

Natürlich Massiv - ein Faktencheck

Dortmund 26.02.2018



LÜCKING
ZIEGELWERK
BETONWERKE

ZIEGEL
Ziegel-Zentrum NordWest e.V.
Die Technik

Dr. Dieter Figge
Industrieverbände
Duisburg

So baut Deutschland seine Wohnungen

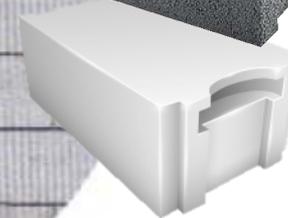
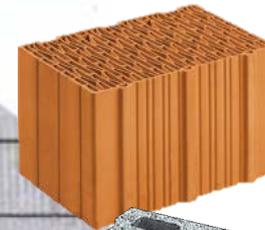
14 % Stahlbeton

11 % Holz

2 % Sonstige

73 %
Mauerwerk

Marktanteile bei allen Wohngebäuden





Massivbau: Hohe Tragfähigkeit

Massivgebäude garantieren Beständigkeit, guten Schallschutz, optimalen Brandschutz, hohe Wärmespeicherfähigkeit und sehr gute Luftdichtigkeit.

Im Vergleich zum Holzsystembau ist der Ressourcenverbrauch im Massivbau höher.

Andererseits lassen sich Massivbauten weitgehend recyceln - während Holz am Ende des Lebenszyklus vor allem zur Energiegewinnung durch Verbrennung genutzt werden kann.



Holzbau: Kurze Montagezeit

Der Holzsystembau bzw. der Leichtbau zeichnet sich vor allem durch den hohen Vorfertigungsgrad aus.

Die einzelnen Elemente werden witterungsgeschützt im Werk vorgefertigt, was eine gute Qualitätskontrolle und anschließend sehr kurze Montagezeiten erlaubt.

Holzkonstruktionen sind in der Regel dünner als Massivbauten, da Tragwerk und Dämmung aus einer Schicht bestehen und die Dämmung nicht zusätzlich aufgebracht werden muss.

In 23 Sekunden wächst ein Holz-Fertighaus nach Durchschnitt für Deutschland, 2015

Anzahl der geeigneten **Fichten**,
die für ein Holz-Fertighaus
mit 140 m² Wohnfläche
benötigt werden

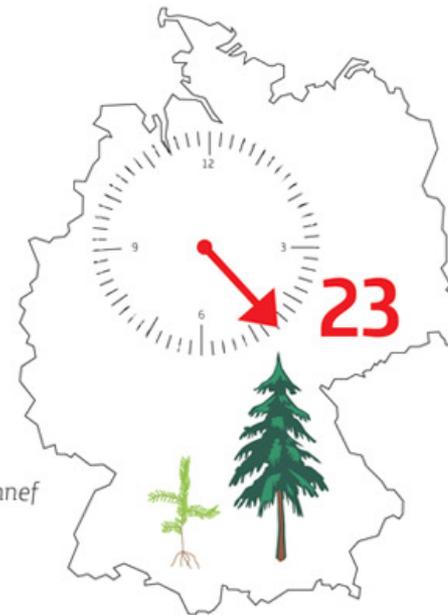


30

Anzahl der benötigten
Holzmenge je Holz-Fertighaus
in Kubikmetern



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



Quelle: Bundesverband Deutscher Fertighaus, Bad Honnef

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

Vergleich: unverputzte Außenwände in Wohngebäuden

Vergleich: Außenwände Wohngebäude (ohne Putz oder Bekleidung).
 Außenwände: 168 m², U-Wert ≈ 0,18 – 0,20 W/m²K. (Ohne Fenster- und Türöffnungen)



Stahlbeton t 42 cm

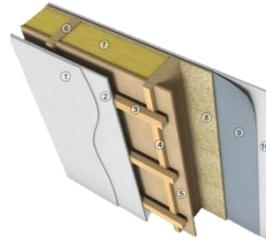
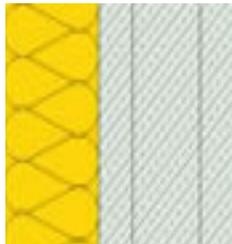
6 to. Baustahl
 58 m³ Beton (24 cm)
 30 m³ WDVS (18 cm)
 168 m² Gewebe

Holz Rahmenbau t 32 cm

7 m³ Holz
 33 m³ Dämmstoff
 8 m³ WDVS
 168 m² Folien + Gewebe
 638 m² Spanplatten, OSB

Ziegel t 36,5 cm

36 m³ Planziegel (λR 0,075)
 815 kg Dünnbettmörtel



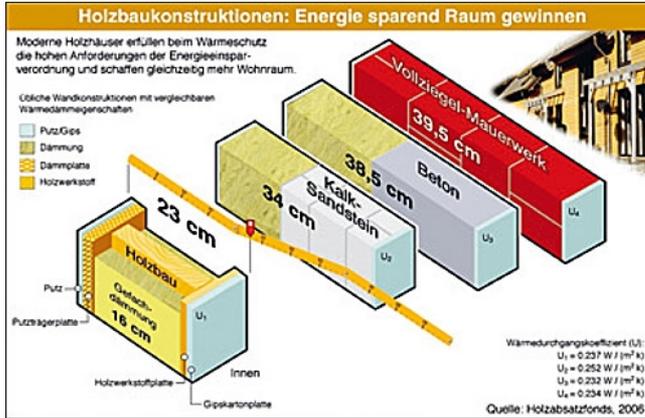
ca. 17% Holz
 ca. 83% Son-

stig.

Ziegelpur



Wanddicke 27,5 cm U 0,27 W/(m²K)



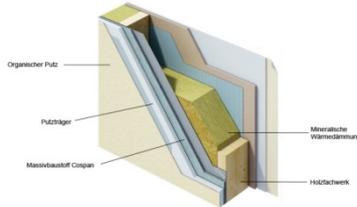
Werbung Holzbau aus 2006

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 Holz

(Wände - Hülle)

Fläche **1,00m²** U-Wert **0,27W/(m²*K)** α -Wert **0,50** Flächengewicht **81kg/m²**

F_x **1,00**

Schichtaufbau

R_{se} **0,04** m²*K/W R_{si} **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

t 275 mm
U = 0,27
W/m²K



Außenwand Ziegel

(Wände - Hülle)

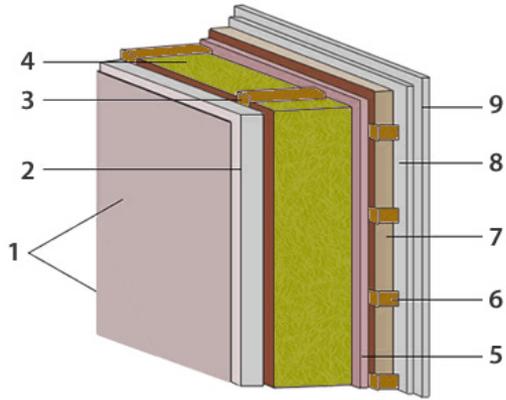
Fläche **1,00m²** U-Wert **0,27W/(m²*K)** α -Wert **0,50** Flächengewicht **155kg/m²**

F_x **1,00**

Schichtaufbau

R_{se} **0,04** m²*K/W R_{si} **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

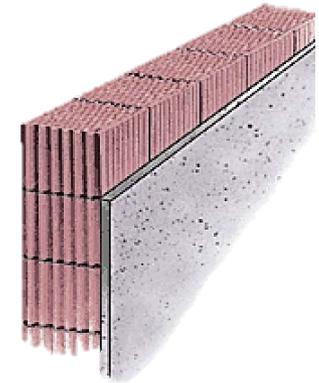
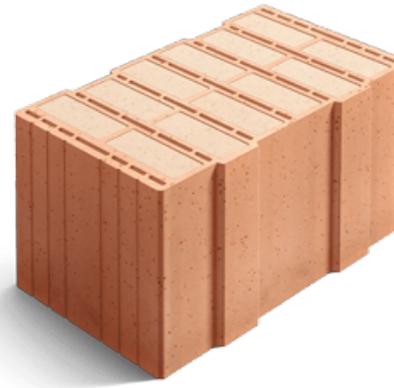


Mögliche Wandkonstruktion Holzrahmenbauweise

- 1 010 mm diffusionsoffener Silikonharzputz
- 2 060 mm Putzträgerplatte aus Holzfaser
- 3 250 mm KVH
- 4 250 mm Dämmung
- 5 015 mm OSB
- 6 100 mm Konstruktionsebene
- 7 100 mm Dämmung (040)
- 8 012 mm OSB
- 9 013 mm Gipskarton
460 mm Wanddicke

t = 460 mm

U = 0,14 W/m²K



Lüking Planziegel MZ60 HLZ B 6-0,50

Zulassung 17.1-1025

Ziegel 420 mm

Innenputz 015 mm Innenputz (Gipsputz)

Außenputz 020 mm (min. Leichtputz)

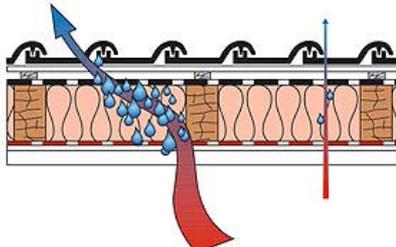
455 mm Wanddicke

t = 455 mm

U = 0,14 W/m²K

Luftdichte Ebene

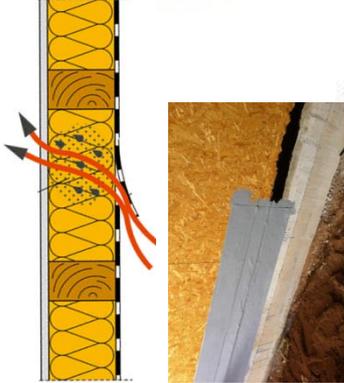
Durchströmung durch das fehlerhafte Bauteil



Dampfdiffusion durch das intakte Bauteil



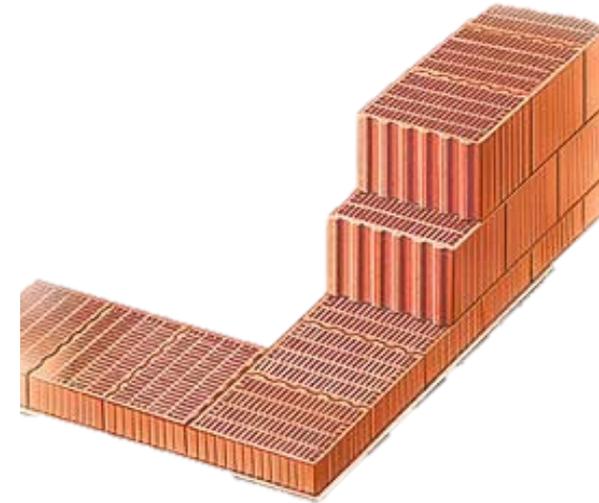
1 mm Baufuge über 1 m Länge



Die Dichtungsfolien müssen die Bewegungen des leichten Gebäudes mitmachen.

Dabei dürfen sich ihre Stöße auch Jahre später nicht öffnen.

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



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)

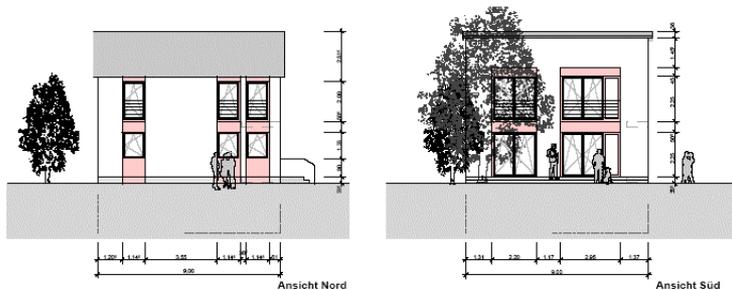
Diffusionsoffene massive Wände sind und bleiben nach Aufbringen des Innenputzes luftdicht.

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

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:

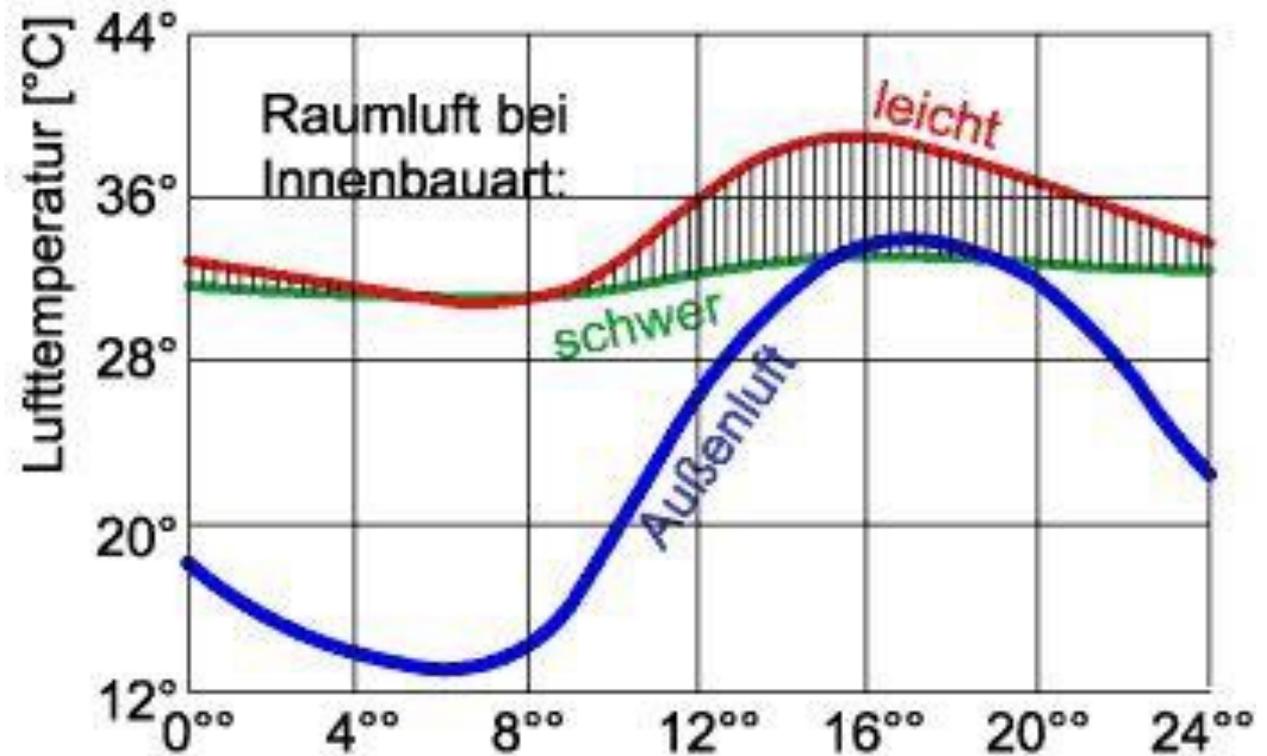
$$C_{\text{wirk}} / A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K});$$

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

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

Der thermische Komfort in der Heiz- und Kühlperiode wird über mehrere Einzelindikatoren bewertet.

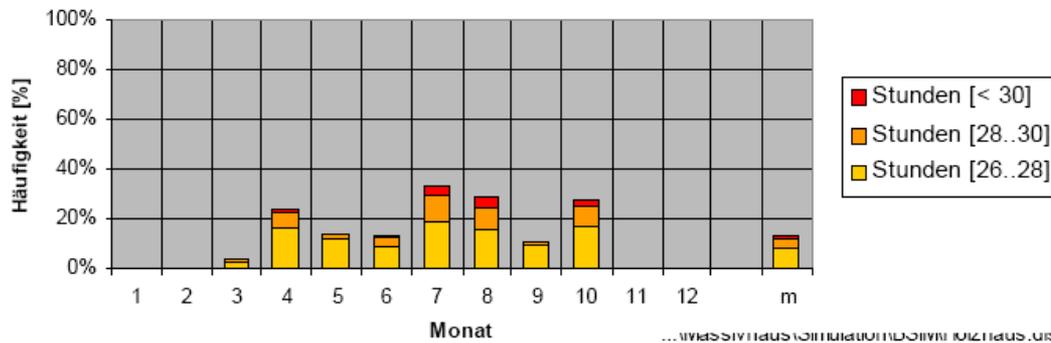
Grundlage der Beurteilung sind die Vorgaben von DIN EN 15251, DIN EN ISO 7730, VDI 2078, DIN EN 12831, DIN 33403 und DIN 4108-2



Im Rahmen der Bewertung werden folgende Indikatoren beurteilt:

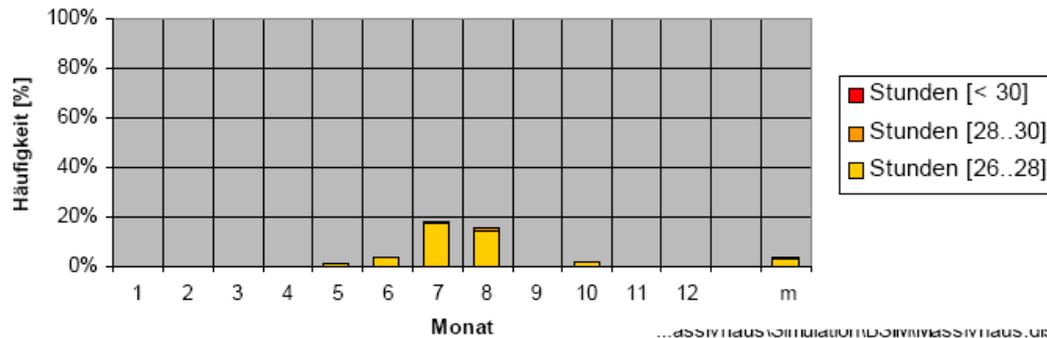
1. Operative Temperatur, Raumlufthemperatur / Heizperiode (quantitativ)
2. Zugluft / Heizperiode (quantitativ)
3. Strahlungstemperatursymmetrie und Fußbodentemperatur / Heizperiode (quantitativ)
4. Operative Temperatur / Raumlufthemperatur / Kühlperiode (quantitativ)
5. Strahlungstemperatursymmetrie und Fußbodentemperatur / Kühlperiode (quantitativ))

Monatliche Überhitzungshäufigkeit - Holzhaus - Süd



Beim Holzhaus liegen die Jahresstunden > 26 °C bei 13,1% mit einer Maximaltemperatur der Innenräume von 32,8°C.

Monatliche Überhitzungshäufigkeit - Massivhaus - Süd



Das Massivhaus zeigt deutlich niedrigere Überhitzungshäufigkeiten.

Im Jahresmittel liegen die Raumtemperaturen der südlichen Erdgeschosszone zu max. 3,4 % der Jahresstunden bei Temperaturen über 26°C.

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

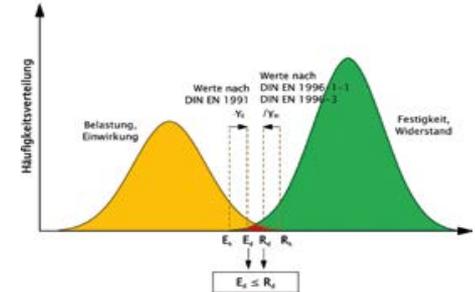
Die Raumtemperaturen schwanken im Massivhaus weniger als im Holzhaus.

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).

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

I. Die **Tragfähigkeit**

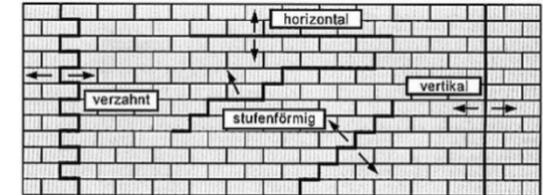
(Nachweis im **Grenzzustand der Tragfähigkeit [GZ-T]** ist der maßgebende Nachweis)



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.

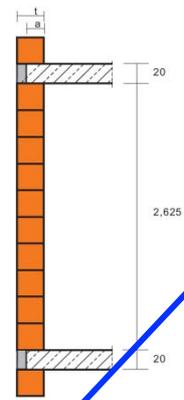


III. Die **Dauerhaftigkeit** (ist über **Baustoffanforderungen** und **Konstruktionsregeln** [DIN EN 1996-2] abgedeckt).

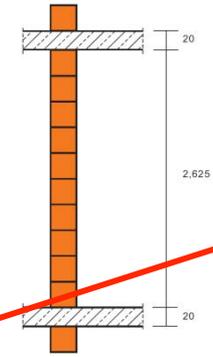


Stark vereinfachter Nachweis nach Anhang A von DIN EN 1996-3

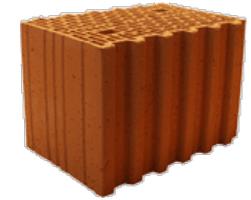
f_k [N/mm ²]	Wanddicke in cm				
	17,5	24,0	36,5	42,5	49,0
	a/t				
	1,0	1,0	2/3	2/3	2/3
1,3	51,6	70,7	107,6	125,2	144,4
1,4	55,5	76,2	115,8	134,9	155,5
1,5	59,5	81,6	124,1	144,5	166,6
1,6	63,5	87,0	132,4	154,1	177,7
1,7	67,4	92,5	140,6	163,8	188,8
1,8	89,3	122,4	186,2	216,8	249,9
1,9	94,2	129,2	196,5	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
3,0	148,8	204,0	310,3	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
5,0	247,9	340,0	517,1	602,1	694,2



Beispiel: Zulassungsziegel
Wanddicke 36,5 cm
 f_k z.B. = 3,0 N/mm²

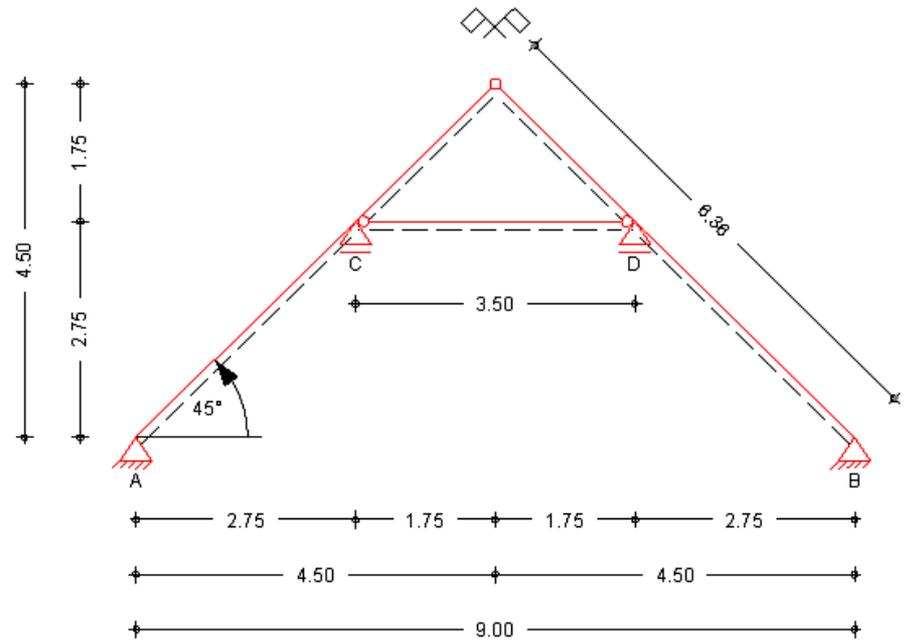


Beispiel: HLzB 12/NM IIa
Wanddicke 24 cm
 f_k z.B. = 5,0 N/mm²



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 Kehlbalcken

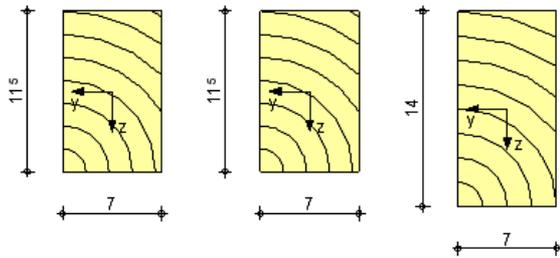


DIN 1052 (alt)

SpLi

SpRe

KB



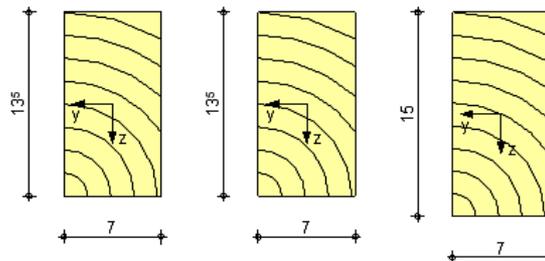
100%

DIN 1052 (2008)

SpLi

SpRe

KB



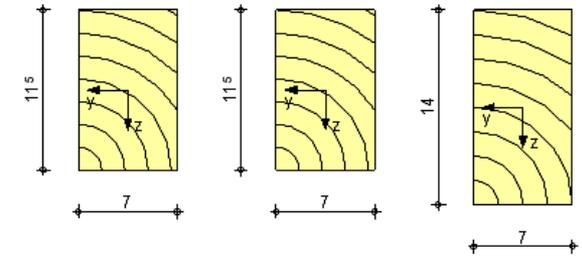
115%

Eurocode 5 (EC5)

SpLi

SpRe

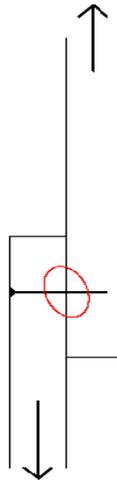
KB



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. Scherkraft eines Nagels nach EC 5

8.2.2 Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

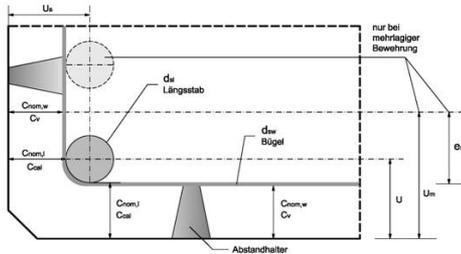
(1) Die charakteristische Tragfähigkeit für Nägel, Klammern, Bolzen, Stabdübeln und Schrauben je Scherfuge und Verbindungsmittel sollten als der Kleinstwert aus den folgenden Ausdrücken angenommen werden:

— für einschnittige Verbindungen:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1k} t_1 d & (a) \\ f_{h,2k} t_2 d & (b) \\ \frac{f_{h,1k} t_1 d}{1 + \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (c) \\ 1,05 \frac{f_{h,1k} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (d) \\ 1,05 \frac{f_{h,1k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (e) \\ 115 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (f) \end{cases} \quad (8.6)$$

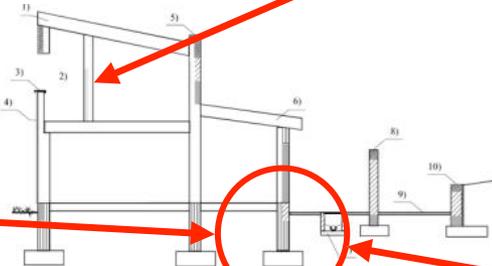
Neu: Expositionsklassen für Mauerwerk

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

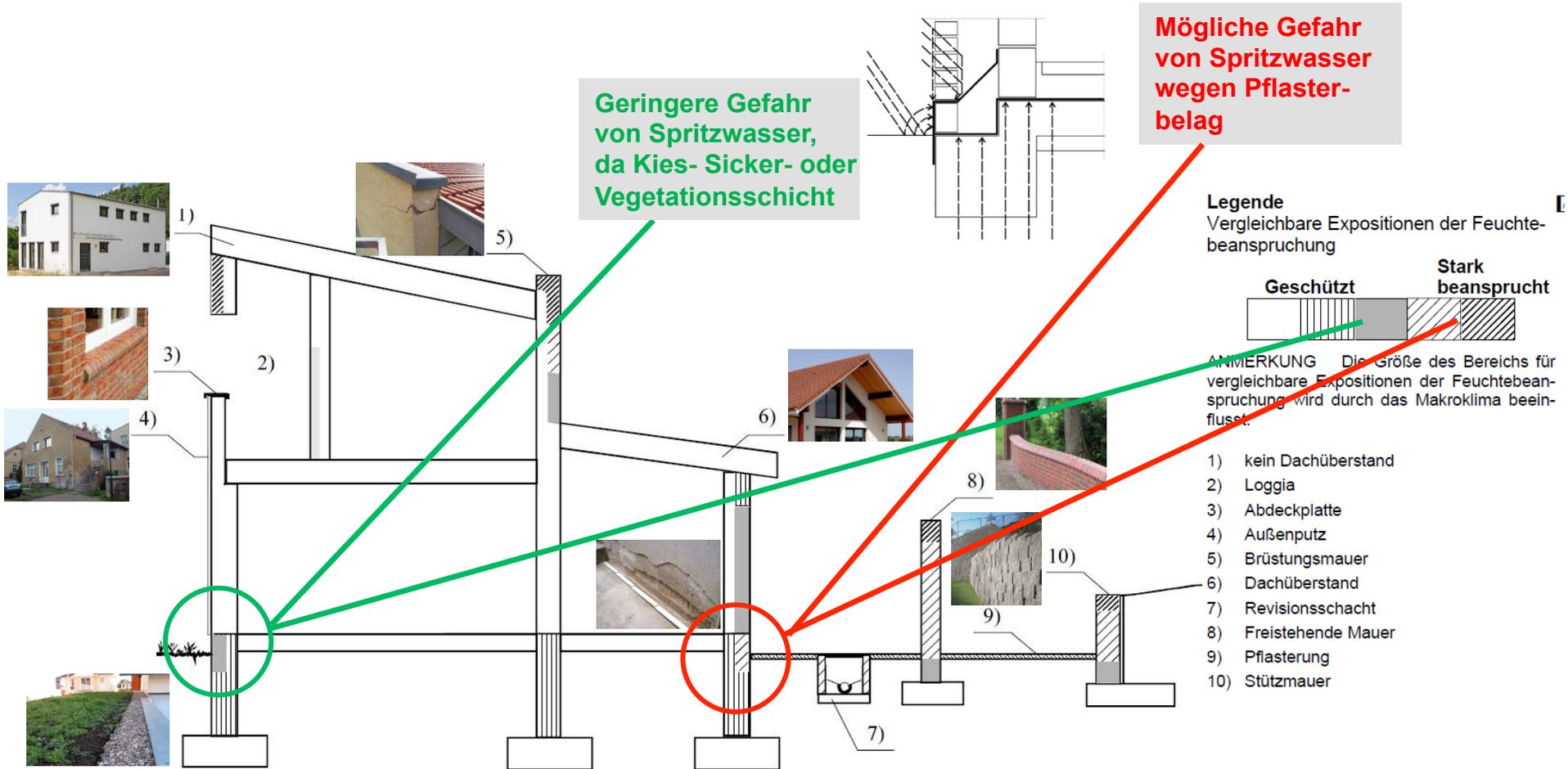
Neu: Expositionsklassen für Mauerwerk



Klasse	Mikrobedingungen des Mauerwerks	Beispiele für Mauerwerk in diesem Zustand
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 sind 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

DIN EN 1996-2 Beispiele für die Auswirkungen von Konstruktionsdetails auf Expositionen

Beispiele für die vergleichbaren Expositionen des Mauerwerks bezüglich unterschiedlicher Beanspruchung



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).

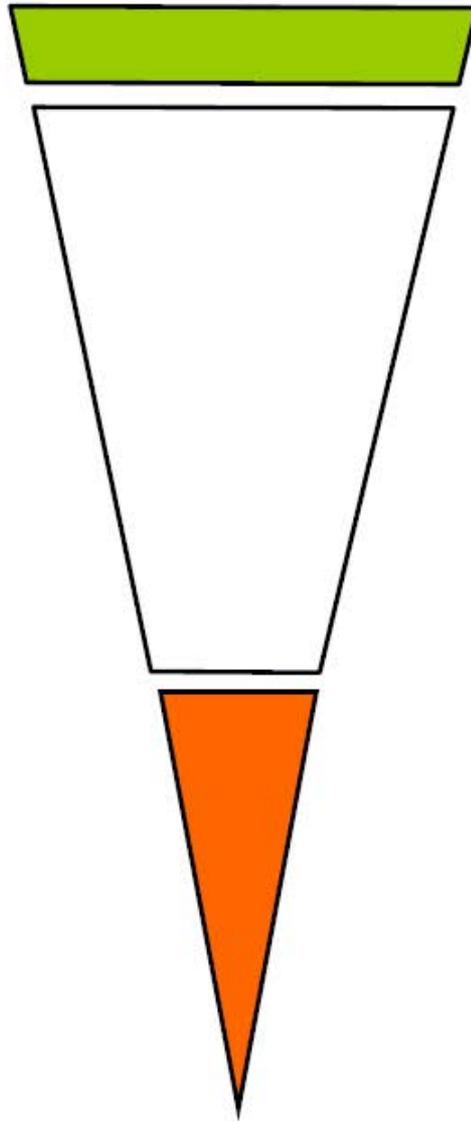


Sind die Hölzer nicht dauerhaft widerstandsfähig gegen holzerstörende Organismen, müssen chemische Mittel eingesetzt werden.

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

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

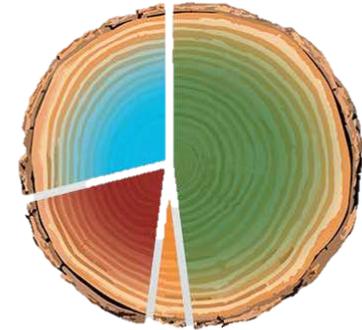
Bundesländer mit Holzbau begünstigender Novellierung der LBO



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)

MUSTERBAUORDNUNG – MBO – FASSUNG NOVEMBER 2002*

***ZULETZT GEÄNDERT DURCH BESCHLUSS DER BAUMINISTERKONFERENZ VOM 13.05.2016**

§ 3

Allgemeine Anforderungen

(1) Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

(2) Bauprodukte und Bauarten dürfen nur verwendet werden, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die Anforderungen dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes erfüllen und gebrauchstauglich sind.

§ 14

Brandschutz

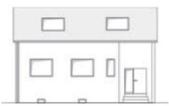
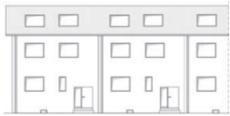
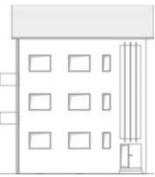
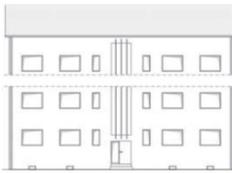
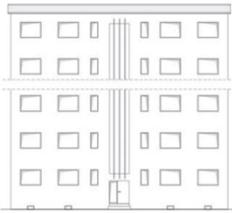
Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

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

Gebäudeklassen

GK 1 (a + b)	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	Sonderbauten
					<ul style="list-style-type: none"> - Hotels - Versammlungsstätten - Sportstätten - Schulen - Krankenhäuser <p>jeder Höhe und</p> <p>Hochhäuser ≥ 22 m OKF</p>
<p>Freistehende Gebäude ≤ 7 m OKF (≤ 2 Nutzungseinheiten und insgesamt ≤ 400 m²)</p>	<p>Gebäude ≤ 7 m OKF (≤ 2 Nutzungseinheiten und insgesamt ≤ 400 m²)</p>	<p>sonstige Gebäude ≤ 7 m OKF</p>	<p>Gebäude ≤ 13 m OKF (Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²)</p>	<p>sonstige Gebäude ≤ 22 m OKF</p>	

OKF = Oberkante Fußboden von Aufenthaltsräumen ab Oberkante Erdreich

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

Hochfeuerhemmende Konstruktionen sind 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

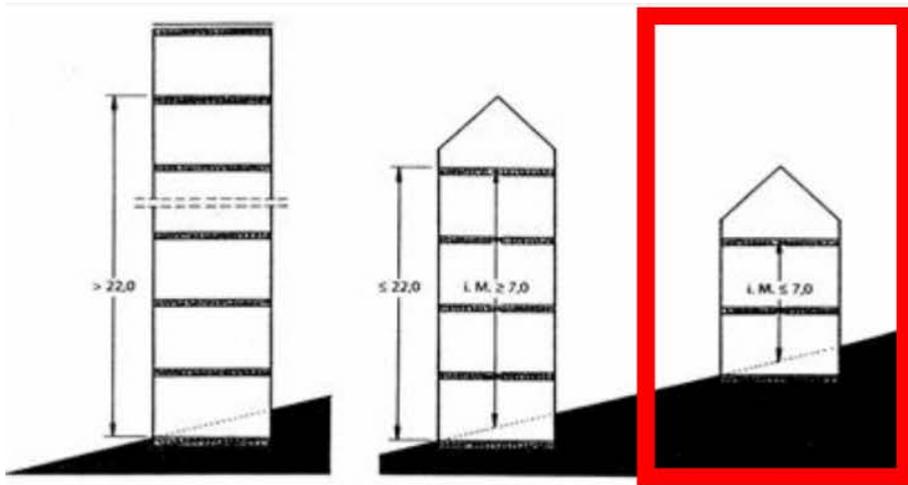
1. nichtbrennbar,
2. schwerentflammbar und
3. normalentflammbar.

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

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

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 freistehend land- oder forstwirtschaftlich genutzt	2 freistehend und OKF ≤ 7 m und ≤ 2 NE und ≤ 400 m² gesamt *)	3 nicht freistehend OKF ≤ 7 m und ≤ 2 NE und ≤ 400 m² gesamt *)	4 sonstige Gebäude OKF ≤ 7 m	5 OKF ≤ 13 m und ≤ 400 m² *) je NE	6 3 m < OKF ≤ 22 m oder 400 m² *) je NE
Baufachliche Anforderungen nach MBO 2002 (tragende und aussteifende Wände, Stützen, Trennwände, Decken zwischen NE)					
keine Forderungen		feuerhemmend		hochfeuerhemmend	feuerbeständig
Feuerwehreinsatz mit Stockleiter 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.

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

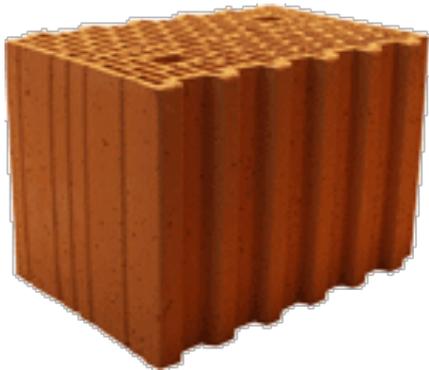
Sie stellen selbst keine Brandgefahr oder Brandlast dar, sind jedoch am Brandgeschehen passiv beteiligt.

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.

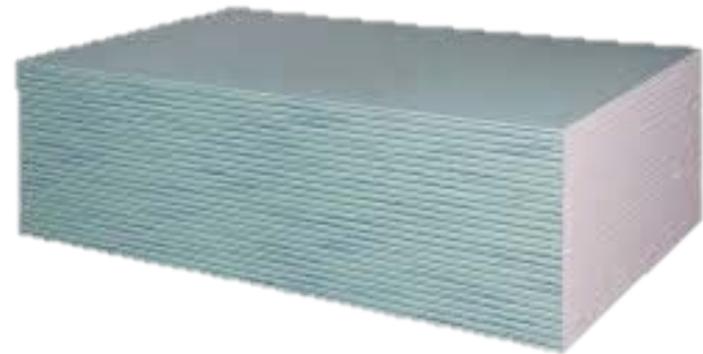
Baustoffklasse A1

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

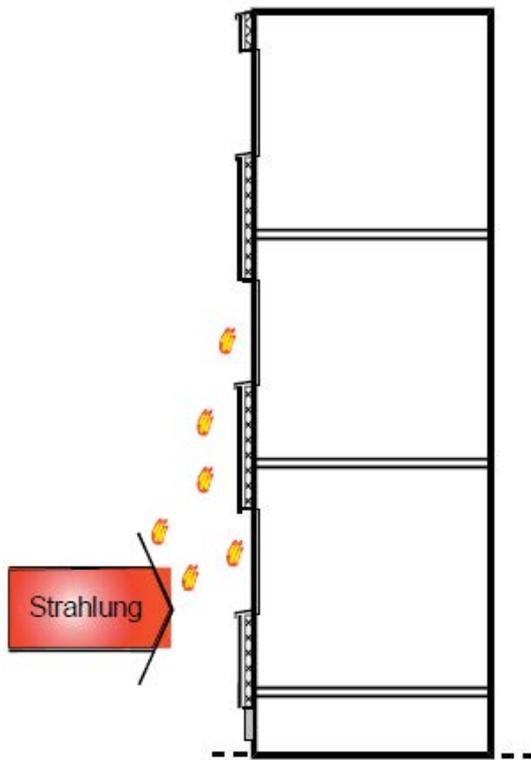
von
Carl August Menzel,
Königl. Universitäts-Bauinspektor zu Greifswald.

Eisleben 1843.
Verlag von Georg Reichardt.

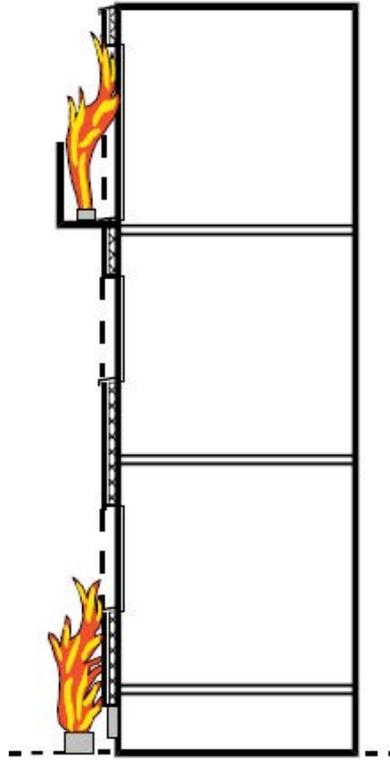
Es giebt einen sichern Grundsatz, bei dessen Anwendung kein Feuer entstehen und keines sich verbreiten kann.

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

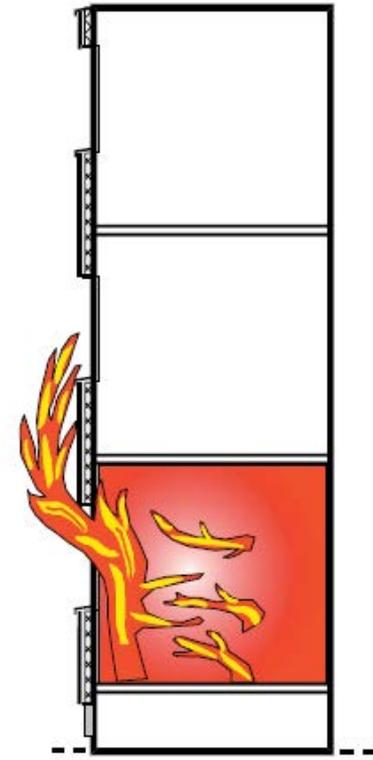
Brandszenarien im Bereich der Außenwand/Fassade



1. Brand eines benachbarten Gebäudes



2. Brand außerhalb des Gebäudes



3. Brand innerhalb eines Gebäudes



Brandweiterleitung über Fassade



12. Minute
„flash-over“ 1.Etage



20. Minute
„flash-over“ 2. Etage



25. Minute

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

Einstufung von Wänden entsprechend ihrer Anforderung



(1): tragende, raumabschließende Wände

(3): Nicht tragende, raumabschließende Wände

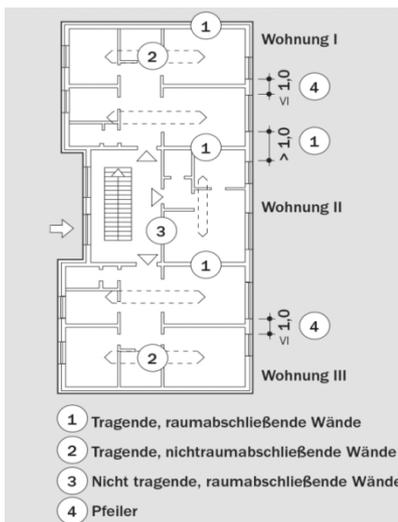
(2): tragende, nichtraumabschließende Wände

(4): Pfeiler (im Prinzip: nichtraumabschließend)

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)

Feuerwiderstandsklassen v. Bauteilen n. DIN 4102-2 und Zuordnung zu bauaufsichtl. Anforder.

DIN 4102-2 und DIN EN 13501-2

Bauteile werden entsprechend ihrer Feuerwiderstandsdauer in verschiedene Feuerwiderstandsklassen eingeteilt.

Die Klassifizierung regeln zurzeit in Deutschland gleichberechtigt die deutsche (alte)

Norm DIN 4102-2:
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe,

Anforderungen und Prüfungen und die europäische (neue)

DIN EN 13501-2:
Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen..

Tabelle:
Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN 4102-2 und Zuordnung zu bauaufsichtlichen Anforderungen:
Feuerwiderstandsklassen:
F 30, F 60, F 90

Zeile	Bauaufsichtl. Anforderung nach MBO bzw. LBO	Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2	Baustoffklasse nach DIN 4102-1 für westl. Teile	Baustoffklasse nach DIN 4102-1 für übrige Teile	Benennung der Feuerwiderstandsfähigkeit	Kurzzeichen
1			B	B	Feuerwiderstandsklasse F 30	F 30 B
2	feuerhemmend	F 30	A	B	Feuerwiderstandsklasse F 30 und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen	F 30 - AB
3			A	A	Feuerwiderstandsklasse F 30 und aus nicht brennbaren Baustoffen	F 30 - A
4	nicht hoch feuerhemmend		B	B	Feuerwiderstandsklasse F 60	F 60 - B
	hoch feuerhemmend	F 60	B	B	Feuerwiderstandsklasse F 60, tragende und aussteifende Teile aus brennbaren Baustoffen mit einer allseitigen brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung aus nicht brennbaren Baustoffen (Brandschutzbekleidung), Dämmstoffe aus nicht brennbaren Baustoffen	F 60 - B K260
5			A	B	Feuerwiderstandsklasse F 60 und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen	F 60 - AB
6			A	A	Feuerwiderstandsklasse F 60 und aus nicht brennbaren Baustoffen	
7	nicht feuerbeständig		B	B	Feuerwiderstandsklasse F 90	F 90 - B
8	feuerbeständig	F 90	A	A	Feuerwiderstandsklasse F 90 und in den wesentlichen Teilen aus nicht brennbaren Baustoffen	F 90 - AB
9			A	A	Feuerwiderstandsklasse F 90 und aus nicht brennbaren Baustoffen	F 90 A

Tabelle:
Zuordnung nach DIN EN 13501-2:

Norm unterscheidet unabhängig von dessen Funktion im Gebäude:
Tragfähigkeit (R), Raumabschluss (E)
Wärmedämmung (I)

Bauaufsichtliche Anforderung	Tragende Bauteile		Nichttragende Innenwände	Nichttragende Außenwände	Doppelböden	Selbstständige Unterdecken
	ohne Raumabschluss	mit Raumabschluss				
feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30	E 30 (i→o) und EI 30-ef (i→o)	REI 30	EI 30 (a↔b)
hoch feuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60	E 60 (i→o) und EI 60-ef (i→o)		EI 60 (a↔b)
feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90	E 90 (i→o) und EI 90-ef (i→o)		EI 90 (a↔b)
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Minuten	R 120	REI 120	-	-		-
Brandwand	-	REI 90-M	EI 90-M	-		-

(i→o)/(i←o) = Richtung der klassifizierten Widerstandsdauer (in - out)
(a↔b) = Richtung der klassifizierten Widerstandsdauer (above - below)
ef = Beanspruchung durch Außenbrand

§ 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)¹

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

¹ 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.

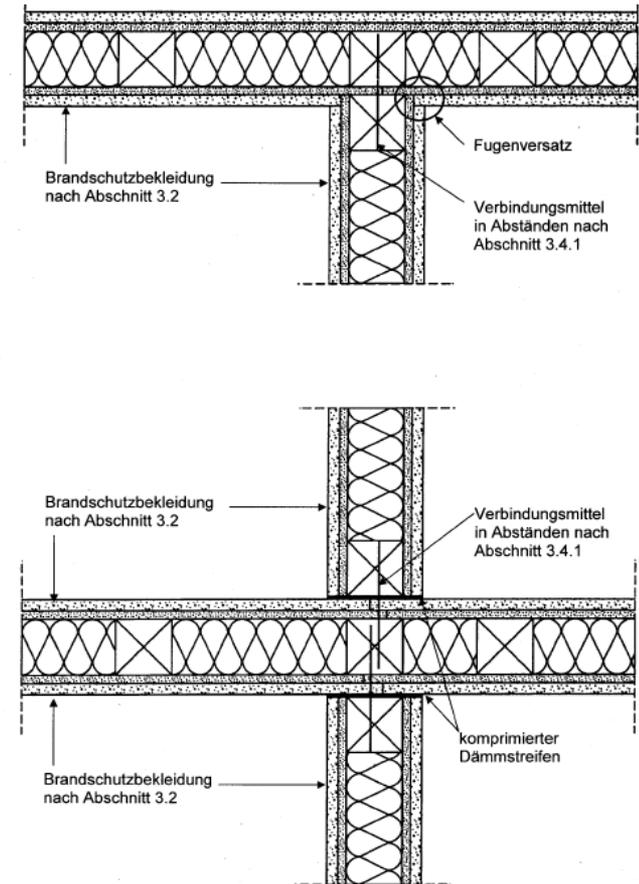
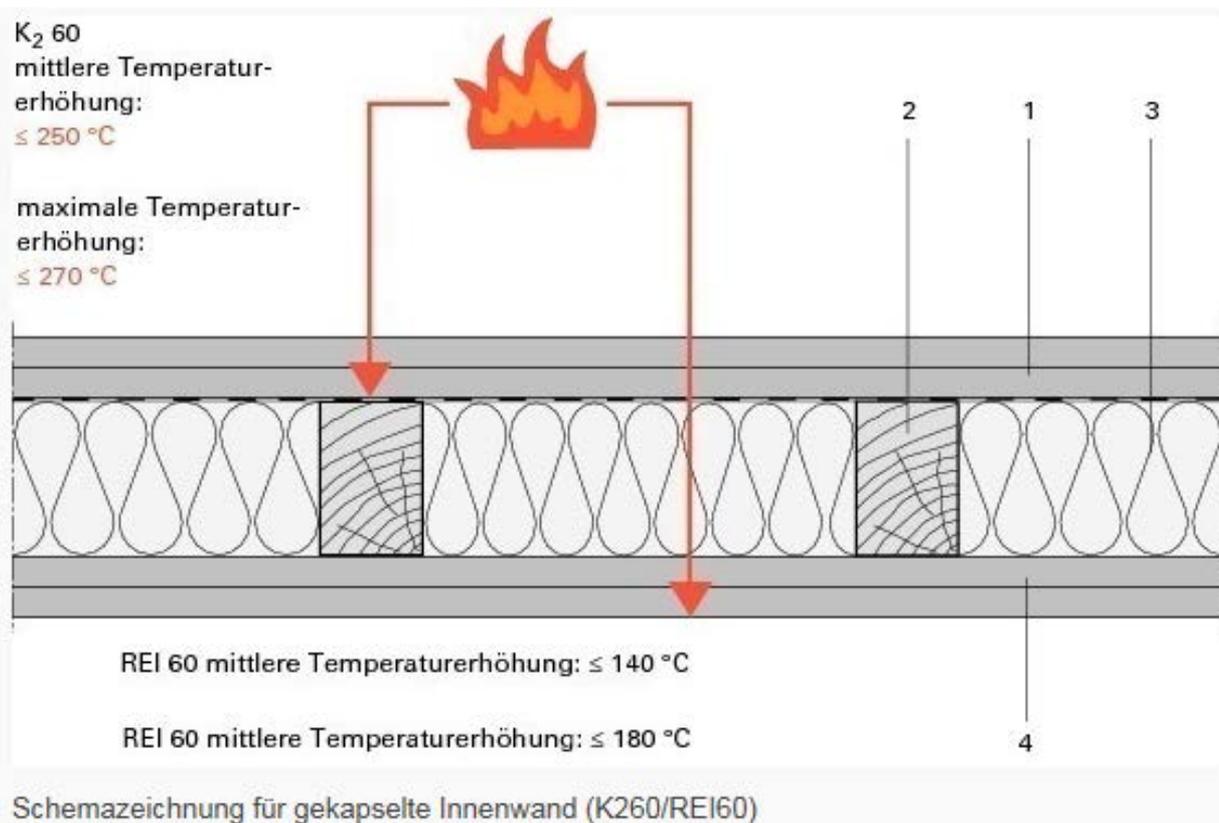


Bild 5 Anschluss von tragenden, raumabschließenden Wänden nach Abschnitt 3.3.2 an durchlaufende Wand mit zusätzlichem Stiel zur Sicherung der Verblockung nach Abschnitt 3.4.2.

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)

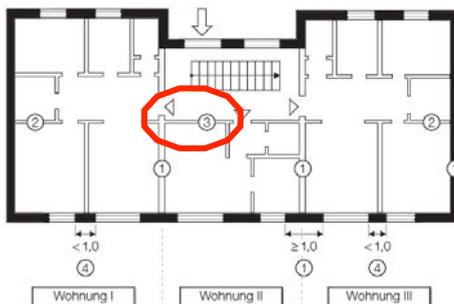
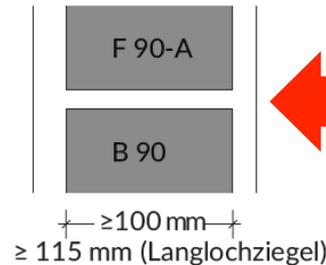
Tabelle 19: Mindestdicke t nichttragender, raumabschließender Wände (Kriterien EI) in mm

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



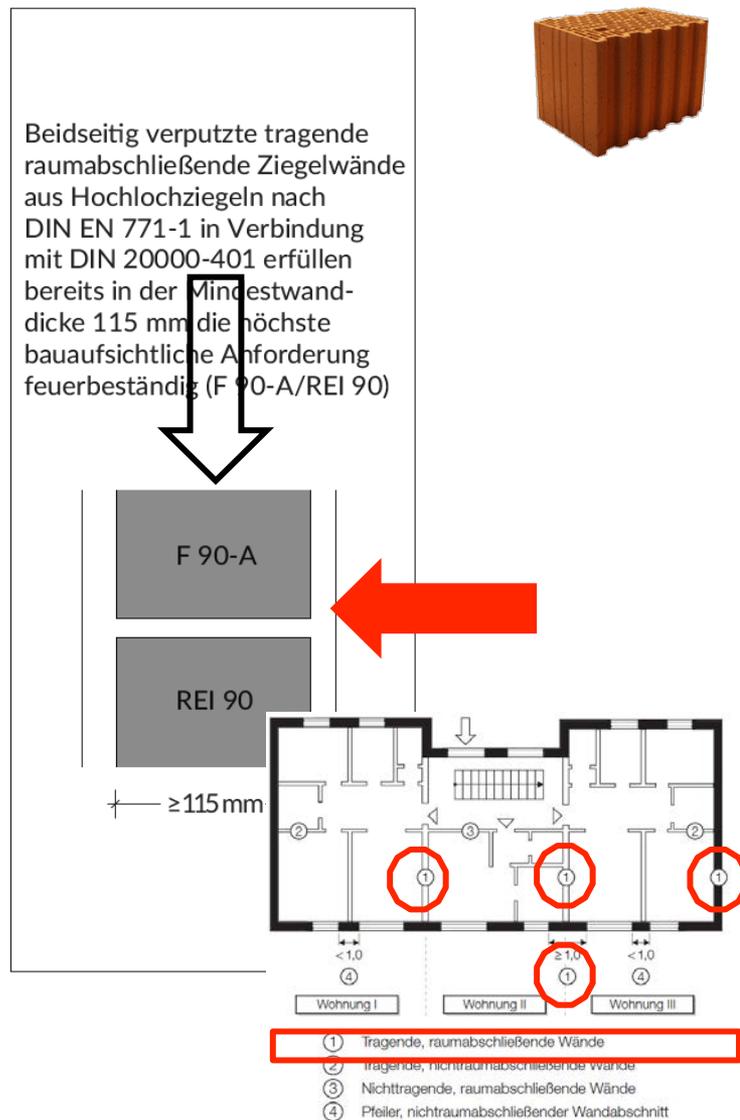
- ① Tragende, raumabschließende Wände
- ② Tragende, nichtraumabschließende Wände
- ③ Nichttragende, raumabschließende Wände
- ④ Pfeiler, nichtraumabschließender Wandabschnitt

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.



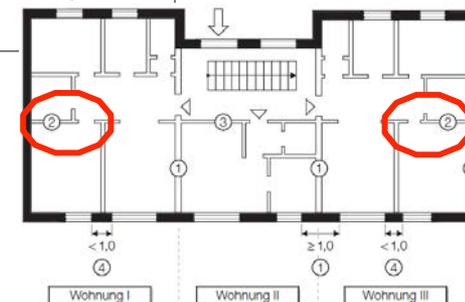
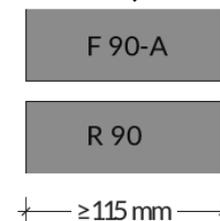
Tragende nichtraumabschließende Wände (R)

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)

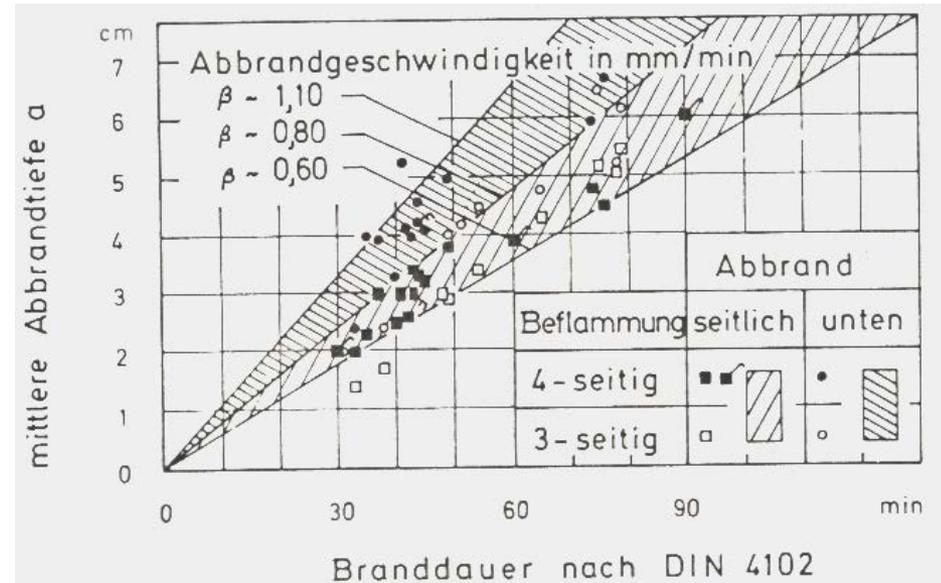
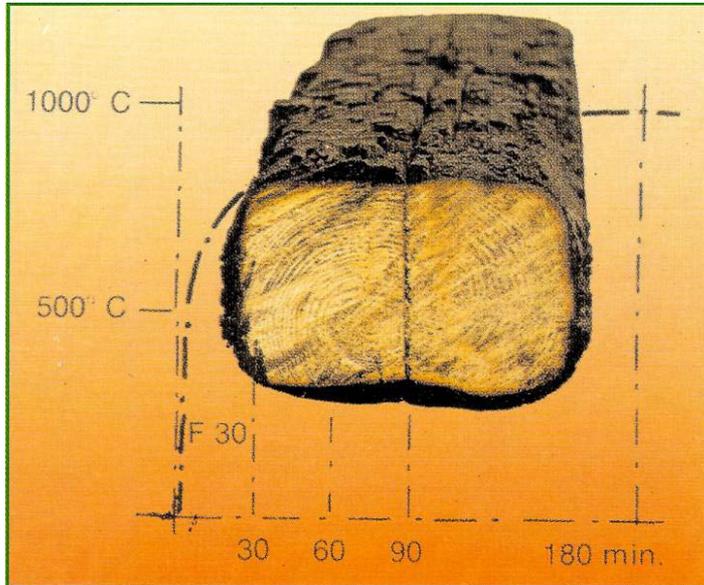
Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN EN 1996-1-2, 4.2 (1).

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

Abbrandgeschwindigkeit von Holz



Eiche	= 0,50 mm/min
Buche	= 0,80 mm/min
Vollholz S7, MS 7	= 0,80 mm/min
Vollholz S10, MS 10 und höher (kerngetrennt)	= 0,65 mm/min
Vollholz S10, MS 10 und höher (nicht kerngetrennt)	= 0,80 mm/min
Brettschichtholz BS 11 und höher	= 0,65 mm/min

Mit der Abbrandberechnung kann man im Holzbau die Brandwiderstandsklasse rechnerisch ermitteln.

Faustformel: 0,9 mm/min

Erfahrungswerte:

bis F30 ist keine Dimensionsvergrößerung erforderlich

bis F60 sind Träger mit der Dimension der kalten Bemessung für den Brandschutz 2 cm breiter zu wählen.

bis F90 sind Träger mit der Dimension der kalten Bemessung für den Brandschutz 4 cm breiter zu wählen.

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

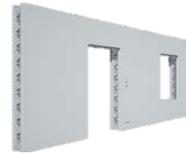
Baustoff Mauerwerk:

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

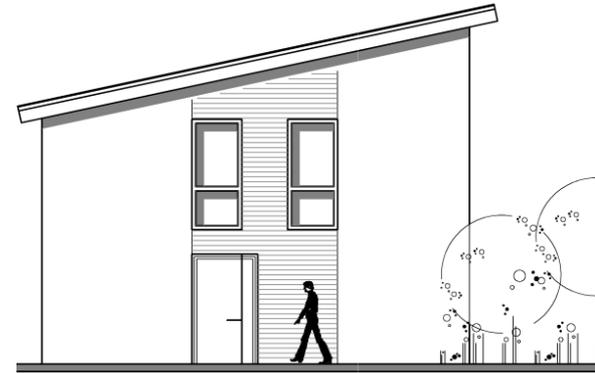
Die Kosten beziehen sich jeweils auf fertig erstellte Außenwände komplett mit Innen- und Außenputz, Dämmung sowie Fenstern und Zulagen wie Anlegen von Öffnungen, Stürzen etc., um eine Vergleichbarkeit von massiven Bauweisen zu Außenwänden in Holzbauweisen von Fertighausanbietern herleiten zu können.

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

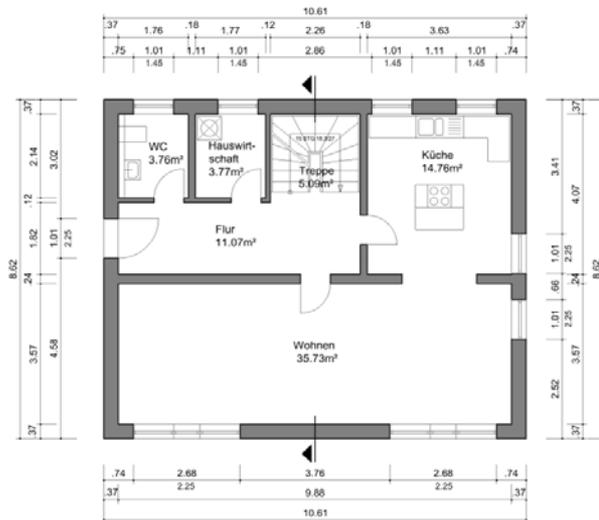
Die Typengebäude bzw. die jeweiligen Außenwandaufbauten sind unter Berücksichtigung der Energieeinsparverordnung ab 2016 gerechnet, um die Ergebnisse der Studie langfristiger nutzen zu können.



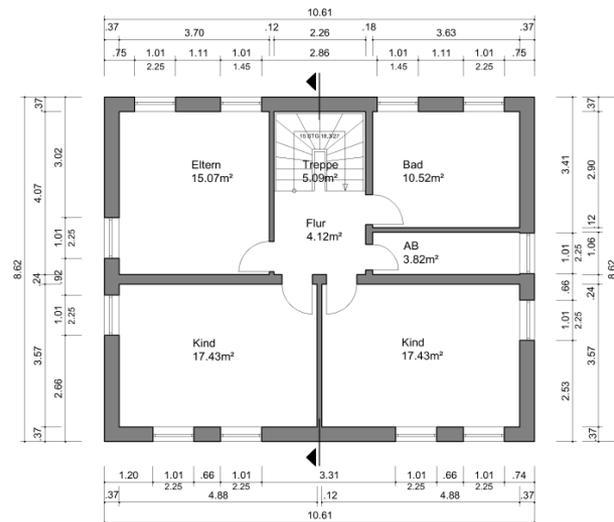
Ansicht Garten



Ansicht Giebel



Grundriss EG



Grundriss OG

Einfamilienhaus

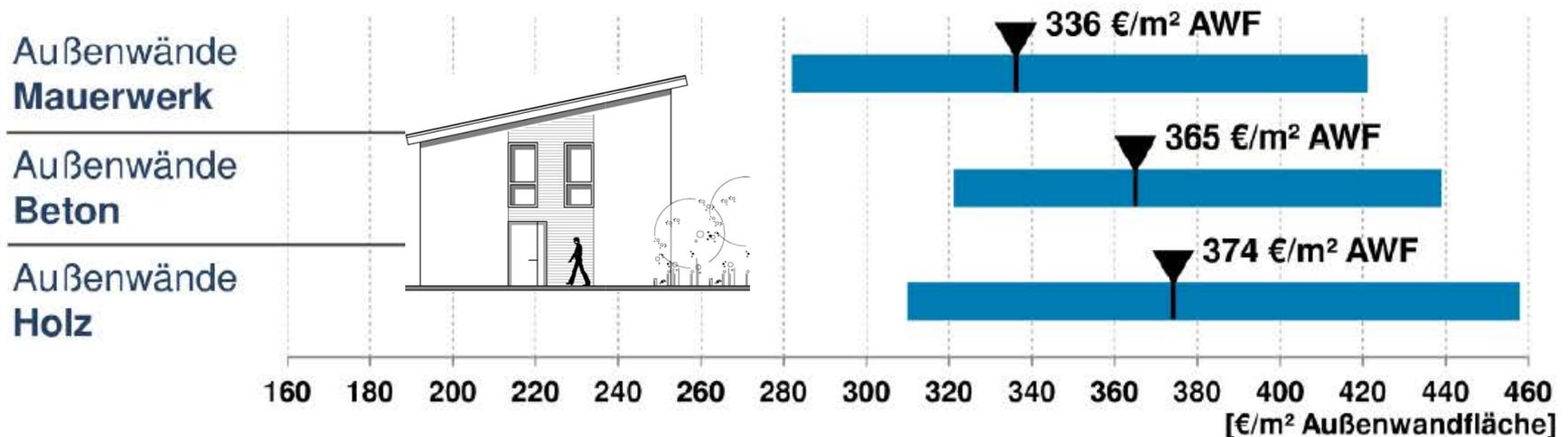
€ je m² Außenwandfläche (AWF)
von/ **Median** /bis

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

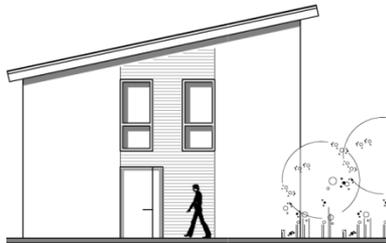
Außenwände **Beton** 321/ **365** /439

Außenwände **Holz** 310/ **374** /458

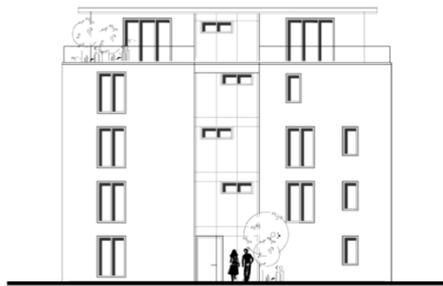
Darstellung der Kosten von Außenwandkonstruktionen



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



Musterhaus Mehrfamilienwohnhaus

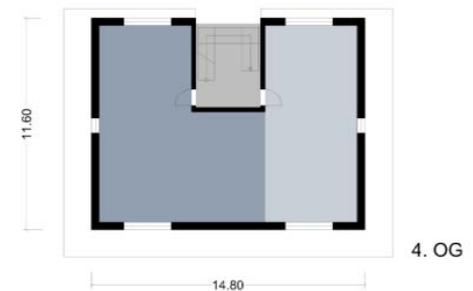
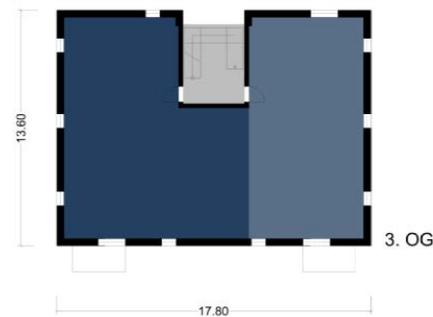
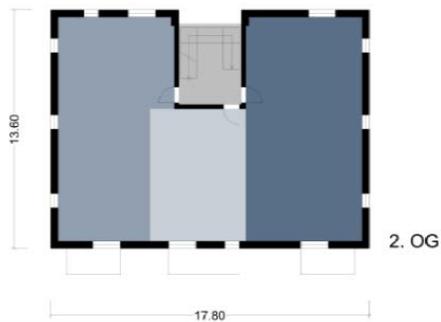
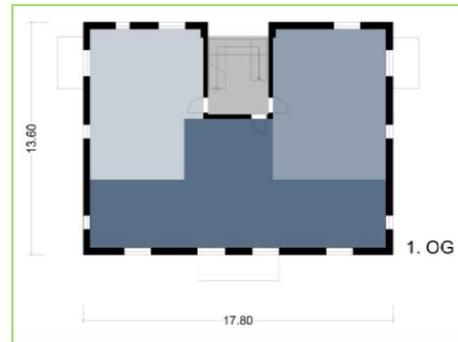
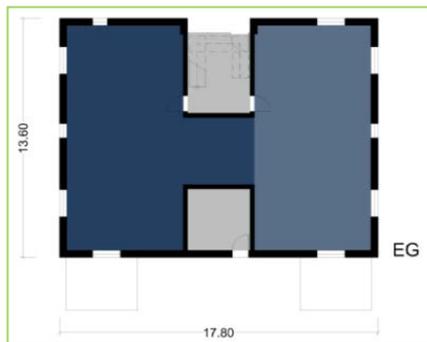


Ansicht Eingang



Ansicht Seite

Anzahl der Räume:



Mehrfamilienhaus

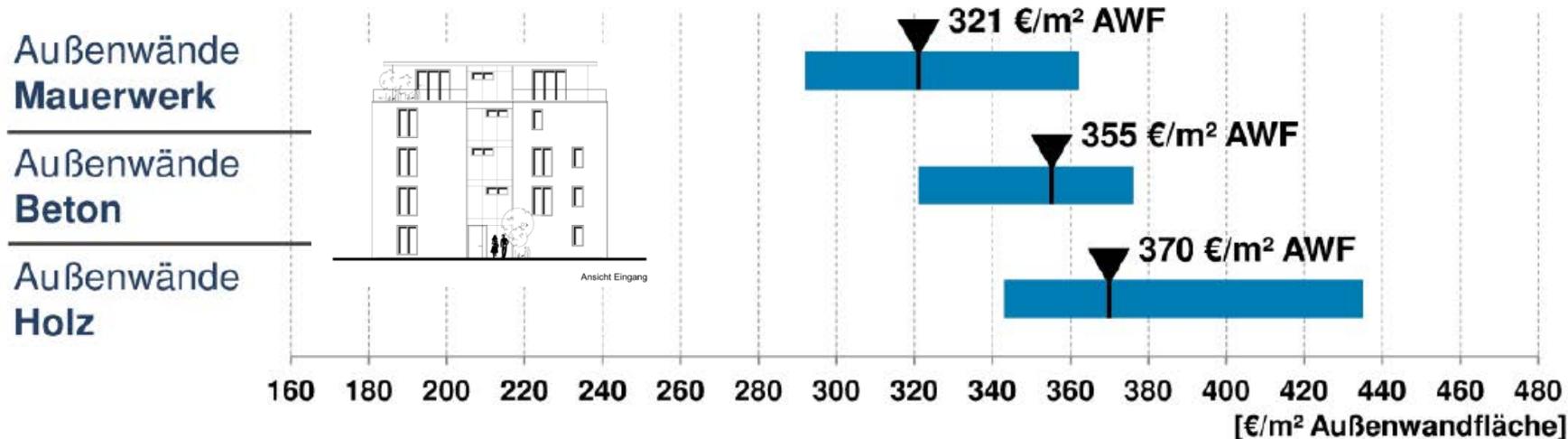
€ je m² Außenwandfläche (AWF)
von/ **Median** /bis

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

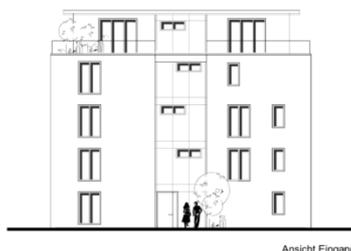
Außenwände **Beton** 321/ **355** /376

Außenwände **Holz** 343/ **370** /435

Darstellung der Kosten von Außenwandkonstruktionen



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



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, Stülpschalung 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:

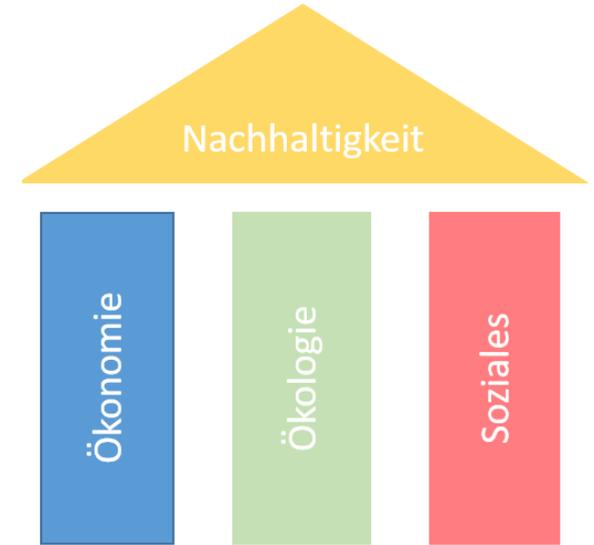
Bewertungssystem der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB)

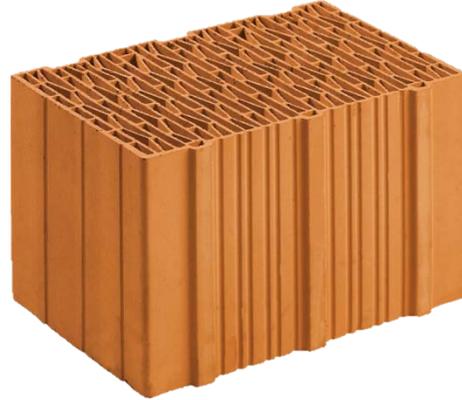
Grundsätzlicher Aufbau:

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
2. Ökonomische Qualität	1.0.1	Sicherheit: Präventive Schutzmaßnahmen gegen Einbruch	1
	1.0.2	Sicherheit: Brandmeldung und Brandbekämpfung	1
	1.7.1	Barrierefreiheit	2
	2.1.1	Ausgewählte Kosten im Lebenszyklus	3
	3.1.1	Ökobilanz: Treibhauspotenzial und andere Umweltwirkungen	5
3. Ökologische Qualität	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 Wassersparmaßnahmen	1
	3.5.1	Flächenausnutzung	2
4. Prozessqualität	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.

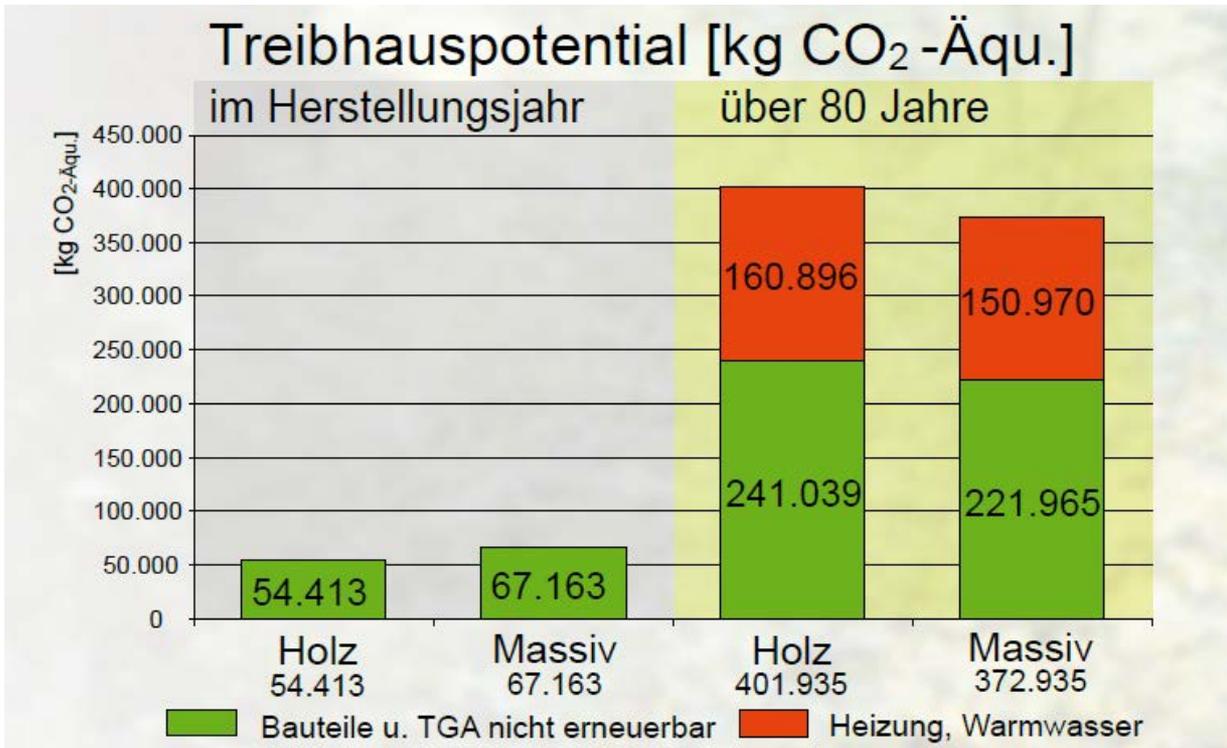
Wissenschaftler messen üblicherweise folgende Werte und stellen sie gegenüber:

- 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.

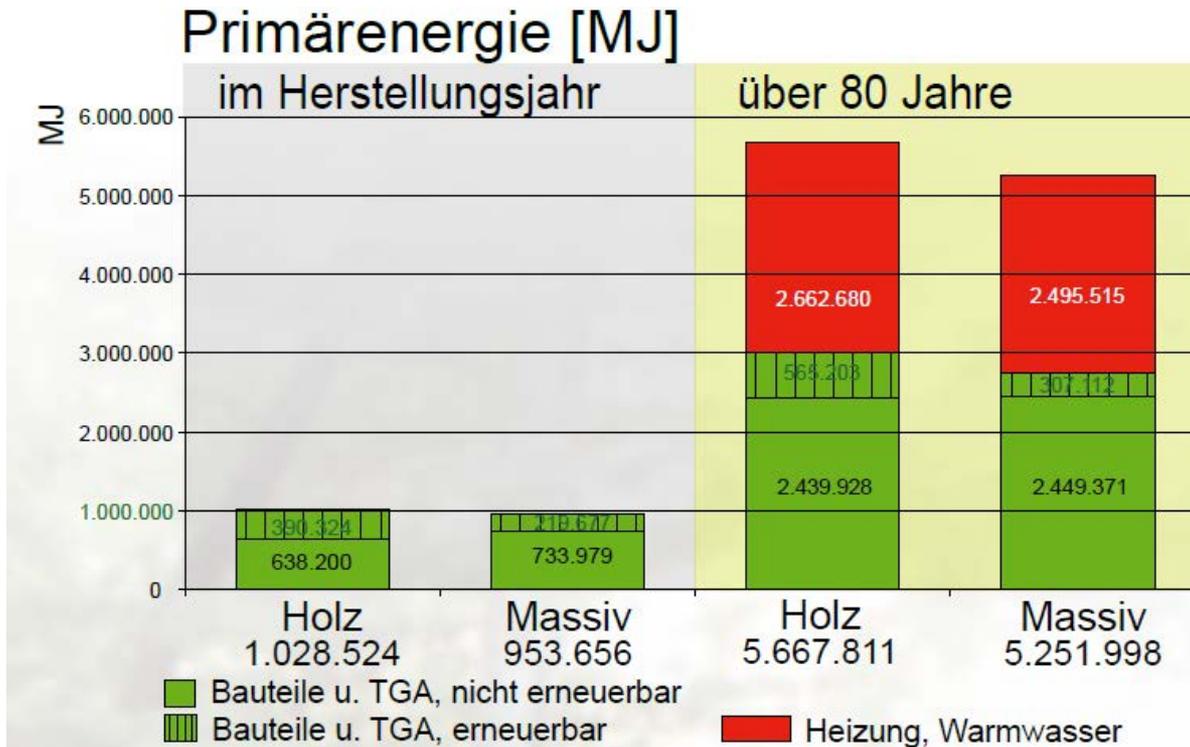
Durch die Anreicherung dieser Gase in der Troposphäre wird die von der Erde abgestrahlte Infrarotstrahlung teilweise re-flektiert und zur Erdoberfläche zurückgestrahlt.

Dieser Prozess ist für die glo-bale Erwärmung verantwort-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.

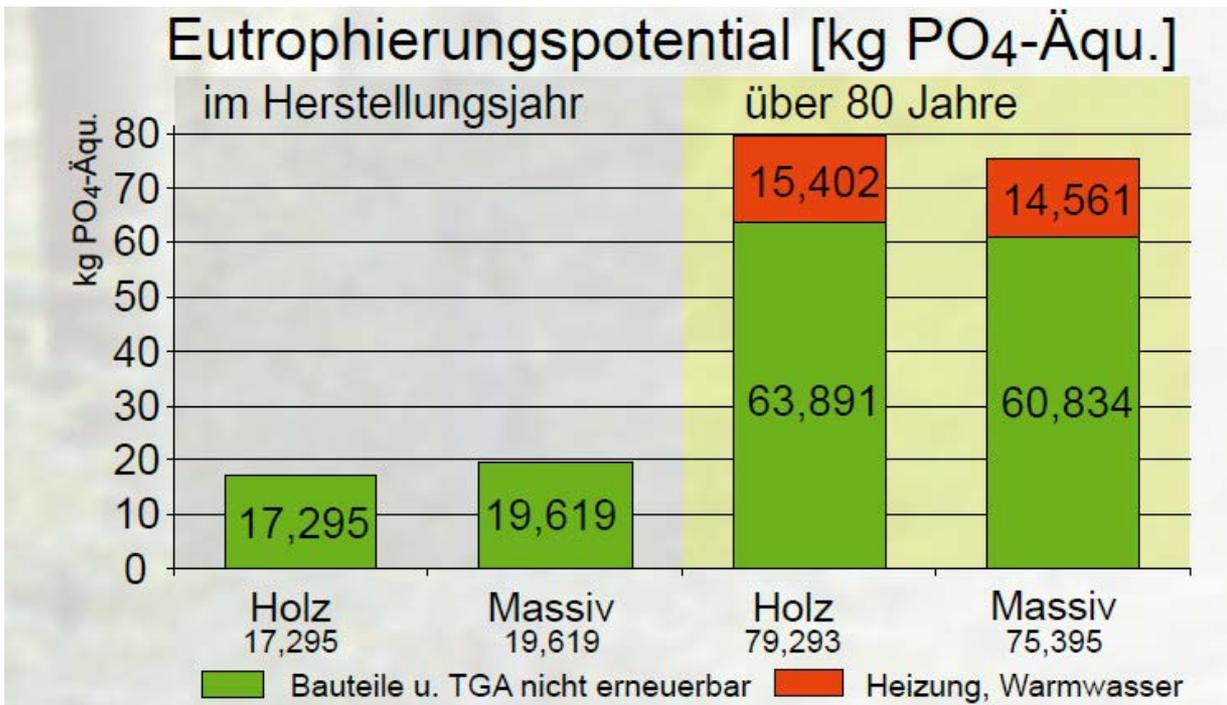
Er beschreibt den zur Herstellung und zur Beheizung des Gebäudes notwendigen Energieverbrauch in Megajoule [MJ].

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 PO₄-Äquivalent (Phosphat-Gleichwert) gemessen.

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

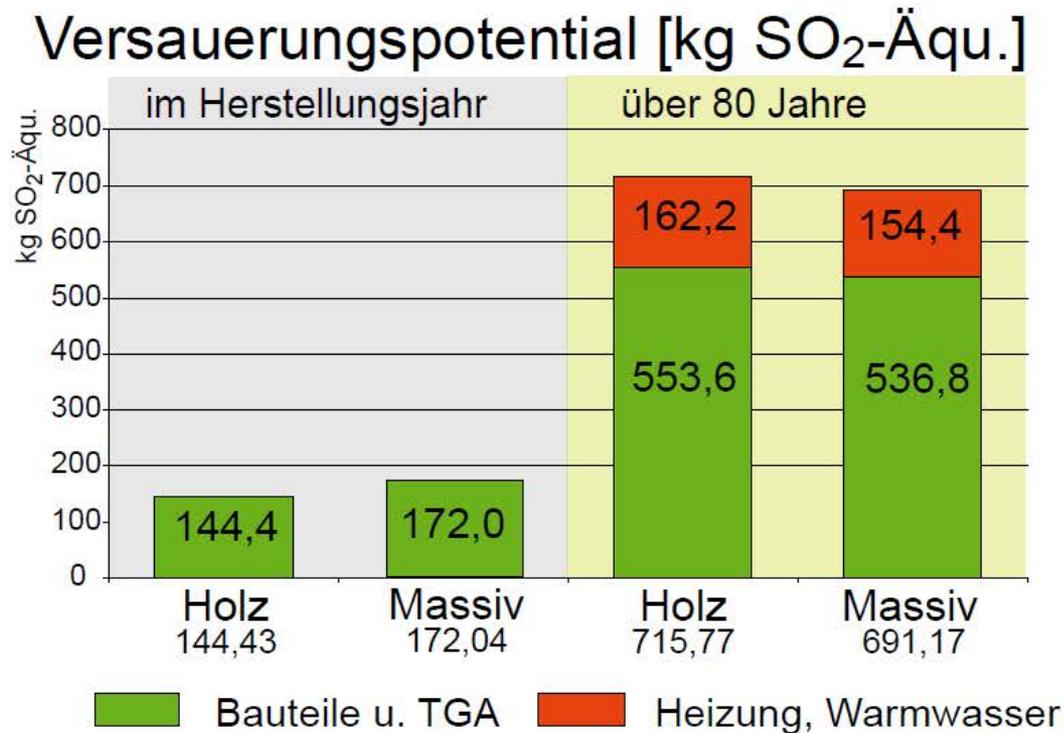
Deren Absterben und Zersetzen kann so viel Sauerstoff verbrauchen, dass der Abbau organischer Verunreinigungen durch aerobe Bakterien aufhört.

Dann beginnt das Gewässer „umzukippen“.

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

Die Gewässer riechen - die Fische sterben.

Versauerungspotential (4)

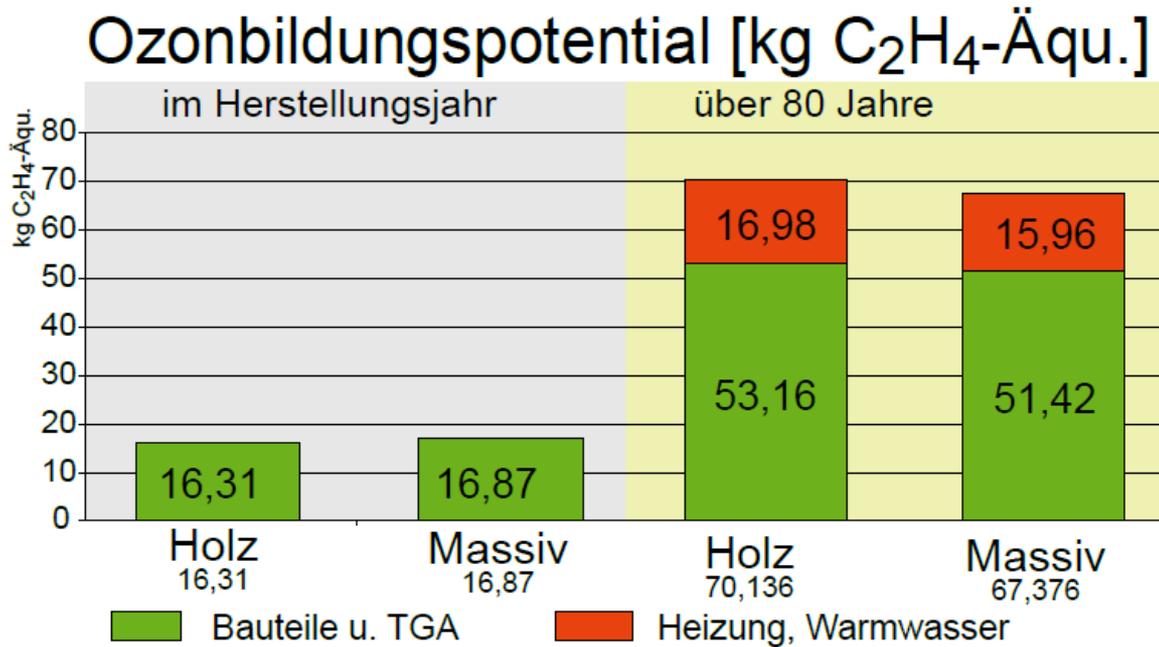


Die Ökobilanzen ergaben: Zwar erzeugt ein Einfamilienhaus in Holzbauweise bei seiner Herstellung weniger säurehaltige Luftschadstoffe frei.

Das Versauerungspotential erfasst säurehaltige 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 kgSO₂ – Äquivalent berechnet.



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

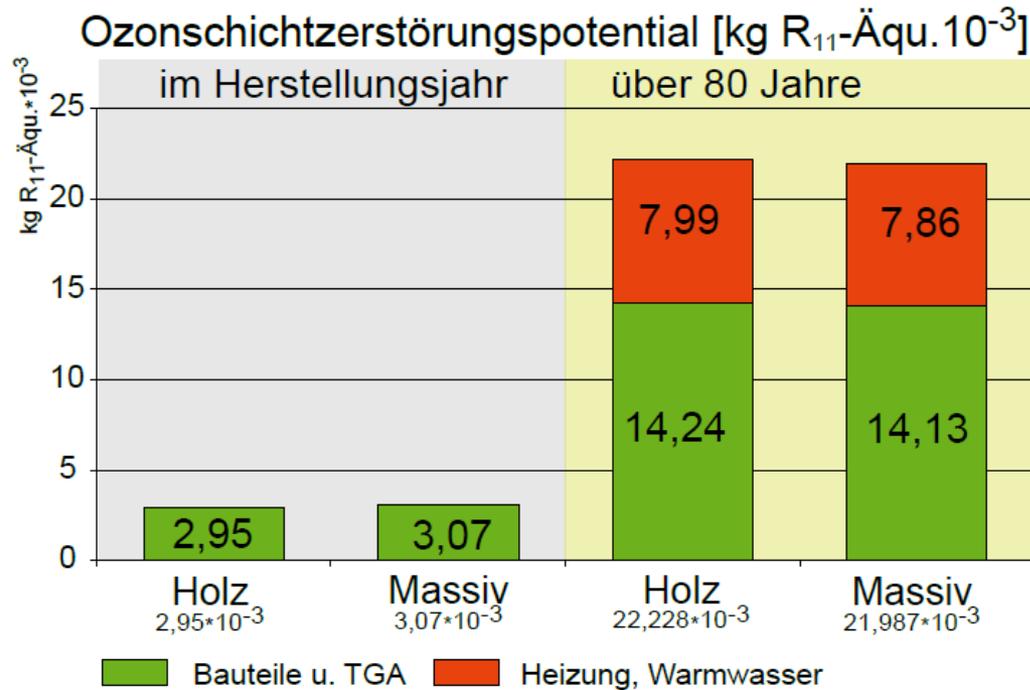
Im Herstellungsjahr war das Sommersmogpotential bei beider Bauweisen nahezu gleich.

In die Beurteilung gehört auch der „Sommersmog“. Dieser tritt auf, wenn die einfallende UV-Strahlung in Verbindung mit NO_x zu erhöhten Ozonkonzentrationen führt. Unter Einwirkung und Absorption eines Teils dieser UV-Strahlung kann Sauerstoff (O₂) zu Ozon (O₃) 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 (C₂H₄) bezogen. Die Maßeinheit ist deshalb das C₂H₄ – 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.

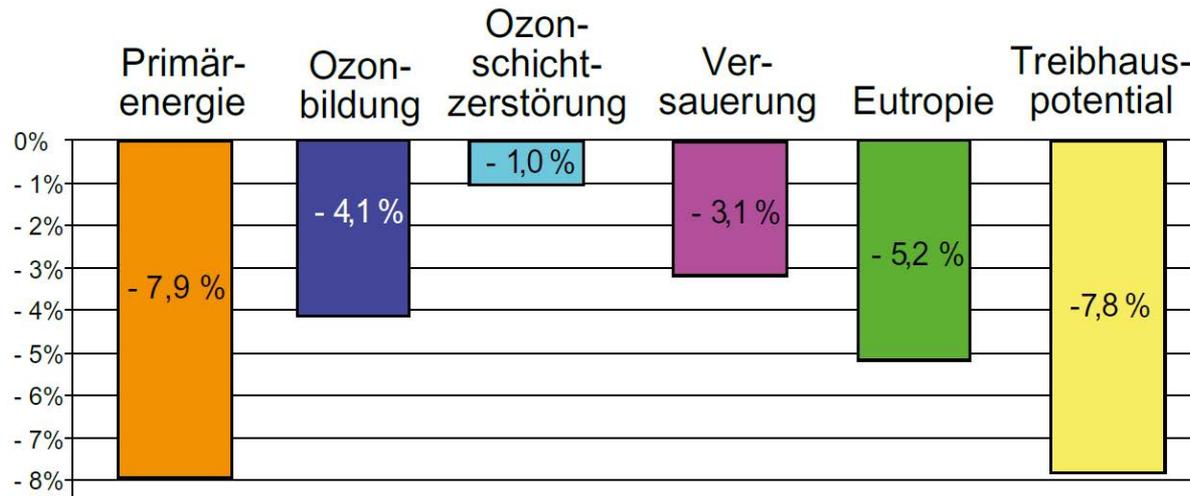
Die Schwächung der Ozonschicht kann Tumore hervorrufen und die Photosynthese der Pflanzen stören.

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:



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, Sibiren

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

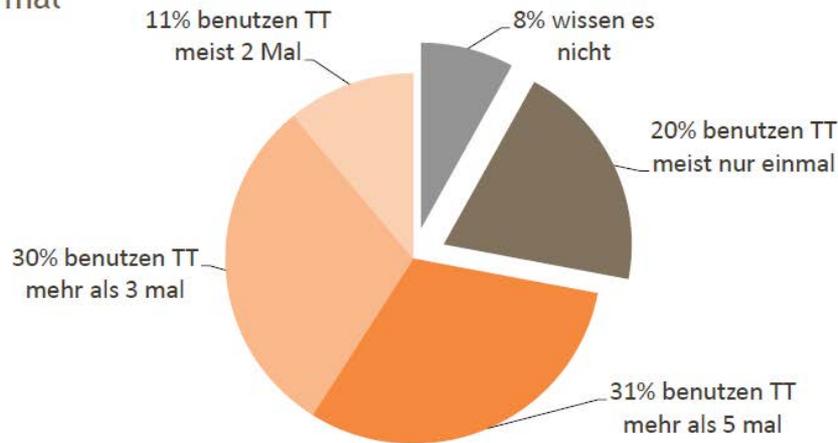
Ideale Voraussetzungen für hohe Bewertung von Komfortaspekten (Thermisch, akustisch, Innenraumhygiene/VOC)

Ökonomie

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

Wiedergebrauch von Tragetaschen

- 85 % der Befragten, die Tragetaschen mehrfach benutzen, sagten aus, dass sie diese im Schnitt mehr als 3 mal verwenden, mehr als die Hälfte davon sogar häufiger als 5 mal





Der Energiepass setzt den CO₂-Ausstoß des Fahrzeugs ins Verhältnis zum Leergewicht.

Beispiel:
Ein Leopard-Panzer (Verbrauch: 218 Liter) bekommt dieselbe Öko-Note wie ein Golf.

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