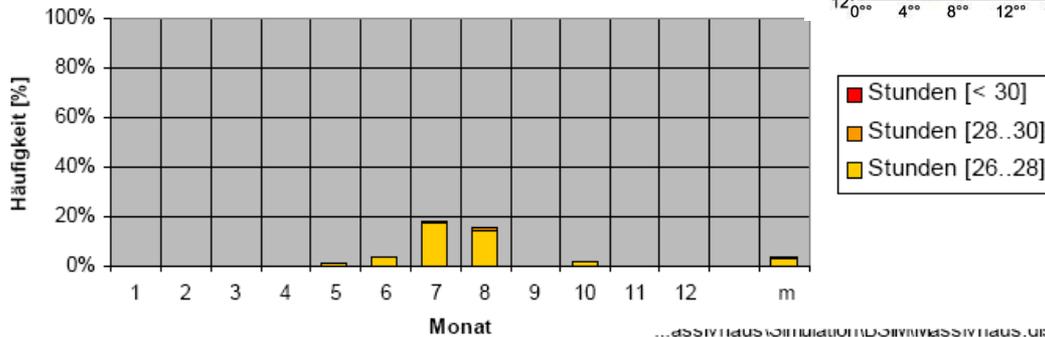
Wohnräume in Ziegelgebäuden aus HLz mit  $\rho \geq 1,0 \text{ kg}/\text{dm}^3$  und massivem Innenausbau.

$A_G$  = Nettogrundfläche des betrachteten Raumes oder der Raumgruppe  
 $C_{\text{wirk}}/A_G$  = wirksamen Wärmespeicherfähigkeiten

Monatliche Überhitzungshäufigkeit - Holzhaus - Süd



Monatliche Überhitzungshäufigkeit - Massivhaus - Süd



Beim Holzhaus liegen die Jahresstunden **> 26 °C bei 13%** mit einer Maximaltemperatur der Innenräume von 32,8°C.

Das Massivhaus zeigt deutlich niedrigere Überhitzungshäufigkeiten.

Im Jahresmittel liegen die Raumtemperaturen der südlichen Erdgeschosszone zu ca. **3 %** der Jahresstunden bei Temperaturen **> 26°C**.

Die Maximaltemperatur der Innenräume beträgt 28,9 °C. (Diff. Ca. 4°C)

Die Raumtemperaturen schwanken im Massivhaus weniger als im Holzhaus.

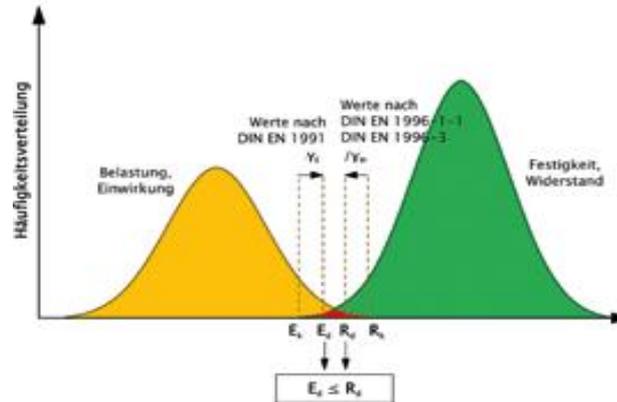
Die Tage mit Überhitzungsgefahr beschränken sich beim Massivhaus weitgehend auf die Monate Juli und August (2 Mo), beim Holzhaus bestehen Überhitzungsstunden im Zeitraum von April bis Oktober (7 Mo).

## (1) Nachweiskriterien für Mauerwerk nach DIN EN 1996

Nachweisverfahren sind in verschiedenen **Grenzzuständen** und **Lastkombinationen** zu führen:

### I. Die Tragfähigkeit

(Nachweis im **Grenzzustand der Tragfähigkeit** [GZ-T] ist der maßgebende Nachweis)



III. Die Dauerhaftigkeit (ist über **Baustoffanforderungen** und **Konstruktionsregeln** [DIN EN 1996-2] abgedeckt).

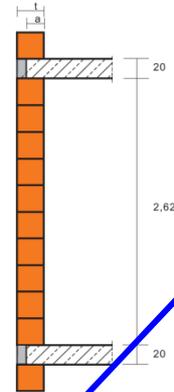
### Bemessungswert der Druckfestigkeit

$$f_d = \zeta \cdot (f_k / \gamma_M)$$

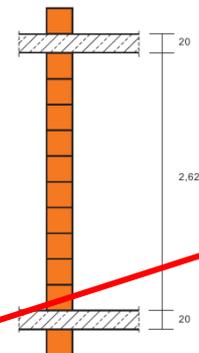


# Stark vereinfachter Nachweis nach Anhang A von DIN EN 1996-3

$f_k$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Wanddicke in cm				
	17,5	24,0	36,5	42,5	49,0
	a/t				
	1,0	1,0	2/3	2/3	2/3
1,3	51,6	70,7	107,6	125,2	144,4
1,4	55,5	76,2	115,8	134,9	155,5
1,5	59,5	81,6	124,1	144,5	166,6
1,6	63,5	87,0	132,4	154,1	177,7
1,7	67,4	92,5	140,6	163,8	188,8
1,8	89,3	122,4	186,2	216,8	249,9
1,9	94,2	129,2	196,5	228,8	263,8
2,0	99,2	136,0	206,8	240,8	277,7
2,1	104,1	142,8	217,2	252,9	291,6
2,2	109,1	149,6	227,5	264,9	305,4
2,3	114,0	156,4	237,9	277,0	319,3
2,4	119,0	163,2	248,2	289,0	333,2
2,5	124,0	170,0	258,5	301,0	347,1
2,6	128,9	176,8	268,9	313,1	361,0
2,7	133,9	183,6	279,2	325,1	374,9
2,8	138,8	190,4	289,6	337,2	388,7
2,9	143,8	197,2	299,9	349,2	402,6
<b>3,0</b>	148,8	204,0	<b>310,3</b>	361,3	416,5
3,5	173,5	238,0	362,0	421,5	485,9
4,0	198,3	272,0	413,7	481,7	555,3
4,5	223,1	306,0	465,4	541,9	624,8
<b>5,0</b>	247,9	<b>340,0</b>	517,1	602,1	694,2



Beispiel: Zulassungsziegel  
Wanddicke 36,5 cm  
 $f_k$  z.B. = 3,0 N/mm<sup>2</sup>

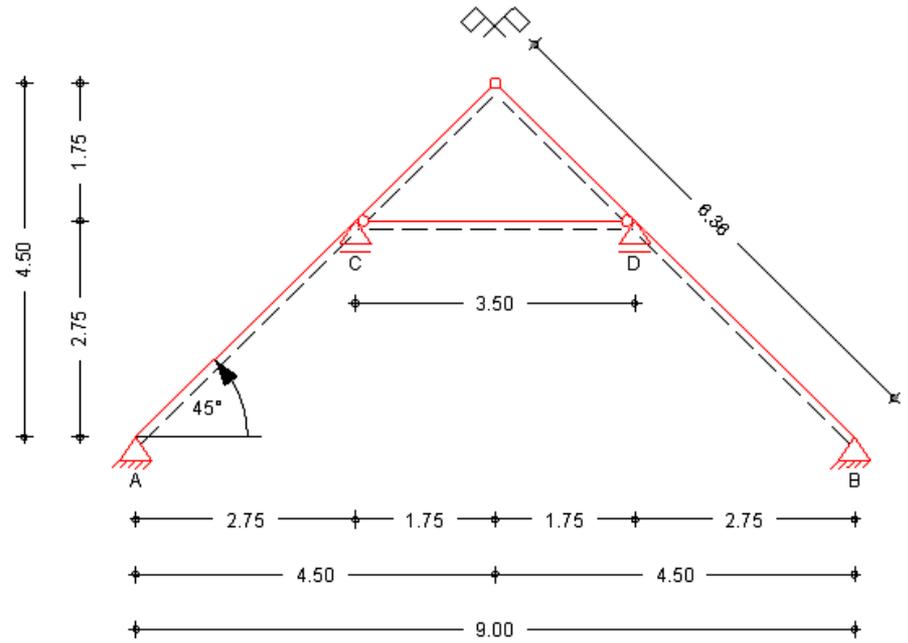


Beispiel: HLzB 12/NM IIa  
Wanddicke 24 cm  
 $f_k$  z.B. = 5,0 N/mm<sup>2</sup>



Maximal zulässiger Bemessungswert der Einwirkung in Abhängigkeit der charakteristischen Druckfestigkeit des Mauerwerks und der Wanddicke ( $N_{Ed} = N_{Rd}$ )

# Beispiel: 2 stieliges Pfettendach mit Firstgelenk und Kehlbalke

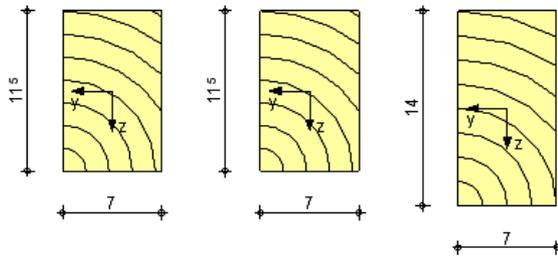


## DIN 1052 (alt)

SpLi

SpRe

KB



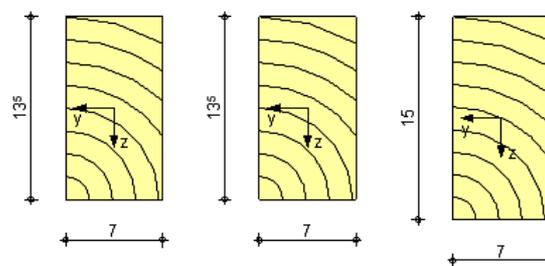
100%

## DIN 1052 (2008)

SpLi

SpRe

KB



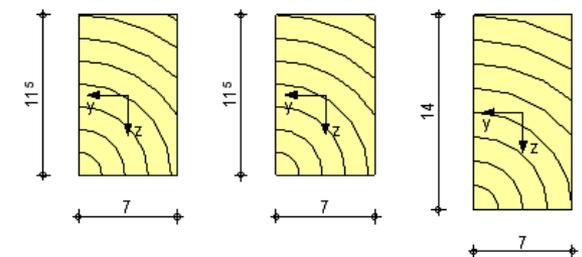
115%

## Eurocode 5 (EC5)

SpLi

SpRe

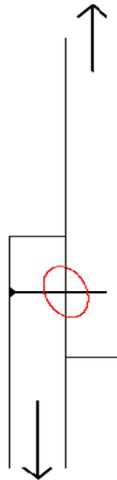
KB



100%

Ermittlung der zul. Scherkraft eines Nagels  
Nach DIN 1052 (1988)

$$\text{zul.}N_1 = \frac{500 \cdot d_N^2}{10 + d_N}$$



Ermittlung der zul. Scherkkraft eines Nagels nach EC 5

8.2.2 Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

(1) Die charakteristische Tragfähigkeit für Nägel, Klammern, Bolzen, Stabdübeln und Schrauben je Scherfuge und Verbindungsmittel sollten als der Kleinstwert aus den folgenden Ausdrücken angenommen werden:

— für einschneitige Verbindungen:

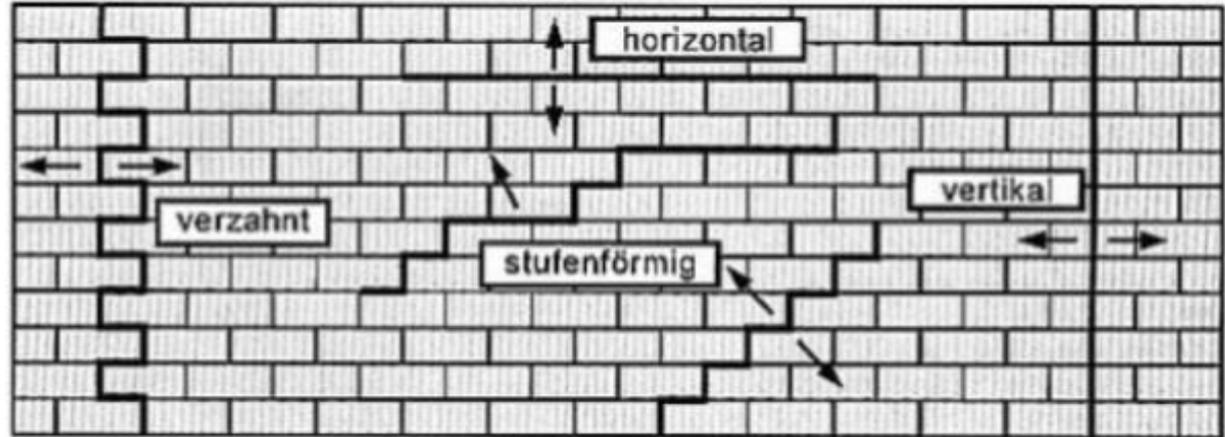
$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1k} t_1 d \quad (a) \\ f_{h,2k} t_2 d \quad (b) \\ \frac{f_{h,1k} t_1 d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^2 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (c) \\ 1,05 \frac{f_{h,1k} t_1 d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (d) \\ 1,05 \frac{f_{h,1k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[ \sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (e) \\ 115 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (f) \end{array} \right. \quad (8.6)$$

Nachweisverfahren sind in verschiedenen **Grenzzuständen** und **Lastkombinationen** zu führen:

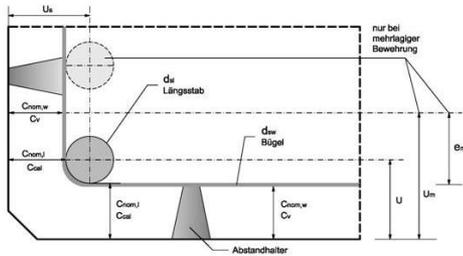
II. Die **Gebrauchstauglichkeit** (Nachweis im **Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit**) - ist über den [GZ-T] mit abgedeckt).

Mit dem Einhalten der **Bedingungen** erfüllt ein Tragwerk oder einzelne Tragglieder die Anforderungen für die vorgesehene Nutzung.

Anforderungen können z.B. Beschränkungen auftretender Formänderungen sein, um eine Rissbildung in sekundären Traggliedern zu vermeiden und das Erscheinungsbild zu wahren.

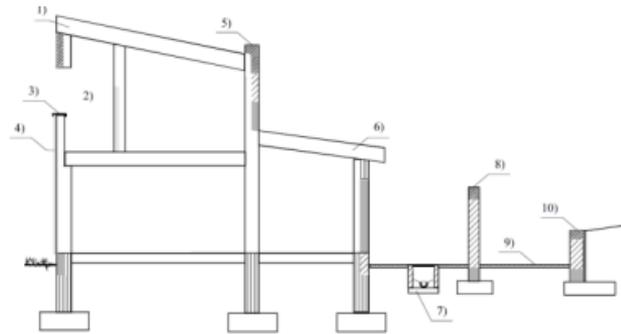


## Expositionsklassen für Stahlbeton



Festigkeitsklassen	Beschreibung der Umgebung	Klassenbezeichnung
Bewehrungskorrosion infolge Karbonatisierung	trocken oder ständig nass	XC1
	nass, selten trocken	XC2
	mäßige feuchte	XC3
	wechselnd nass und trocken	XC4
Bewehrungskorrosion verursacht durch Chloride nicht aus Meerwasser	mäßige Feuchte	XD1
	nass, selten trocken	XD2
	wechselnd nass und trocken	XD3
Bewehrungskorrosion verursacht durch Chloride aus Meerwasser	salzhaltige Luft, aber kein Kontakt mit Meerwasser	XS1
	unter Wasser	XS2
	Bereiche von Tide, Spritzwasser und Sprühnebel	XS3

## Neu: Expositionsklassen für Mauerwerk



Klasse	Mikrobedingungen des Mauerwerks	Beispiele für Mauerwerk in diesem Zustand
<b>MX1</b>	<b>In trockener Umgebung</b>	Innenmauerwerk für normale Wohnräume und Büros, einschließlich der Innenschale von zweischaligen Außenwänden, die im Normalfall nicht feucht werden. Verputztes Außenmauerwerk, das keinem mäßigen oder starken Schlagregen ausgesetzt ist, und von Feuchte in benachbartem Mauerwerk oder Bauteilen getrennt ist.
<b>MX2</b>	<b>Feuchte oder Durchnässung ausgesetzt</b>	
MX2.1	Feuchte, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Innenmauerwerk, das großen Mengen an Wasserdampf ausgesetzt ist, wie z. B. in einer Wäscherei. Außenwände, die von einem Dachüberstand oder einer Mauerabdeckung geschützt und keinem starken Schlagregen oder Frost ausgesetzt sind. Mauerwerk frostfrei gegründet und in gut entwässerten, nicht angreifenden Böden.
MX2.2	Durchnässung, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk, das weder Frost noch angreifenden Chemikalien ausgesetzt ist, z. B. in Außenwänden mit Mauerkronen oder mit Dachüberstand, in Brüstungsmauern, freistehenden Mauern, im Boden, unter Wasser.
<b>MX3</b>	<b>Feuchte oder Durchnässung und Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt</b>	
MX3.1	Feuchte oder Durchnässung und Frost-Tau-Wechselbedingungen, aber keinem Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk wie Klasse MX2.1 aber Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt.
MX3.2	Starker Durchnässung und Frost-Tau-Wechselbedingungen, aber keinem Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk wie Klasse MX2.2 aber Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt.
<b>MX4</b>	<b>Der Einwirkung von salzhaltiger Luft, Meerwasser oder Tausalzen ausgesetzt</b>	Mauerwerk im Küstenbereich. Mauerwerk an Straßen, auf denen im Winter Tausalz gestreut wird

## Beispiele für die vergleichbaren Expositionen des Mauerwerks bezüglich unterschiedlicher Beanspruchung

### Legende

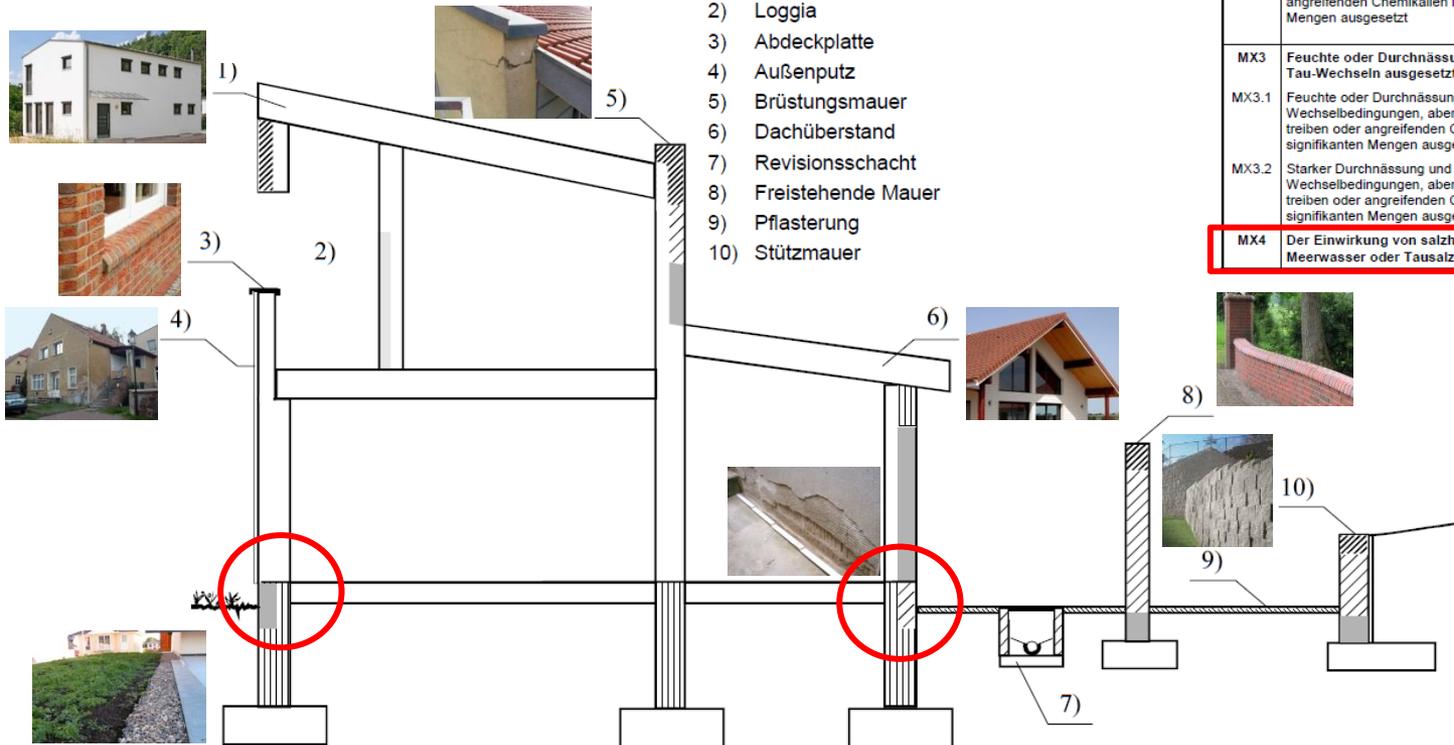
Vergleichbare Expositionen der Feuchtebeanspruchung



ANMERKUNG Die Größe des Bereichs für vergleichbare Expositionen der Feuchtebeanspruchung wird durch das Makroklima beeinflusst.

- 1) kein Dachüberstand
- 2) Loggia
- 3) Abdeckplatte
- 4) Außenputz
- 5) Brüstungsmauer
- 6) Dachüberstand
- 7) Revisionsschacht
- 8) Freistehende Mauer
- 9) Pflasterung
- 10) Stützmauer

Klasse	Mikrobedingungen des Mauerwerks	Beispiele für Mauerwerk in diesem Zustand
MX1	In trockener Umgebung	Innenmauerwerk für normale Wohnräume und Büros, einschließlich der Innenschale von zweischaligen Außenwänden, die im Normalfall nicht feucht werden. Verputztes Außenmauerwerk, das keinem mäßigen oder starken Schlagregen ausgesetzt ist, und von Feuchte in benachbartem Mauerwerk oder Bauteilen getrennt ist.
MX2	Feuchte oder Durchnässung ausgesetzt	
MX2.1	Feuchte, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Innenmauerwerk, das großen Mengen an Wasserdampf ausgesetzt ist, wie z. B. in einer Wäscherei. Außenwände, die von einem Dachüberstand oder einer Mauerabdeckung geschützt und keinem starken Schlagregen oder Frost ausgesetzt sind. Mauerwerk frostfrei gegründet und in gut entwässerten, nicht angreifenden Böden.
MX2.2	Durchnässung, aber keinen Frost-Tau-Wechselbedingungen oder Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk, das weder Frost noch angreifenden Chemikalien ausgesetzt ist, z. B. in Außenwänden mit Mauerkronen oder mit Dachüberstand, in Brüstungsmauern, freistehenden Mauern, im Boden, unter Wasser.
MX3	Feuchte oder Durchnässung und Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt	
MX3.1	Feuchte oder Durchnässung und Frost-Tau-Wechselbedingungen, aber keinem Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk wie Klasse MX2.1 aber Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt.
MX3.2	Starker Durchnässung und Frost-Tau-Wechselbedingungen, aber keinem Sulfatreiben oder angreifenden Chemikalien in signifikanten Mengen ausgesetzt	Mauerwerk wie Klasse MX2.2 aber Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt.
MX4	Der Einwirkung von salzhaltiger Luft, Meerwasser oder Tausalzen ausgesetzt	Mauerwerk im Küstenbereich. Mauerwerk an Straßen, auf denen im Winter Tausalz gestreut wird



**Natürliche Dauerhaftigkeit** ist die dem Holz eigene Widerstandsfähigkeit gegen einen Angriff durch holzerstörende Organismen.

Die Klassifikation erfolgt nach DIN EN 350-2 in den Bereiche.

dauerhaft gegen:

- holzerstörende Pilze
- holzerstörende Insekten
- Termiten
- Holzschädlinge im Meerwasser

## Klassifikation der natürlichen Dauerhaftigkeit gegen holzerstörende Pilze

1	sehr dauerhaft	z.B. Afzelia, Maobi, Bilinga, Greenheart, Padouk, asiat. Teak, Makoré
1-2	dauerhaft bis sehr dauerhaft	z.B. Robinie *)
2	dauerhaft	z.B. europ. Eiche, Edelkastanie, amer. Western Red Cedar, Bankirai, Bubinga, Merbau, Bongossi, Mahogany
2-3	mäßig dauerhaft bis dauerhaft	z.B. Yellow Cedar, amerik. Weißeiche
3	mäßig dauerhaft	z.B. Pitch Pine
3-4	wenig dauerhaft bis mäßig dauerhaft	z.B. europ. Lärche, europ. Douglasie
4	wenig dauerhaft	z.B. Tanne, Fichte, Ulme, amerik. Roteiche, Yellow Meranti,
5	nicht dauerhaft	z.B. Birke, Buche, Esche, Linde, White Meranti

\*) Hinweis: Bei Robinie ist das adulte Kernholz als dauerhaft nach 1 einzustufen, ihr juveniles Kernholz (die ersten 7-15 Jahrringe) ist als wenig dauerhaft nach 4 einzustufen (Dreiner 2007).

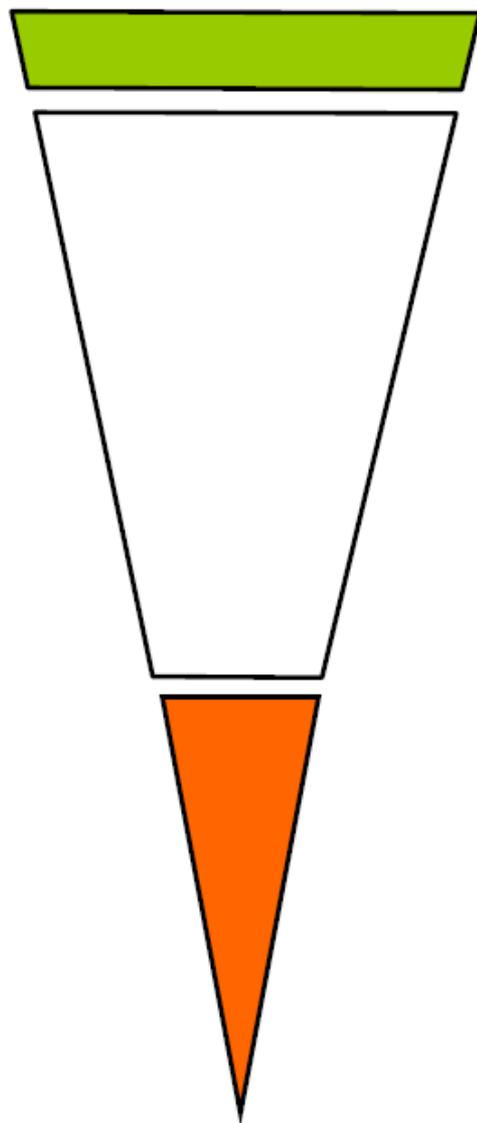


Sind die Hölzer nicht dauerhaft widerstandsfähig gegen holzerstörende Organismen, müssen chemische Mittel eingesetzt werden.

Oder es wird durch Entzug der Feuchtigkeit der Nährboden für Pilze entzogen.

Wichtig ist, dass die Restfeuchte unter 18% bis zum Einbau gewährleistet ist.

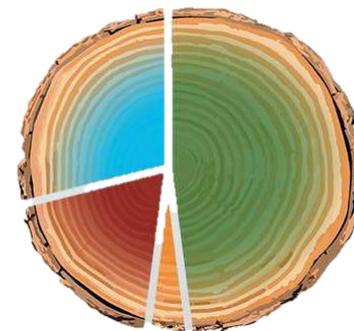
## Bundesländer mit Holzbau begünstigender Novellierung der LBO



### Baden-Württemberg

Bayern  
Berlin  
Bremen  
Hamburg  
Mecklenburg-Vorpommern  
Sachsen  
Sachsen-Anhalt  
Schleswig Holstein  
Thüringen

Niedersachsen  
Saarland  
Hessen ?  
Rheinland-Pfalz  
Brandenburg  
Nordrhein-Westfalen



**48% private Waldbesitzer**  
**29% Bundesländer**  
**19% Städte und Gemeinden**  
**04% Bund**

Bei 52% Waldfläche in öffentliche Hand entscheiden Bund, Länder und Kommunen über Förderkriterien oder über die Bauordnungen der Länder, vornehmlich durch Begünstigungen des Holzbaues.

(Z. B. beim Brandschutz)

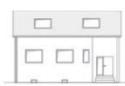
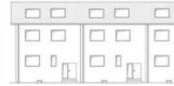
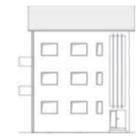
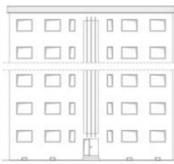
Mit der Novelle der BauO NRW übernimmt NRW Regelungen aus der aktuellen Musterbauordnung und setzt somit die aktuellen länderübergreifenden Empfehlungen der ARGEBAU in Landesrecht um.

Perspektivisch wird der Holzbau in NRW von zwei wesentlichen Änderungen profitieren:

- a) die Einteilung der Gebäudeklassen und
- b) die Feuerwiderstandsfähigkeit

An mehrgeschossige Gebäude mit mehreren Nutzungseinheiten – seien es Wohn- oder Bürogebäude – stellt die BauO NRW konkrete Anforderungen an den konstruktiven Brandschutz.

Gebäudeklassen

GK 1 (a + b)	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	Sonderbauten
 Freistehende Gebäude $\leq 7$ m OKF ( $\leq 2$ Nutzungseinheiten und insgesamt $\leq 400$ m <sup>2</sup> )	 Gebäude $\leq 7$ m OKF ( $\leq 2$ Nutzungseinheiten und insgesamt $\leq 400$ m <sup>2</sup> )	 sonstige Gebäude $\leq 7$ m OKF	 Gebäude $\leq 13$ m OKF (Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m <sup>2</sup> )	 sonstige Gebäude $\leq 22$ m OKF	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hotels</li> <li>- Versammlungsstätten</li> <li>- Sportstätten</li> <li>- Schulen</li> <li>- Krankenhäuser</li> </ul> jeder Höhe und  Hochhäuser $\geq 22$ m OKF

OKF = Oberkante Fußboden von Aufenthaltsräumen ab Oberkante Erdreich

Die Feuerwiderstandsfähigkeit ist in §26 BauO NRW (2016) hinsichtlich ihrer Bauweise prinzipiell beschrieben.

§ 26

**Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen**

(1) Baustoffe werden nach den Anforderungen an ihr Brandverhalten unterschieden in

1. nichtbrennbar,
2. schwerentflammbar und
3. normalentflammbar.

(2) Bauteile werden nach den Anforderungen an ihre Feuerwiderstandsfähigkeit unterschieden in

1. feuerbeständig,
2. hochfeuerhemmend und
3. feuerhemmend.

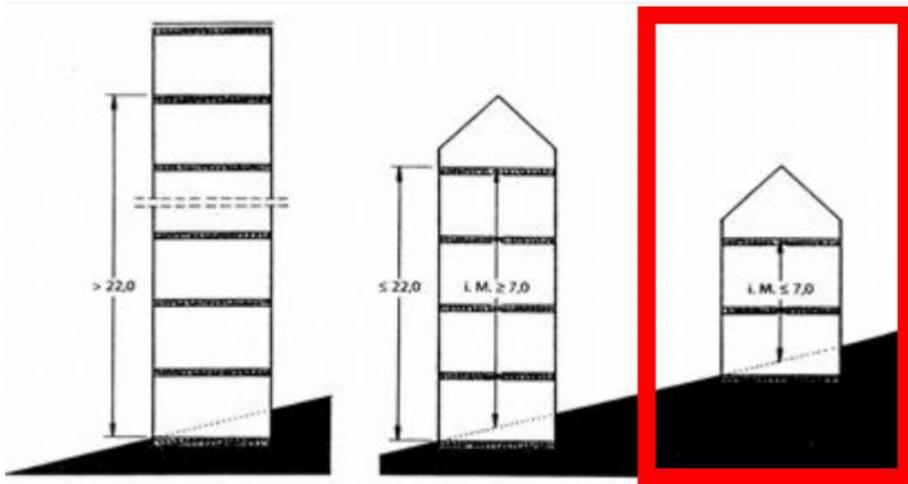
(F 90) feuerbeständig

(F 60) hochfeuerhemmend

(F 30) feuerhemmend

Die Feuerwiderstandsfähigkeit bezieht sich bei tragenden und aussteifenden Bauteilen auf deren Standsicherheit im Brandfall, bei raumabschließenden Bauteilen auf deren Widerstand gegen die Brandausbreitung. Bauteile werden zusätzlich nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden in

1. Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen,
2. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus nichtbrennbaren Baustoffen haben,
3. Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen haben und
4. Bauteile aus brennbaren Baustoffen.



Stand BauO NRW 2000

Die derzeitige BauO (2000) definiert drei Gebäudeklassen in Abhängigkeit von der Bauwerkshöhe.

Hinsichtlich des Feuerwiderstands wird unterschieden in Klassen F30 (feuerhemmend) und F90 (feuerbeständig).

**Die allgemeine Verwendbarkeit von brennbaren Baustoffen im Tragwerk – wie Holz – ist auf die Gebäude „geringer Höhe“ beschränkt.**

1	2	3	4	5
freistehend land- oder forstwirtschaftlich genutzt	freistehend und OKF ≤ 7 m und ≤ 2 NE und ≤ 400 m <sup>2</sup> gesamt *)	nicht freistehend OKF ≤ 7 m und ≤ 2 NE und ≤ 400 m <sup>2</sup> gesamt *)	sonstige Gebäude OKF ≤ 7 m	3 m < OKF ≤ 22 m oder ≤ 400 m <sup>2</sup> je NE
Baufaufsichtliche Anforderungen nach MBO 2002 (tragende und aussteifende Wände, Stützen, Trennwände, Decken zwischen NE)				
keine Forderungen	feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Feuerwehreinsatz mit Steckleiter möglich			Drehleiter nötig	

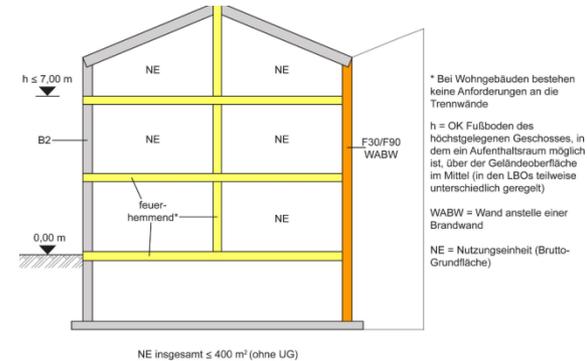
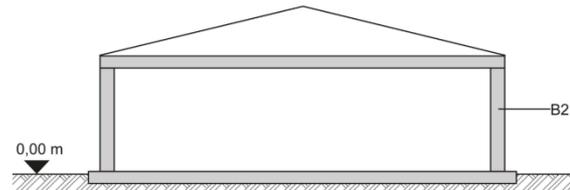
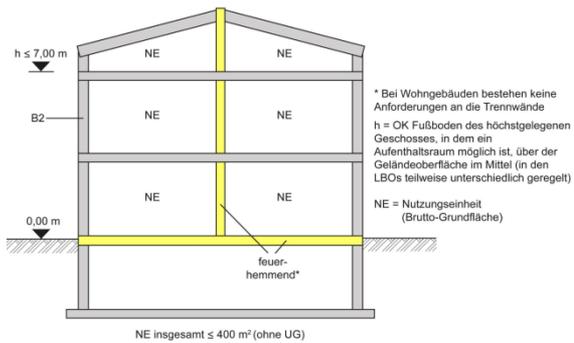
Entwurf BauO NRW (2018)

**Brennbare Baustoffe wie Holz in Kombination mit anderen Baustoffen entsprechen zukünftig den Anforderungen an hochfeuerhemmende (F 60) Konstruktionen.**

Sämtliche Bauteile für die „hochfeuerhemmende“ Bauweisen gefordert werden, können somit mit Holzkonstruktionen realisiert werden.

So werden in NRW zukünftig Gebäude der Gebäudeklassen 1 - 4 als Holzgebäude in voller Übereinstimmung mit der BauO realisiert, ohne den genehmigungsrechtlichen Sonderweg über eine Zustimmung im Einzelfall beschreiten zu müssen.

# Gebäudeklassen und Bauteilanforderungen



**GK 1a:** freistehende Gebäude mit max. Höhe 7,00 m (NE ≤ 400 m²)

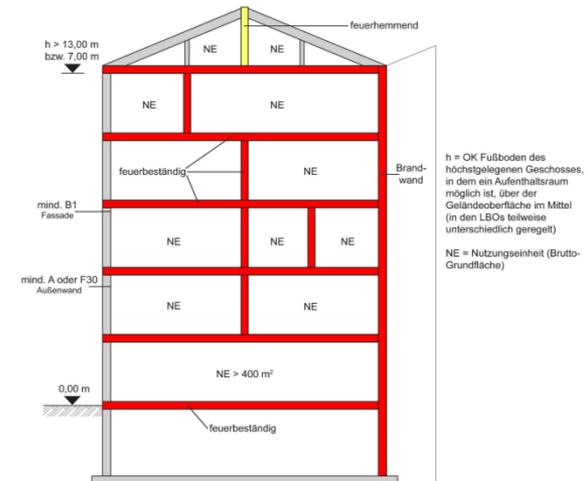
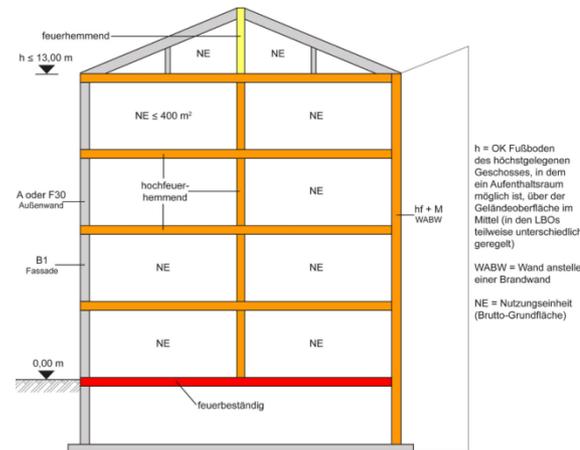
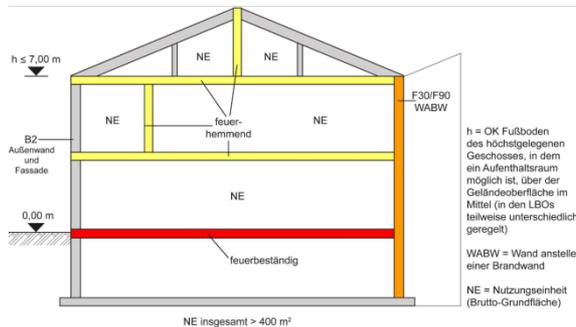
(30) feuerhemmend

(60) hochfeuerhemmend

(90) feuerbeständig

**GK 1b:** freistehende, land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude

**GK 2** Gebäude mit max. Höhe von 7,00 m u. 2 WE (NE ges. ≤ 400 m²)



**GK 3** Sonstige Gebäude mit max. Höhe von 7,00 m (NE ≥ 400 m²)

**GK 4** Gebäude mit max. Höhe von 13,00 m (NE je ≤ 400 m²)

**GK 5** sonstige Gebäude ≤ 22,00 m unterird. Gebäude (NE ≤ 400 m²)

Nicht brennbare Baustoffe bestehen zum überwiegenden Teil aus Stoffen, die nicht entzündet werden können.

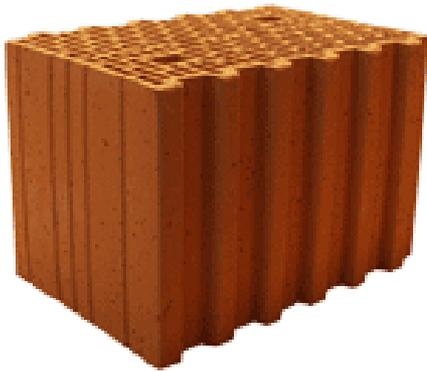
Sie stellen selbst keine Brandgefahr oder Brandlast dar, sind jedoch am Brandgeschehen passiv beteiligt.

Durch die Hitze können sie ihr Gefüge verändern, ihr Volumen vergrößern und dadurch z.B. Druck auf andere Bauteile ausüben.

Ebenso verändern sie unter Brandeinwirkung ggf. ihre physikalischen Eigenschaften, d.h. sie werden weich oder schmelzen.

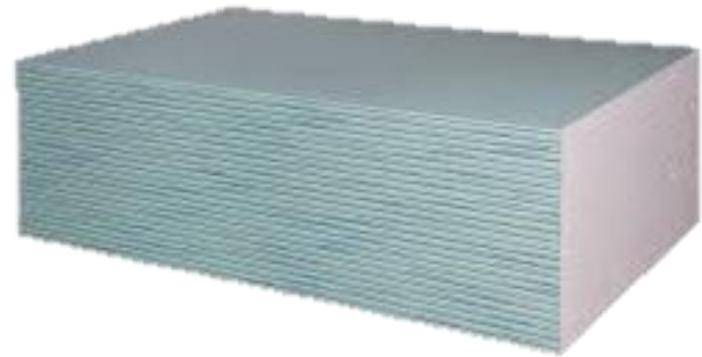
### ***Baustoffklasse A1***

Baustoffe, für die kein besonderer Nachweis der Nichtbrennbarkeit geführt werden muss, wie z.B. Ziegel, Sand, Kies, Beton, Schaumglas .....



### ***Baustoffklasse A2***

Baustoffe, deren Hauptbestandteile nicht brennbar sind, die jedoch in geringem Umfang brennbare Substanzen haben, wie z. B. Gipskartonplatten mit geschlossener Oberfläche.



### **Brennbare Baustoffe**

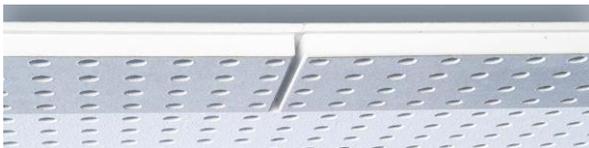
Diese Baustoffe sind grundsätzlich brennbar - sie unterscheiden sich jedoch darin, wie schnell sie Feuer fangen bzw. wie lange es dauert, bis sie zu brennen beginnen.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist der Beitrag, den sie zu einem Brand leisten.

#### **Schwer entflammbare Baustoffe B1**

Baustoffe dieser Klasse dürfen nach der Beseitigung der Wärmequelle, die sie entzündet hat, nicht selbstständig weiter brennen.

(u.a. Gipskartonplatten mit gelochter Oberfläche, Holz-Wolle-Leichtbauplatten (HWL-Platten), Kunstharzputze oder Wärmedämmputzsysteme).



#### **Normal entflammbare Baustoffe B2**

Alle brennbaren Stoffe, die als Baustoff verwendet werden dürfen, müssen mindestens die Anforderungen dieser Baustoffklasse erfüllen.

u.a. **Holz und Holzwerkstoffe** mit einer Dicke von mehr als 2 mm, Gipskarton-Verbundbauplatten, Dachdichtungsbahnen .....



#### **Leicht entflammbare Baustoffe B3**

Brennbare Baustoffe die nicht in die Baustoffklassen B1 oder B2 eingestuft werden können wie Stroh, Schaumkunststoffe oder Papier, sind der Baustoffklasse B3 zuzuordnen.

Nach LBO dürfen sie ohne weitere Maßnahmen, die zu einer höheren Einstufung führen, wie z.B. durch Flammschutzmittel oder im Verbund mit anderen Baustoffen, **nicht beim Bau verwendet werden,**



Die  
**Feuergefährlichkeit**

unserer jetzigen Bauten,  
deren Ursachen und die Mittel,  
dieselben unschädlich zu machen.

Ein Beitrag  
zum Besten meiner Mitbürger  
sowie zur geneigten Beachtung  
für  
Baumeister, Staats- und städtische Behörden

von  
**Carl August Menzel,**  
Königl. Universitäts-Bauinspektor zu Greifswald.

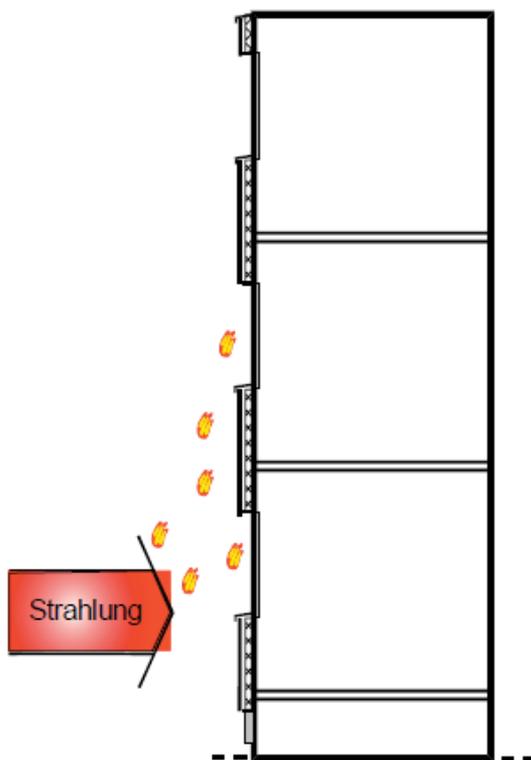
**Erstleben 1843.**

Verlag von Georg Reichardt.

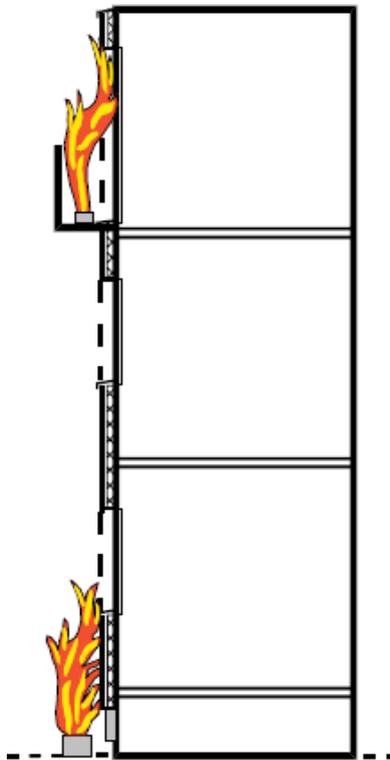
Es giebt einen sichern Grundsatz, bei dessen Anwendung kein Feuer entstehen und keines sich verbreiten kann.

Wenn kein feuerfangendes Material zu Bauten verwendet wird, kann kein Gebäude brennen. Es können zwar im Gebäude aufgehäuften Vorräthe in Brand gerathen; ein so entstandenes Feuer aber kann sich nicht verbreiten bei gehörigen Vorkehrungen. Hieraus folgt: Je weniger brennbare Constructionen bei einem Bau angewendet werden, um so weniger ist Feuergefährlichkeit und deren Verbreitung möglich.

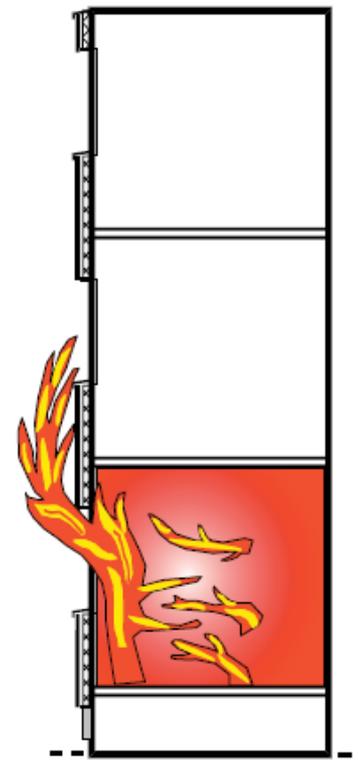
# Brandszenarien im Bereich der Außenwand/Fassade



1. Brand eines benachbarten Gebäudes



2. Brand außerhalb des Gebäudes



3. Brand innerhalb eines Gebäudes





12. Minute  
„flash-over“ 1.Etage



20. Minute  
„flash-over“ 2. Etage



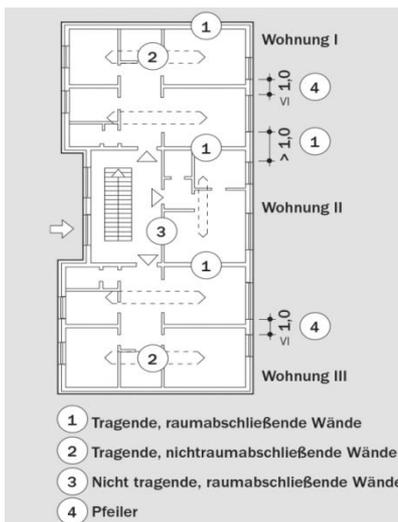
25. Minute

**B2 Konstruktionen bis Gebäudeklasse 4 (< 13 m) möglich !!!**

## Feuerwiderstandsklassen von Wänden

**Feuerwiderstandsklasse F nach DIN 4102-2 und entspr. Einstufungen nach DIN EN 13501-2;**  
*der Zahlenwert gibt die Feuerwiderstandsdauer in Minuten an*

Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2	Feuerwiderstandsklasse nach DIN EN 13501-2		
	Nichttragende raumabschließende Wände	Tragende raumabschließende Wände	Tragende nichtraumabschließende Wände
F 30	EI 30	REI 30	R 30
F 60	EI 60	REI 60	R 60
F 90	EI 90	REI 90	R 90
F 120	EI 120	REI 120	R 120
F 180	EI 180	REI 180	R 180



**E** bilden Raumabschluss  
**I** dürfen keine Wärme durchlassen

**R** müssen tragfähig sein  
**E** bilden Raumabschluss  
**I** dürfen keine Wärme durchlassen

**R** müssen tragfähig sein

### Kurzzeichen nach DIN EN 13501-2 / -3:

R = Tragfähigkeit (**Resistance**)

E = Raumabschluss (**Etancheite**)

I = Wärmedämmung (**Isolation**)

M = Stoßbeanspruchung

W = Begrenzung des Strahlungsdurchtritts

i → o bzw. i ← o (Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer)

### § 27

#### Tragende Wände und Stützen

(1) Tragende und aussteifende Wände und Stützen müssen im Brandfall ausreichend lang standsicher sein. Sie müssen

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend und
3. in Gebäuden der Gebäudeklassen 2 und 3 feuerhemmend

sein.

### § 28

#### Außenwände

(1) Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.

(2) Nichttragende Außenwände und nichttragende Teile tragender Außenwände müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Sie sind aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind. Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für

1. Türen und Fenster,
2. Fugendichtungen und
3. brennbare Dämmstoffe in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktionen.

~~(3) Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der~~ Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein. Dämmstoffe und Unterkonstruktionen aus normalentflammbaren Baustoffen sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Absatz 1 erfüllt sind. Balkonbekleidungen, die über die erforderliche Umwehrungshöhe hinaus hochgeführt werden, und mehr als zwei Geschosse überbrückende Solaranlagen an Außenwänden müssen schwerentflammbar sein. Schwerentflammbare Baustoffe in Bauteilen nach den Sätzen 1 und 3 dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.

## Muster Richtlinie für brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M HFHolzR

Besonderes Augenmerk ist hierbei auf Installationen, Fugen und Einbauten zu richten, welche die Wirksamkeit der Brandschutzbeplankung beeinträchtigen können.

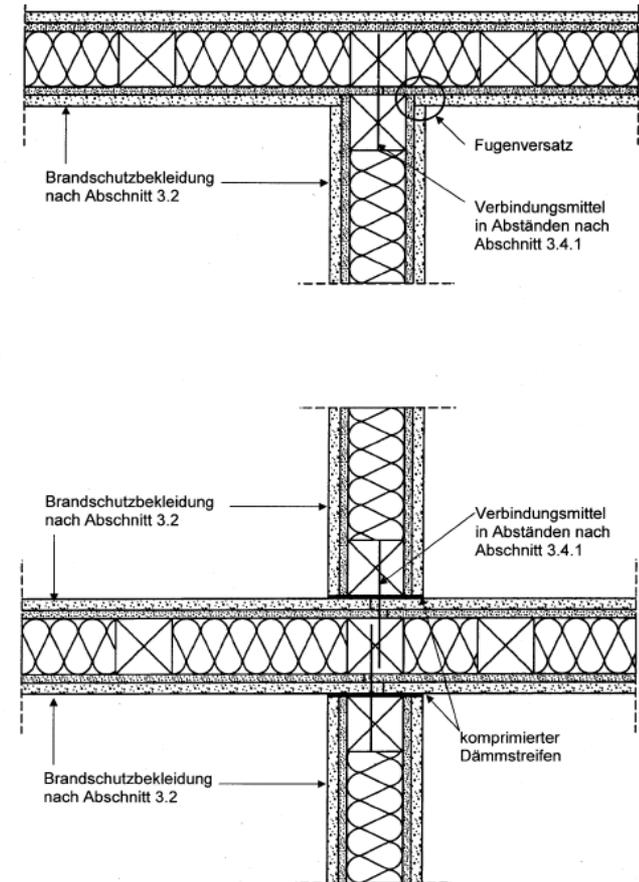
Die Muster-Richtlinie für Hochfeuerhemmende Konstruktionen in Holzbauweise (M-HFH HolzR) aus 2004 konkretisiert diese Vorgaben für Bauteile in Holztafelbauweise und Brettstapeldecken und zeigt Muster-Lösungen für Details auf.

### Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFH HolzR (Fassung Juli 2004)<sup>1</sup>

#### Inhalt

- 1 Geltungsbereich
- 2 Allgemeines
- 3 Anforderungen an Wand- und Deckenbauteile, Stützen und Träger
  - 3.1 Baustoffe
    - 3.1.1 Holz
    - 3.1.2 Dämmstoffe
    - 3.1.3 Folien
  - 3.2 Brandschutzbeleidung
  - 3.3 Bauteile
    - 3.3.1 Allgemeines
    - 3.3.2 Wände und Wandscheiben
    - 3.3.3 Decken
    - 3.3.4 Stützen und Träger
  - 3.4 Anschlüsse von Stützen, Trägern, Wand- und Deckenbauteilen
    - 3.4.1 Allgemeines
    - 3.4.2 Anschlüsse von Wänden an Wände
    - 3.4.3 Anschlüsse von Wänden und Stützen an Decken
  - 3.5 Öffnungen für Türen, Fenster und sonstige Einbauten
- 4 Installationsführungen
  - 4.1 Allgemeines
  - 4.2 Elektrische Leitungen
- 5 Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweis für die Bauteile nach Abschnitt 3.3
  - 5.1 Verwendbarkeitsnachweis
  - 5.2 Übereinstimmungsnachweis
- 6 Bauausführung

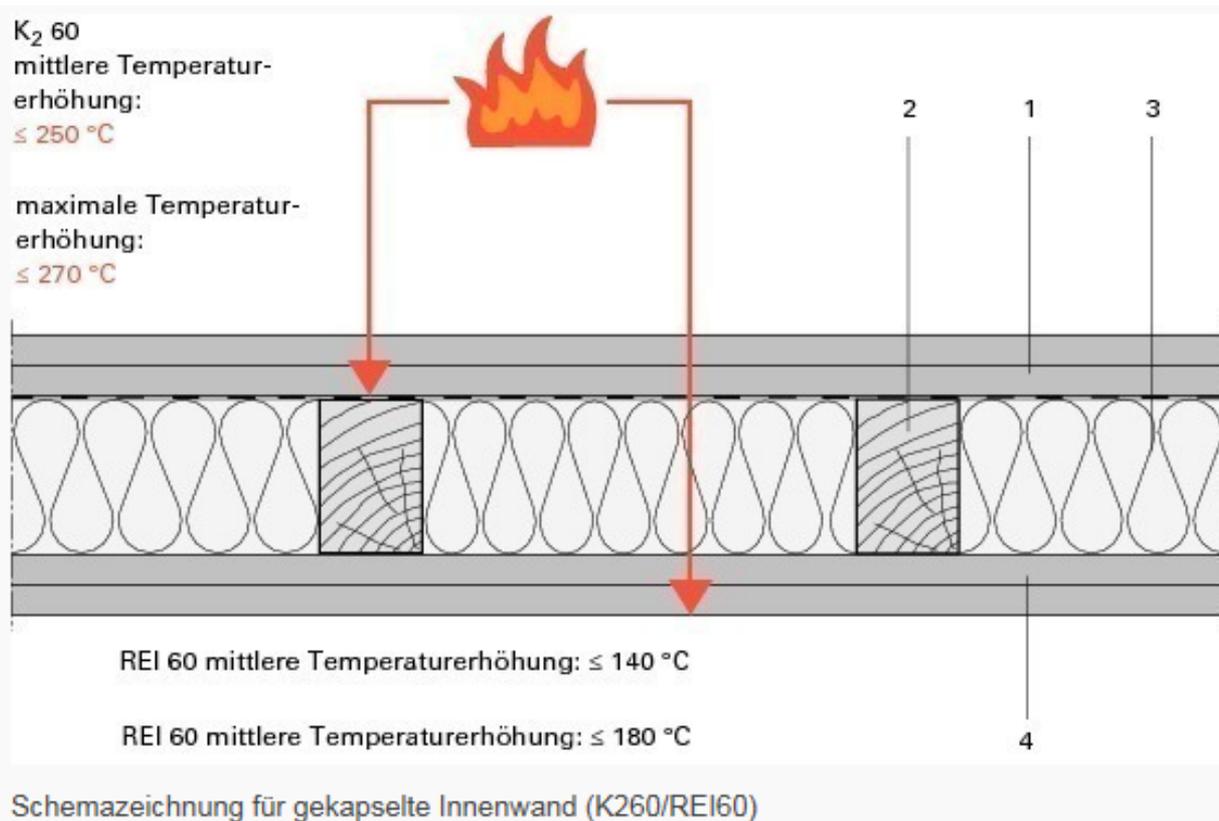
<sup>1</sup> Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationssystem auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (ABl. EG Nr. L 204 S. 37), zuletzt geändert durch die Richtlinie 98/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juli 1998 (ABl. EG Nr. L 217 S. 18) sind beachtet worden.



**Bild 5** Anschluss von tragenden, raumabschließenden Wänden nach Abschnitt 3.3.2 an durchlaufende Wand mit zusätzlichem Stiel zur Sicherung der Verblockung nach Abschnitt 3.4.2.

**Hochfeuerhemmende Bauteile aus Holz**, die nach den Vorgaben der BauO NRW erstellt werden, müssen eine allseitig wirksame Brandschutzbekleidung aufweisen.

Durch diese „Kapselung“ wird der brennbare Baustoff im Inneren der Konstruktionen gegenüber den Einwirkungen von Feuer und Rauch geschützt.



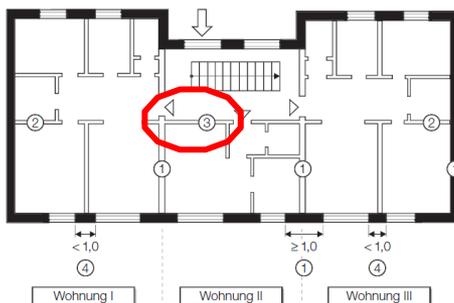
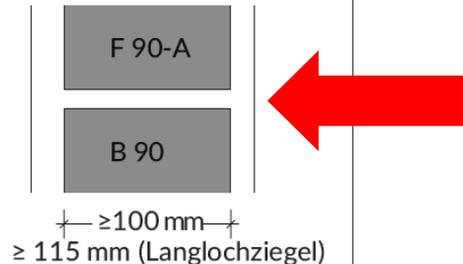
# Nichttragende, raumabschließende Wände (EI)

**Tabelle 19:** Mindestdicke  $t$  nichttragender, raumabschließender Wände (Kriterien EI) in mm

Produkt	EI 30	EI 60	EI 90	EI 180
Voll- und Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401	115 (70)	115 (70)	115 <b>(100)</b>	175 (115)
Lochung: Mz, HLzA, HLzB, HLzW, HLzT1, HLzT2, HLzT3 und HLzT4 unter Verwendung von Normal- und Leichtmauermörtel				
Langlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 unter Verwendung von Normal- und Leichtmauermörtel	115 (70)	115 (70)	140 (115)	190 (175)

Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2, 4.2 (1).

Beidseitig verputzte nichttragende Wände aus Ziegeln nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 erfüllen bereits in der Wanddicke 100 mm die höchste bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A/EI 90)



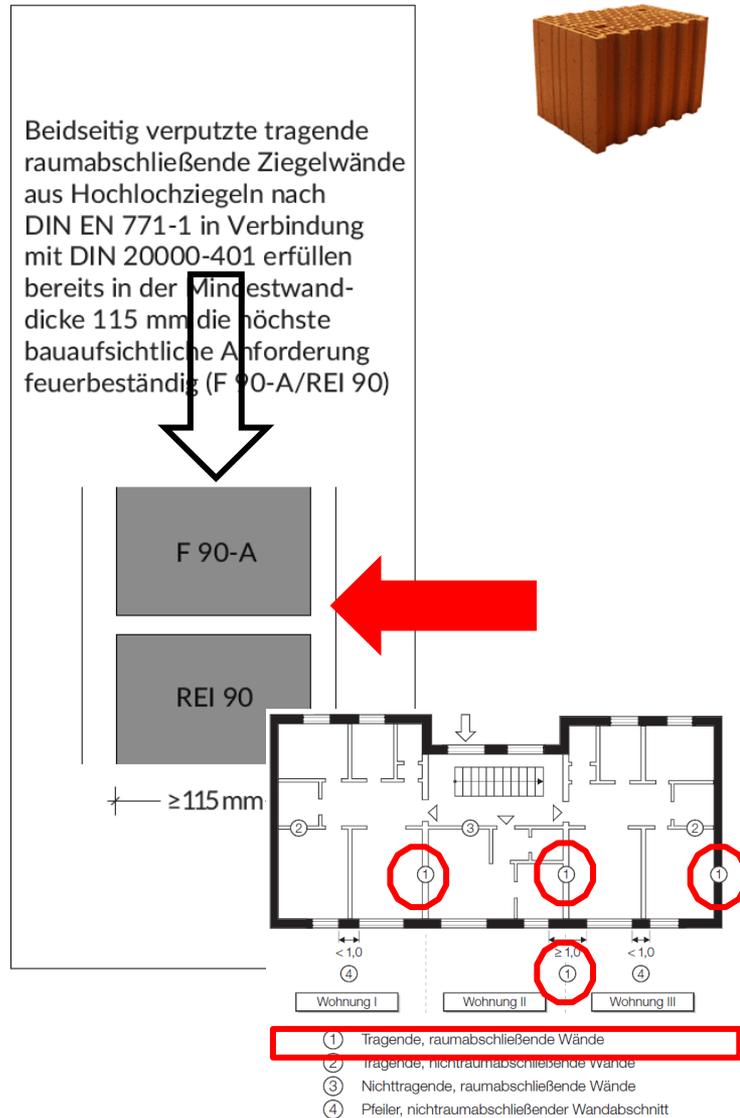
- ① Tragende, raumabschließende Wände
- ② Tragende, nichtraumabschließende Wände
- ③ Nichttragende, raumabschließende Wände**
- ④ Pfeiler, nichtraumabschließender Wandabschnitt

# Tragende, raumabschließende Wände (REI)

**Tabelle 20:** Mindestdicke  $t$  tragender, raumabschließender einschaliger Wände (Kriterien REI) in mm, volle statische Ausnutzung  $\alpha_{s,fi} \leq 0,70$

Produkt	REI 30	REI 60	REI 90	REI 180
Voll- und Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: Mz, HLzA, HLzB, HLzT1 Rohdichteklasse $\geq 1,20$ unter Verwendung von Normalmauermörtel	115 (115)	115 (115)	175 (115)	240 (175)
Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: HLzA, HLzB, HLzT1 Rohdichteklasse $\geq 0,80$ unter Verwendung von Normal- und Leichtmauermörtel	(115)	(115)	(115)	(175)
Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: HLzA, HLzB, HLzT1 Rohdichteklasse $\geq 0,90$ unter Verwendung von Normalmauermörtel	175	175	175	k. A.
Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: HLzW, HLzT2, HLzT3 und HLzT4 Rohdichteklasse $\geq 0,80$ unter Verwendung von Normal- und Leichtmauermörtel	(115)	(175)	(240)	(365)

Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2, 4.2 (1); k. A.: keine Angaben.



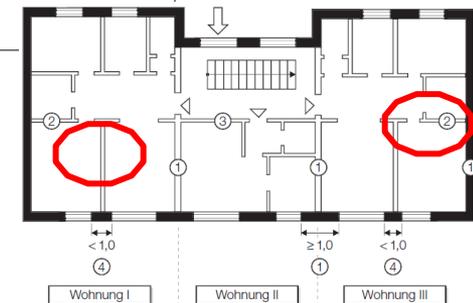
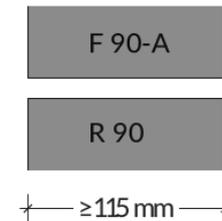
# Tragende nichtraumabschließende Wände (R)

**Tabelle 21:** Mindestdicke  $t$  tragender, nichtraumabschließender einschaliger Wände (Kriterium R) in mm, volle statische Ausnutzung  $\alpha_{6,fi} \leq 0,70$

Produkt	R 30	R 60	R 90	R 180
Voll- und Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: Mz, HLzA, HLzB, HLzT1 Rohdichteklasse $\geq 1,20$ unter Verwendung von Normalmauermörtel	115 (115)	115 (115)	240 (115)	490 (240)
Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: HLzA, HLzB, HLzT1 Rohdichteklasse $\geq 0,80$ unter Verwendung von Normalmauermörtel	(115)	(115)	(115)	(240)
Hochlochziegel nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 Lochung: HLzW, HLzT2, HLzT3, HLzT4 Rohdichteklasse $\geq 0,80$ unter Verwendung von Normal- und Leichtmauermörtel	(240)	(240)	(240)	(365)

Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2, 4.2 (1).

Beidseitig verputzte tragende nichtraumabschließende Ziegelwände aus Hochlochziegeln HLzB nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 erfüllen bereits in der Mindestwanddicke 115 mm die höchste bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A/R 90)



- ① Tragende, raumabschließende Wände
- ② Tragende, nichtraumabschließende Wände
- ③ Nichttragende, raumabschließende Wände
- ④ Pfeiler, nichtraumabschließender Wandabschnitt

ARGE//eV

Arbeitsgemeinschaft  
für zeitgemäßes Bauen e.V.

# Massiv- und Holzbau bei Wohngebäuden

**Vergleich von massiven Bauweisen mit Holzfertigbau-  
ten aus kostenseitiger, bautechnischer und  
nachhaltiger Sicht**

## Einfamilienhaus - Außenwandkonstruktionen

Baustoff Mauerwerk:

Ziegel / Porenbeton /  
Leichtbeton / Kalksandst.



Baustoff Beton

Stahlbetonelementwände



Baustoff „Holz“

Fertigwände in  
Holzbauweise



Die Außenwandaufbauten sind als einschalige, geputzte Wände (Ziegel, Porenbeton, Leichtbeton) bzw. mehrschichtige Systeme (Kalksandstein, Betonelementwände) angesetzt worden

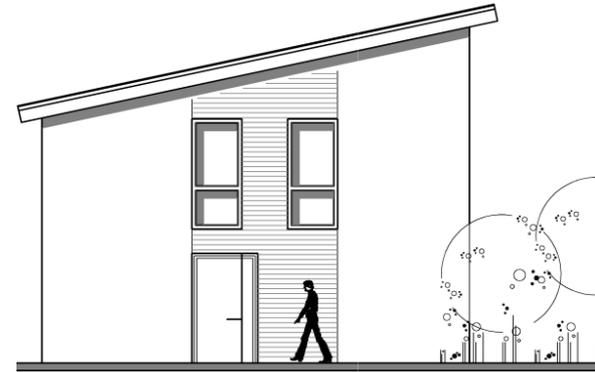
Die Kosten beziehen sich jeweils auf fertig erstellte Außenwände komplett mit Innen- und Außenputz, Dämmung sowie Fenstern und Zulagen wie Anlegen von Öffnungen, Stürzen etc., um eine Vergleichbarkeit von massiven Bauweisen zu Außenwänden in Holzbauweisen von Fertighausanbietern herleiten zu können.

Die „Zusatzkosten“ wie Putz, Fenster etc. sind für die unterschiedlichen Außenwandaufbauten mit gleicher Ausgangsbasis angesetzt, um die Preisstreuung nicht weiter zu beeinflussen.

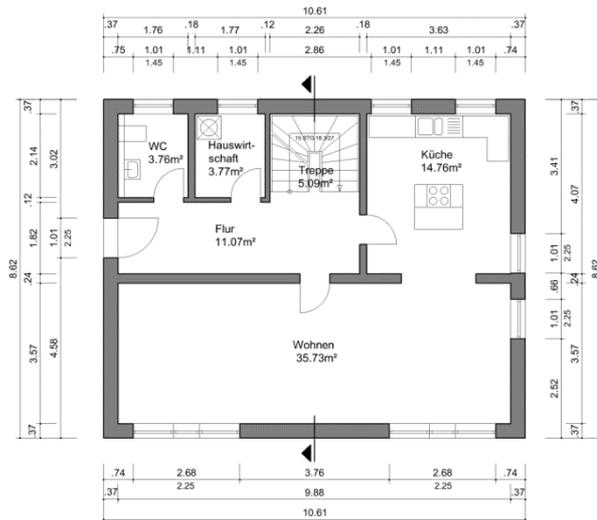
Die Typengebäude bzw. die jeweiligen Außenwandaufbauten sind unter Berücksichtigung der Energieeinsparverordnung ab 2016 gerechnet, um die Ergebnisse der Studie langfristiger nutzen zu können.



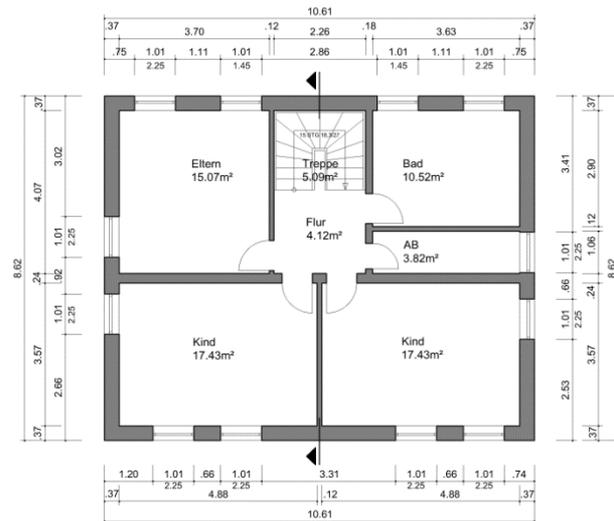
Ansicht Garten



Ansicht Giebel



Grundriss EG



Grundriss OG

## Einfamilienhaus

€ je m<sup>2</sup> Außenwandfläche (AWF)  
von/ **Median** /bis

Außenwände **Mauerwerk** 282/ **336** /421

Außenwände **Beton** 321/ **365** /439

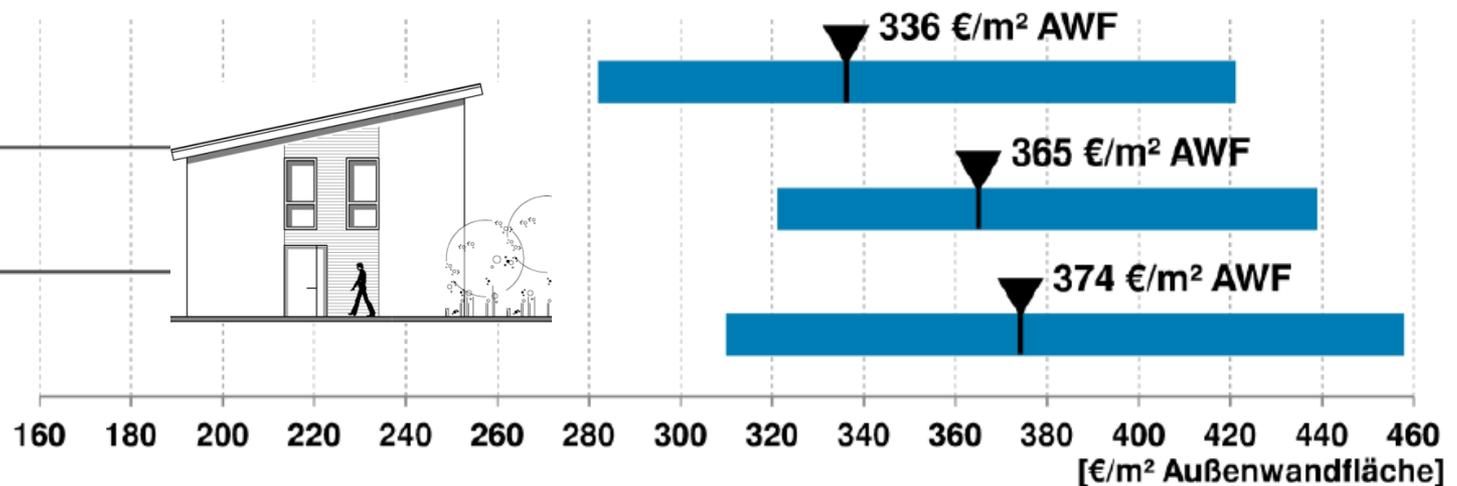
Außenwände **Holz** 310/ **374** /458

## Darstellung der Kosten von Außenwandkonstruktionen

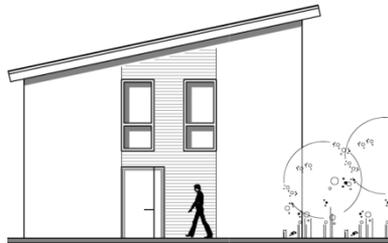
Außenwände  
**Mauerwerk**

Außenwände  
**Beton**

Außenwände  
**Holz**



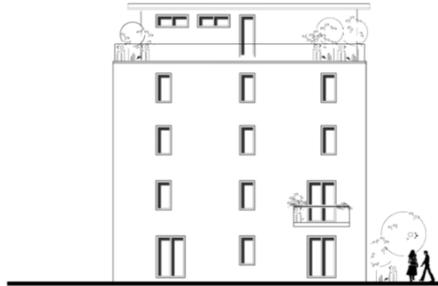
Einfamilienhaus	Grundvariante	Zusatzvariante
	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis
<b>Mauerwerk</b>	1.492/ <b>1.624</b> /1.753	1.684/ <b>1.830</b> /1.975
<b>Beton</b>	1.534/ <b>1.668</b> /1.799	1.724/ <b>1.874</b> /2.023
<b>Holzbau</b>	1.480/ <b>1.692</b> /1.902	1.671/ <b>1.909</b> /2.151



# Musterhaus Mehrfamilienwohnhaus



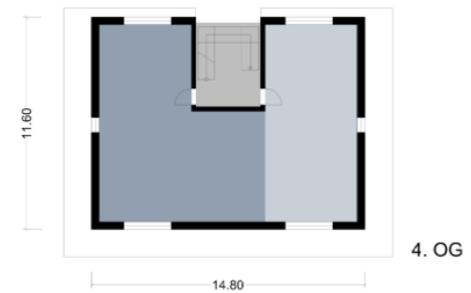
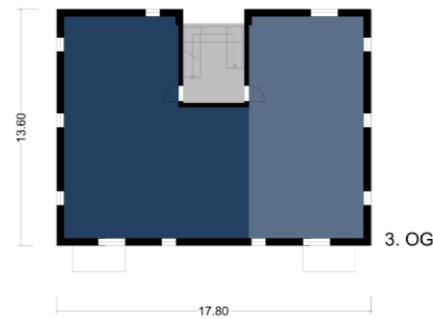
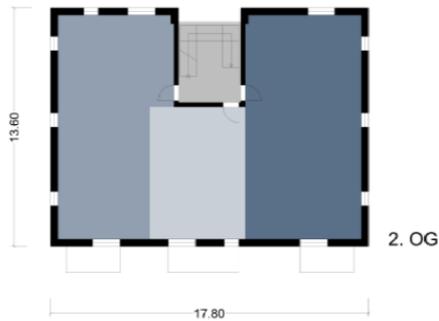
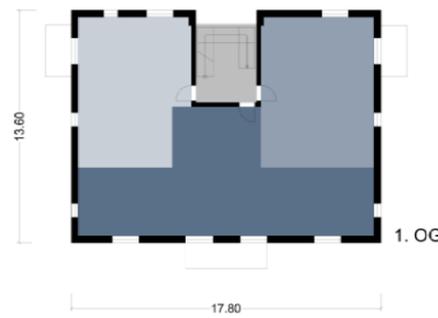
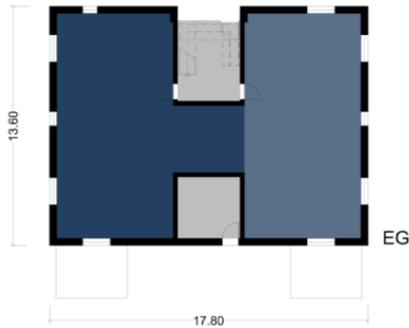
Ansicht Eingang



Ansicht Seite

Anzahl der Räume:

-  2 Räume
-  3 Räume
-  4 Räume
-  5 Räume



## Mehrfamilienhaus

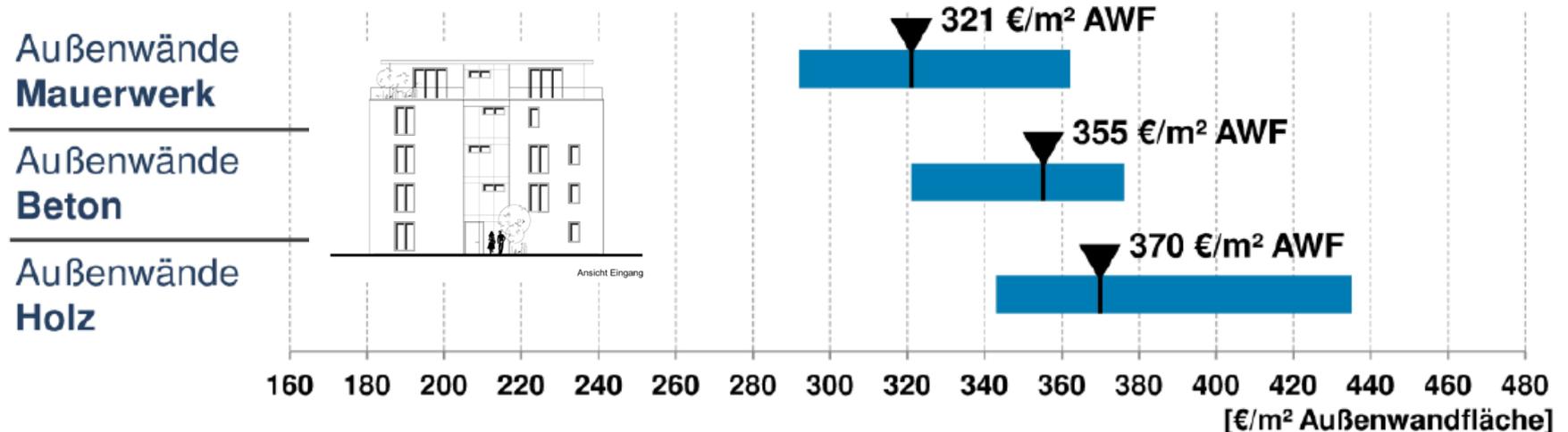
€ je m<sup>2</sup> Außenwandfläche (AWF)  
von/ **Median** /bis

Außenwände **Mauerwerk** 292/ **321** /362

Außenwände **Beton** 321/ **355** /376

Außenwände **Holz** 343/ **370** /435

## Darstellung der Kosten von Außenwandkonstruktionen



Mehrfamilienhaus	Grundvariante	Zusatzvariante
	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis
Mauerwerk	1.331/ <b>1.414</b> /1.508	1.483/ <b>1.576</b> /1.682
Beton	1.365/ <b>1.450</b> /1.547	1.517/ <b>1.612</b> /1.719
Holzbau	1.332/ <b>1.481</b> /1.676	1.503/ <b>1.673</b> /1.895



Ansicht Eingang

## *mikado* plus

Themenmagazin für Zimmermeister

### Bauteilvergleich mit Kostendaten, U-Werten und Angaben zur Primärenergie

	Name	Einheit	Kosten [€]	Lebenszyklus- kosten [€/a]	U-Wert [W/(m²K)]
1	Außenwandkonstruktion: Planhochlochziegel 36,5 cm, innen und außen Putz und Dispersionsbeschichtung	m²	185,90	1,80	0,25
2	Außenwandkonstruktion: Kalksandstein, 17,5 cm, Wärmedämmverbundsystem Polystyrol 160 mm, innen und außen Putz und Dispersionsbeschichtung	m²	221,52	4,47	0,20
3	Außenwandkonstruktion: Holzrahmen, Mineralwolle 120 mm, Stülp Schalung Mineralwolle 60 mm, Gipskartonplatten, Dispersionsbeschichtung	m²	189,82	4,07	0,25

## Nachhaltiges Bauen: 2 Systeme in Deutschland

### Öffentliche Hand

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude des Bundesbauministeriums (BNB)

### Privatwirtschaftlich:

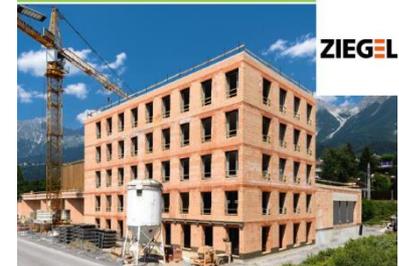
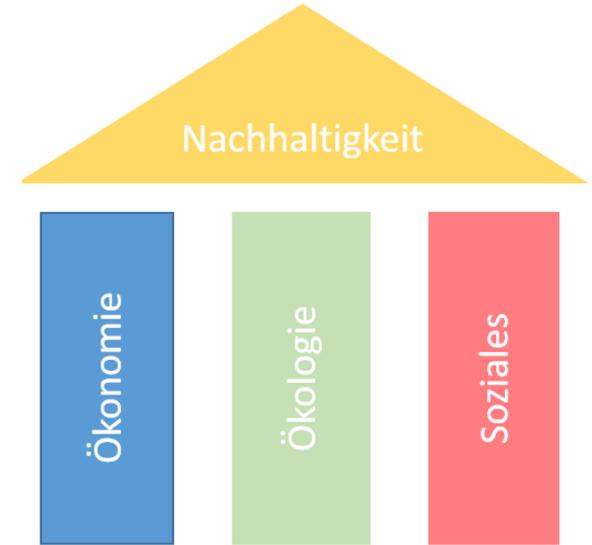
Bewertungssystem der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB)

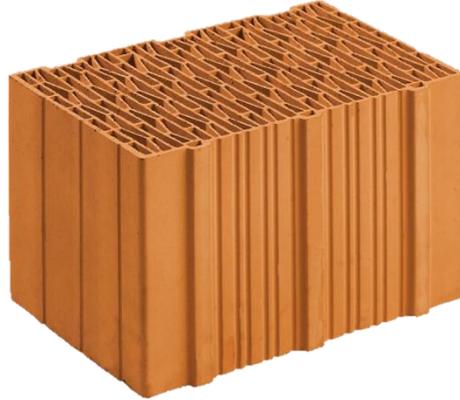
### Grundsätzlicher Aufbau:

Bewertung von Gebäuden über den ges. Lebenszyklus des Gebäudes: Herstellphase, Errichtungsphase, Nutzungsphase, Entsorgungsphase

Bewertungskriterien (Beispiel)

Kategorie	Nr.	Kriterium	Bedeutungsfaktoren
1. Soziokulturelle und funktionale Qualität	1.1.1	Wohngesundheit: Innenraumlufthygiene	3
	1.1.2	Wohngesundheit: Trinkwasserhygiene	1
	1.2.1	Sommerlicher Wärmeschutz	1
	1.3.1	Tageslichtverfügbarkeit	1
	1.4.1	Schallschutz	2
	1.5.1	Haustechnik: Bedienfreundlichkeit und Informationsgehalt der Steuerung	1
	1.6.1	Sicherheit: Präventive Schutzmaßnahmen gegen Einbruch	1
2. Ökonomische Qualität	1.6.2	Sicherheit: Brandmeldung und Brandbekämpfung	1
	1.7.1	Barrierefreiheit	2
3. Ökologische Qualität	2.1.1	Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus	3
	3.1.1	Ökobilanz: Treibhauspotenzial und andere Umweltwirkungen	5
	3.1.2	Ökobilanz: Primärenergie	5
	3.2.1	Dezentrale Erzeugung regenerativer Energie	2
	3.3.1	Einsatz von Holz aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung	2
	3.4.1	Einsatz von Wasserspararmaturen	1
4. Prozessqualität	3.5.1	Flächenausnutzung	2
	4.1.1	Beratungsgespräch und Zielvereinbarung	2
	4.2.1	Gebäudeakte inkl. Nutzerhandbuch	3
	4.3.1	Qualitätssicherung	3





Diese Faktoren sind ausschlaggebend

Die Ökobilanz zu ermitteln ist eine diffizile Angelegenheit.

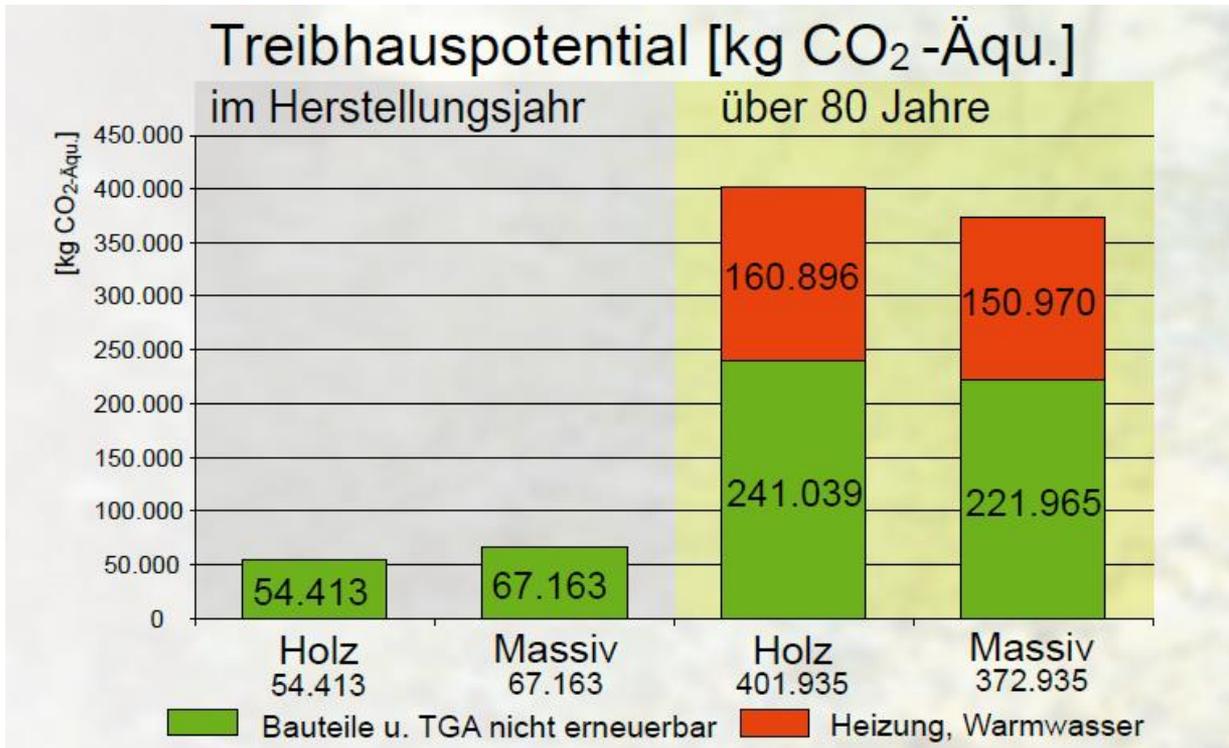
Wissenschaftler messen üblicherweise folgende Werte und stellen sie gegenüber:

- Treibhauspotential
- Primärenergie
- Eutrophierungspotential
- Versauerungspotential
- Bodennahe Ozonbildung
- Ozonschichtzerstörungspotential

Die Messung all dieser Werte im Herstellungsjahr und über eine Dauer von einigen Jahrzehnten ergibt letztendlich ein aussagekräftiges Ergebnis.

So werden umweltrelevante Vorgänge erfasst und bewertet.

## Treibhauspotential (1)



**Ergebnis der Ökountersuchung:** Bei der Herstellung belastet ein massives Einfamilienhaus zwar die Umwelt etwas stärker als ein Holzständerhaus durch Treibhausgase.

Wegen seines geringen Instandhaltungsaufwandes belastet es über die Lebensdauer die Umwelt jedoch weniger als ein Holzständerhaus.

Das sogenannte Treibhaus-potential erfasst die Emission von Gasen, die zum Treibhaus-effekt beitragen.

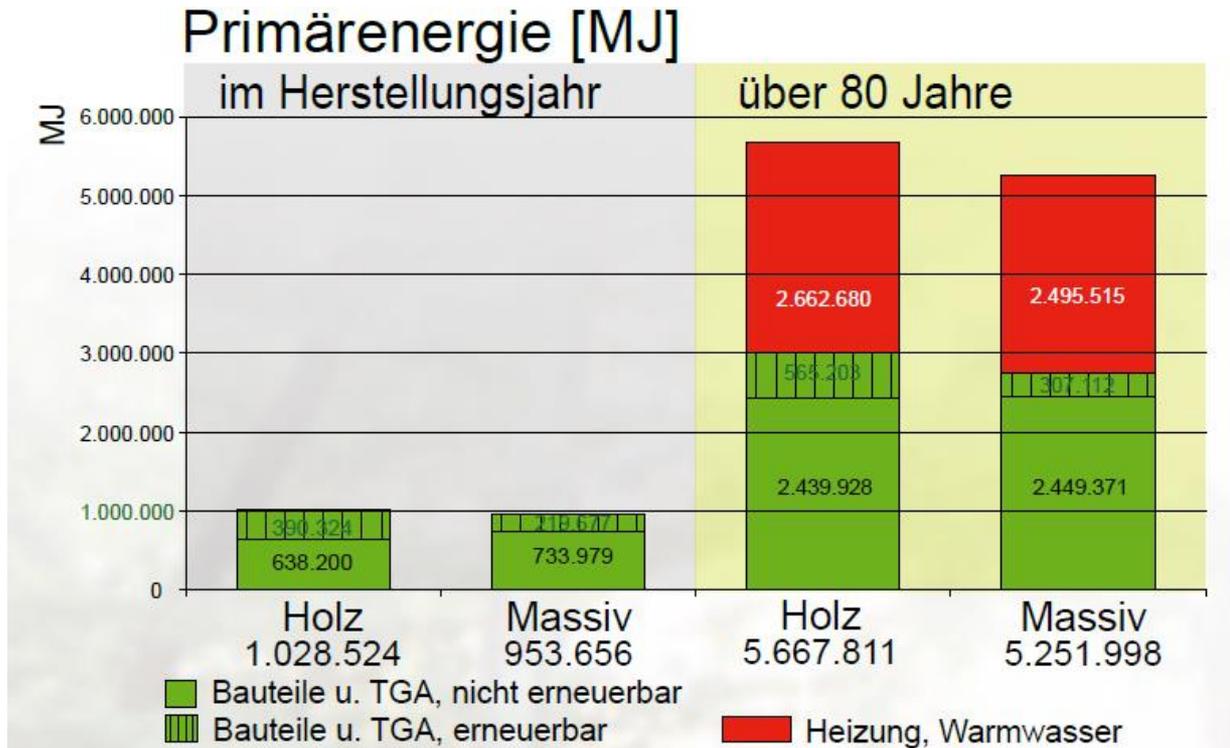
Durch die Anreicherung dieser Gase in der Troposphäre wird die von der Erde abgestrahlte Infrarotstrahlung teilweise re-flektiert und zur Erdoberfläche zurückgestrahlt.

Dieser Prozess ist für die glo-bale Erwärmung verant-wort-lich.

Die Menge der Gase wird im Verhältnis der Wirkung von 10 kg Kohlendioxid angegeben.

Das Gas bleibt bis zu 100 Jahre in der Troposphäre

## Primärenergie (2)



**Ergebnis:** Gemessen an der gesamten Umweltbelastung eines Hauses spielt die Primärenergie im Herstellungsjahr des Hauses nur eine relativ geringe Rolle.

Der Anteil an Primärenergie ist bei Massivhäusern schon bei der Herstellung etwas geringer.

Durch den höheren Instandhaltungsaufwand und Energiebedarf während der Lebensdauer wird die Differenz deutlich größer.

Am stärksten belastet ein Haus die Umwelt durch seinen Primärenergieaufwand.

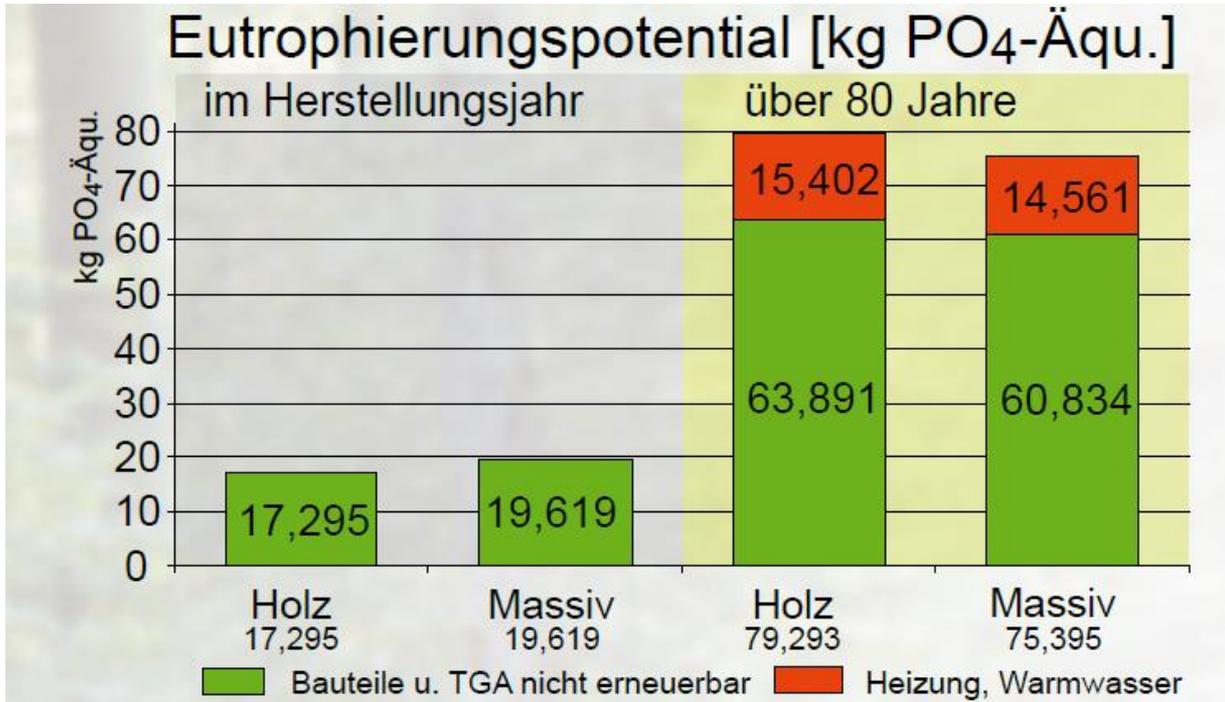
Er beschreibt den zur Herstellung und zur Beheizung des Gebäudes notwendigen Energieverbrauch in Megajoule [MJ].

Dabei wird die zusätzliche Energiemenge, die Außerhalb der Systemgrenze „Gebäude“ bei vorgelagerten Prozessen benötigt wird, berücksichtigt (z.B. Herstellung des Heizöls und Gewinnung von Strom im Kraftwerk).

Man unterscheidet erneuerbare (z.B. aus Wind- oder Wasserkraft) und nicht erneuerbare Primärenergie (z.B. aus fossilen Brennstoffen).

100 MJ entsprechen einem Heizwert von etwa 2,8 Liter Heizöl.

## Eutrophierungspotential (3)



**Ergebnis der Ökobilanzen:** Über die Nutzungsdauer schneiden Massivhäuser auch beim Eutrophierungspotential besser ab als Häuser in Holzständerbauweise.

Das Eutrophierungspotential erfasst die Umweltbelastung durch phosphat- und nitratreiche Abwässer.

Es wird in kg PO<sub>4</sub>-Äquivalent (Phosphat-Gleichwert) gemessen.

Die Nährstoffanreicherung beschleunigt das Wachstum der Wasserpflanzen (z. B. Algen, Laichkraut).

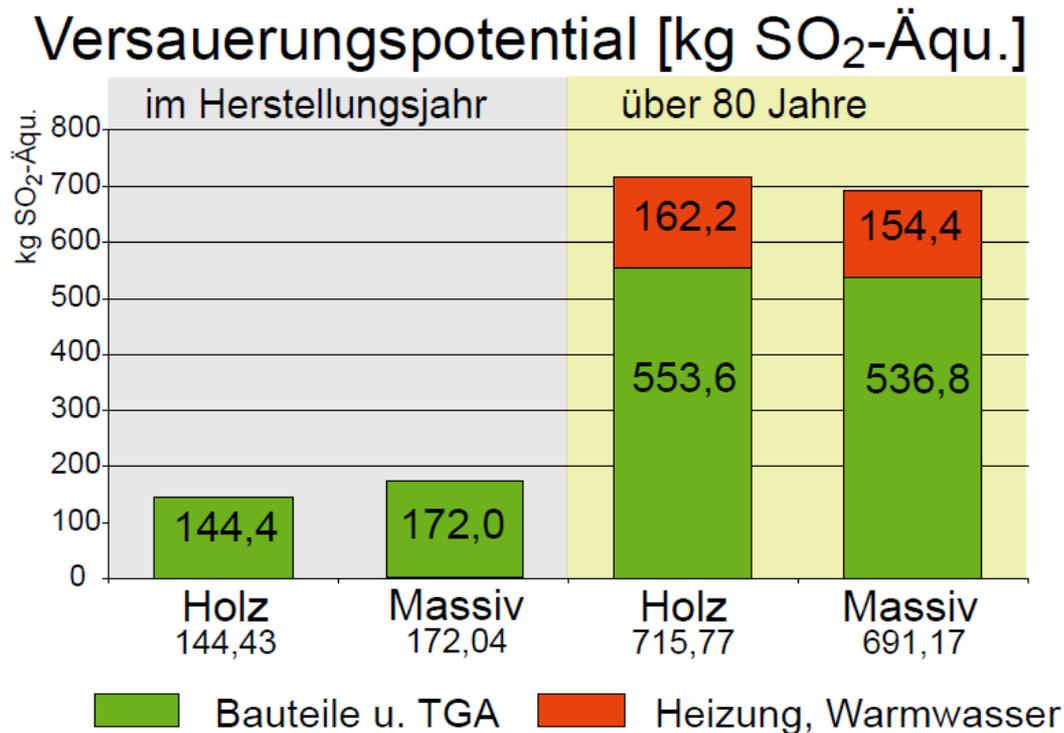
Deren Absterben und Zersetzen kann so viel Sauerstoff verbrauchen, dass der Abbau organischer Verunreinigungen durch aerobe Bakterien aufhört.

Dann beginnt das Gewässer „umzukippen“.

Es bilden sich giftige Stoffe wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak oder Methan.

Die Gewässer riechen - die Fische sterben.

## Versauerungspotential (4)

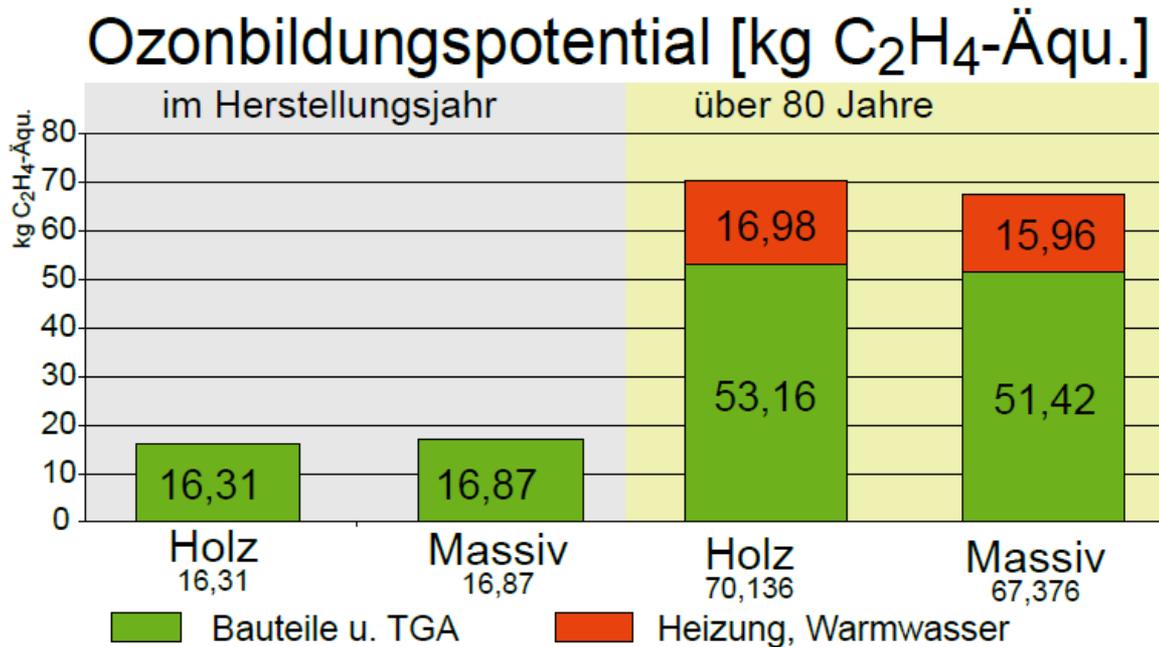


**Die Ökobilanzen ergaben:** Zwar erzeugt ein Einfamilienhaus in Holzbauweise bei seiner Herstellung weniger saurehaltige Luftschadstoffe frei.

Das Versauerungspotential erfasst saurehaltige Luftschadstoffe, die Boden und Gewässer versauern.

Dabei wird der Schadstoff in Niederschlag gebunden, kann dort reagieren und senkt so den pH-Wert.

Das Versauerungspotential wird im Vergleich zu der Wirkung von Schwefeldioxid in kgSO<sub>2</sub> – Äquivalent berechnet.



**Die Studie ergab:** Über den Lebenszyklus von 80 Jahren trägt die Massivbauweise wegen ihres geringeren Instandhaltungsaufwandes deutlich weniger zur bodennahen Ozonbildung bei.

Im Herstellungsjahr war das Sommersmogpotential bei beider Bauweisen nahezu gleich.

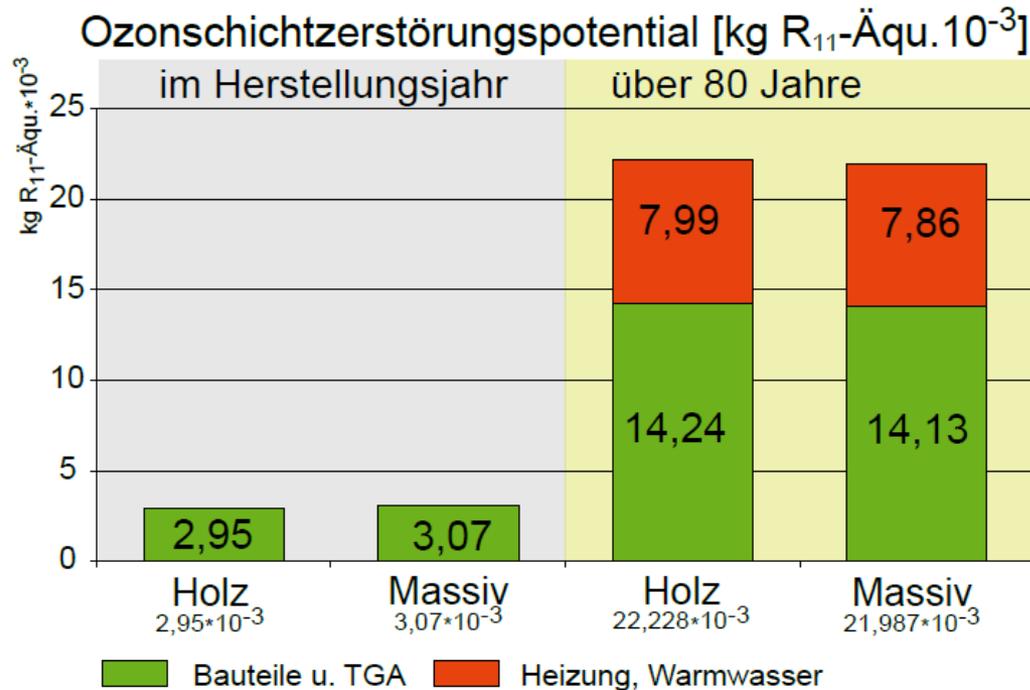
In die Beurteilung gehört auch der „Sommersmog“. Dieser tritt auf, wenn die einfallende UV-Strahlung in Verbindung mit NO<sub>x</sub> zu erhöhten Ozonkonzentrationen führt. Unter Einwirkung und Absorption eines Teils dieser UV-Strahlung kann Sauerstoff (O<sub>2</sub>) zu Ozon (O<sub>3</sub>) reagieren. Findet dieser Prozess nicht in der Stratosphäre, sondern in Bodennähe statt, können freie Radikale freigesetzt werden, die in höherer Konzentration auf den Menschen schädlich wirken.

Die photochemische Ozonbildung (Sommersmog) steht im Verdacht, neben human-toxischer Wirkung auch Vegetations- und Materialschäden hervorrufen zu können.

Sie wird auf die Wirkung von Ethen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) bezogen.

Die Maßeinheit ist deshalb das C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> – Äquivalent.

## Ozonschichtzerstörungspotential (6)



**Ergebnis:** Ein massives Einfamilienhaus erzeugt bei der Herstellung etwas mehr Ozonschicht zerstörende Gase als ein Haus in Holzständer-Bauweise.

Wegen des geringeren Instandhaltungsaufwandes ist das Zerstörungspotential über die Lebensdauer jedoch kleiner.

Die Schwächung der Ozonschicht kann Tumore hervorrufen und die Photosynthese der Pflanzen stören.

Der ODP-Wert (Ozone Depletion Potential) eines ozonschichtschädigenden Stoffes gibt das Ozonabbaupotenzial relativ zu dem Ozonabbaupotenzial des Stoffes R11 an. R11 [ODP = 1] entspricht der Wirkung von FCKW Trichlorfluormethan.

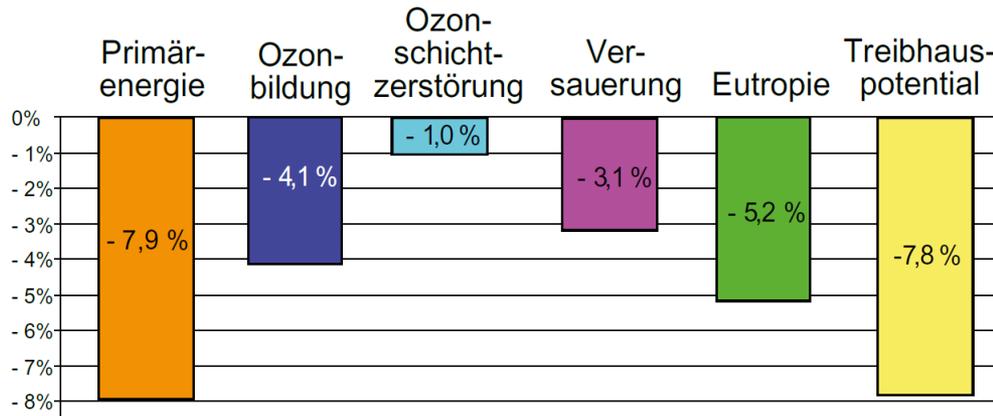
Die im Montrealer Protokoll genannten ODP-Werte sind gerundete Werte und stützen sich auf international verbindliche Berechnungsverfahren.



Über die Lebensdauer **von 80 Jahren** belasten Massivhäuser am Beispiel des KfW 55 Effizienzhauses die Umwelt weniger um:

*In der seit 2012 geltenden Sachwertrichtlinie (SW-RL) Anlage 3 wird für die Gesamtnutzungsdauer nicht mehr nach Bauarten (massiv: Wohnen 80 Jahre oder leicht: 60 Jahre), sondern nach Ausstattungsstandards unterschieden.*

*Eine hochwertige Gebäudeausstattung lässt offensichtlich eine höhere Nutzungsdauer erwarten !!!!!*



## Fazit:

**Im Mittel belasten Massivhäuser über eine Lebensdauer von 80 Jahren, die Umwelt um ca. 5% weniger als Holzhäuser**

## Ziegel – Holz xxx. fache Umweltbelastung aus Transport

Trotz des verhältnismäßig geringen Holzanteil liegt der Verbrauch von Fichte liegt z.Z. ca. 15% über dem was natürlich nachwächst - daher muss Bauholz importiert werden.

Mauerziegel für den Massivbau kommen vorwiegend aus der Region

Importierte Nadelhölzer kommen aus Polen, Tschechien, Frankreich, Rumänien, dem Baltikum, Skandinavien, der Ukraine, Sibirien .....

Das Holz ist zu 85% per LKW unterwegs



1 fache Umweltbelastung für den Massivbau



3,5 fache Umweltbelastung für heimisches Holz



19 fache Umweltbelastung für importiertes Holz

## Technik

- Hohes Sicherheitsniveau (v.a. Brandschutz)
- Schallschutztechnische Qualität
- Rückbau-/Demontagefreundlichkeit, Rezyklierbarkeit  
(keine thermische Verwertung nötig)

## Ökologie

- Sehr gute ökobilanzielle Lebenszyklusbewertung
- Einhaltung der höchsten Anforderungen bzgl. Umweltrisiken und Innenraumhygiene



Deutscher  
Gesellschaft für  
nachhaltiges Bauen  
(DGNB)



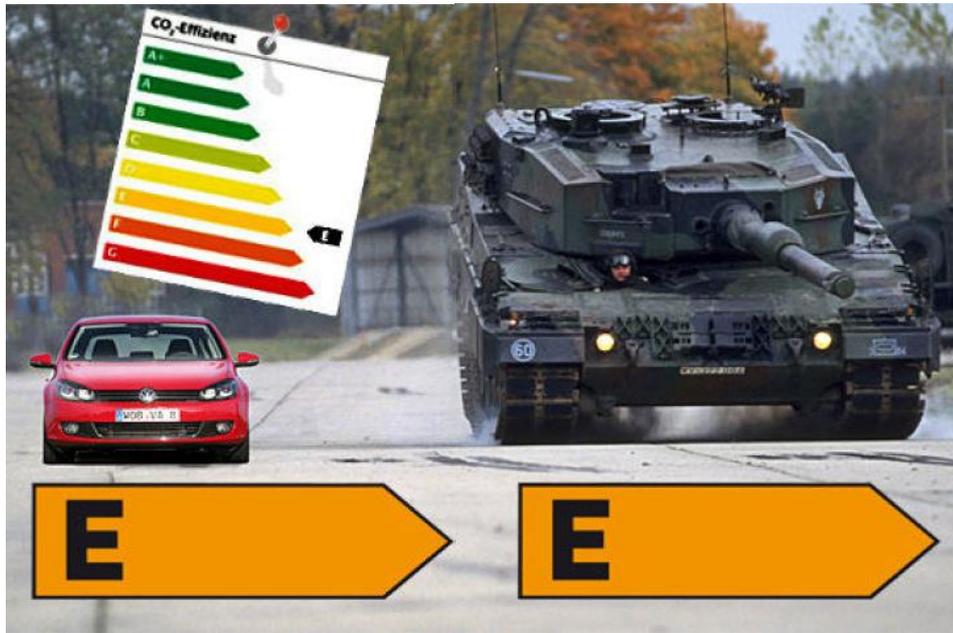
Bewertungssystem  
Nachhaltiges Bauen  
für Bundesgebäude  
(BNB)

## Soziokultur

Ideale Voraussetzungen für hohe Bewertung von Komfortaspekten (Thermisch, akustisch, Innenraumhygiene/VOC)

## Ökonomie

Faktische Qualität hinsichtlich Nutzungsflexibilität (Tragreserven, Grundrissgestaltung, etc.) und Wertstabilität (Lebensdauern, Wartungsfreiheit, Widerstandsfähigkeit) im DGNB *nicht* abbildbar



Der Energiepass setzt den CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Fahrzeugs ins Verhältnis zum Leergewicht.

Ein Leopard-Kampfpanzer (218 l/100 km, 1500 g CO<sub>2</sub>) würde trotz 62 Tonnen Masse so abschneiden (E) wie ein 1217 Kilo schwerer Golf 1.4 Trendline (80 PS).

# Herzlichen Dank

In der Gesamtbetrachtung ist festzustellen, dass der Mauerwerksbau sowohl in ökobilanzieller Hinsicht, als auch in Bezug auf die Ressourcensicherheit und der nachhaltigen Bewertung konkurrenzfähig gegenüber anderen Konstruktionen ist und hinsichtlich des notwendigen Beitrages zur Schaffung von bezahlbarem Wohnraum immer noch die wirtschaftlichste Konstruktionsart für alle Wohngebäude darstellt.



Dr. Dieter Figge  
Industrieverbände  
Duisburg  
figge.zz@t-online.de