



### Mit Bisotherm historische Fachwerke erneuern!

In Deutschland stehen etwa 2 Mio. Fachwerkgebäude. 80 % des Bestandes wurden vor 1870 erbaut, die übrigen 20 % zwischen 1870 und 1940. Ein erheblicher Anteil dieser Gebäude ist altersbedingt, aber auch durch unsachgemäße Umbau- oder Instandsetzungsmaßnahmen sanierungsbedürftig.

Die Zeit, die äußeren Witterungseinflüsse und das veränderte Nutzungsverhalten machen die Sanierung vieler Fachwerkgebäude erforderlich. Höhere Ansprüche hinsichtlich des Wärmeschutzes von Gebäuden, die Forderung nach Energieeinsparung und neue Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben führen zu veränderten Wandaufbauten bei der Sanierung von Fachwerkgebäuden.

Die Ausfachung mit Bisotherm-Vollsteinen (früher Schwemmsteine) hat aufgrund der positiven Materialeigenschaften eine lange Tradition von über 150 Jahren. Die kleinformatischen Bisotherm-Vollsteine sind die idealen Wandbaustoffe für wirtschaftliche, werterhaltende Modernisierung und Sanierung historischer Fachwerke. Die Materialeigenschaften passen hervorragend zu den Eigenschaften vom Holz. Aufgrund des hohen Luftporenanteils im Naturbims von bis zu 85 Vol.-% sind Bisotherm-Vollsteine sehr leicht, sie haben eine Rohdichte von 0,55-0,80 kg/dm<sup>3</sup> ähnlich die der Holzkonstruktion (z.B. Kiefer 0,30-0,86 kg/dm<sup>3</sup>, Eiche 0,39-0,93 kg/dm<sup>3</sup>). Der natürliche Rohstoff Bims wird durch gezielte Aufbereitung gewaschen, wodurch nur leichtes, hochwärmedämmendes Material in die Produktion der Steine einfließt.

Bisotherm-Vollsteine gewährleisten eine natürliche, materialgerechte Verbindung alter Bausubstanz mit dem modernen Wandbaustoff der Spitzenklasse.

Sie erreichen bereits mit geringen Wanddicken äußerst günstige Wärmedämmwerte und tragen dadurch wesentlich zur Energieeinsparung bei.

- Bisotherm-Vollsteine stimmen mit ihrer Wärmeleitfähigkeit 0,14 – 0,21 W/mK gut mit der der Holzkonstruktion 0,13 – 0,18 W/mK überein. Das garantiert gleichmäßige Temperaturverhältnisse in der Außenwand. Somit bleibt die gesamte Konstruktion spannungsarm und die Feuchtebelastung des Holzes bleibt gering.
- Bisotherm-Vollsteine erlauben durch ihre bauphysikalischen Eigenschaften den Verzicht auf Dampfsperren und ermöglichen damit saubere und funktionstüchtige Anschlüsse in den Gefachen. Bisotherm-Materialien sind feuchteregulierend, frostbeständig und mit einem Dampfdiffusionswiderstand  $\mu$ -Wert von 5 – 10 diffusionsoffen und gewährleisten dadurch eine langfristig trockene Fachwerkwand.
- Bisotherm-Vollsteine werden in großer Formatvielfalt angeboten und garantieren durch ihre sehr leichte Be- und Verarbeitung eine fachgerechte Sanierung bei unterschiedlichen Balkendicken.
- Bisothermsteine haben den geringsten Primärenergieverbrauch im Vergleich zu anderen Mauerwerksbaustoffen. Die positive Ökobilanz und die Umweltverträglichkeit sind weitere Pluspunkte der Fachwerksanierung mit Bisotherm-Vollsteinen.



### Kalkgebundener Bisogreen Fachwerkstein

Bislang wurden natürliche hydraulische Kalke (NHL) hauptsächlich für Putze in baubiologischen Bereichen und bei der Restaurierung von historischen Gebäuden eingesetzt.

Bisotherm macht es möglich auch einen kalkgebundenen Fachwerkstein für die Neuausfachung einzusetzen.

Die aus aufbereitetem, gewaschenem Naturbims und hydraulischem Kalk hergestellten Vollsteine bieten besondere Vorteile:

Maßgenau, geringes Gewicht, guter Putzgrund ohne Vorbehandlung, leicht zu sägen, unbrennbar, hochwärmedämmend und feuchtigkeitsregulierend.

Durch die offenen Kapillare und der daraus resultierenden hohen möglichen Wasseraufnahmefähigkeit ist der kalkgebundene Fachwerkstein besonders geeignet für die Altbausanierung. Der kapillare Wassertransport verläuft immer vom grob- zu feinporigen Material. Durch sein besonders hohes Austrocknungsvermögen, nimmt der Bisogreen Fachwerkstein die durch Witterungseinflüsse entstandene Feuchtigkeit kurzfristig auf. Danach trocknet er aber schnell wieder ab und mindert so die Feuchtebelastung der Holzkonstruktion, besonders der Problembereiche Gefach-Balken-Fuge. Somit bleibt die Tragkonstruktion und die Ausfachung langfristig trocken. Wie alle Bisotherm-Steine ist auch der kalkgebundene Fachwerkstein hochwärmedämmend, frostbeständig und mit einem Dampfdiffusionswiderstand  $\mu$ -Wert von 5 – 10 diffusionsoffen. Durch seine Optik unterscheidet sich der kalkfarbene Stein allerdings von den anderen Bisovollsteinen für Außenwände.



Abmessung:	24,0 cm / 14,0 cm / 11,5 cm
Für die Wanddicken:	11,5 cm, <b>14 cm</b> und 24 cm
Format:	2 NF
Festigkeitsklasse:	2
Rohdichteklasse:	0,55
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R$ :	0,14 W/mK (LM 21)



## Fachwerk

Die Kombination alter vorhandener Holz-Bausubstanz mit zeitgemäßen Wandbaustoffen stellt objektbezogen die unterschiedlichsten Anforderungen an die bauphysikalischen Eigenschaften der Gefacheausmauerung und die Wirtschaftlichkeit. Bisotherm hat für jede Anforderung, bei einschaliger Ausfachung für beispielsweise historische Gebäude oder Ausfachung mit Hintermauerung für energetisch optimierte Gebäude, die wirtschaftliche Lösung mit bestmöglicher Wärmedämmung.

Die günstige kapillare Leitfähigkeit der kalkgebundenen Bisogreen-Wandbaustoffe reduziert die Belastung des Holzes durch die mögliche ausgleichende Aufnahme und Abgabe der Feuchtigkeit und trägt merklich zum guten Raumklima bei.

### Wärmedämmwerte für das Gefach

In der DIN 4108-2 findet man folgende Angaben für einschaliges, beidseitig verputztes Mauerwerk ohne Holzanteil, die bei den Angaben der nachfolgenden rechenbeispielen verwendet wurden:

innen mit 60 mm Dämmputz ( $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$ ), außen 20 mm mineralischer

Leichtputz ( $\lambda = 0,25 \text{ W/mK}$ ,  $14 \text{ kg/m}^2$ ) bzw. 20 mm Wärmedämmputz ( $\lambda = 0,09 \text{ W/mK}$ )

**Tab A4: Festigkeitsklasse 2, Rohdichteklasse 0,55,  $\lambda = 0,14 \text{ W/mK}$**

Wanddicke (ohne Putz)	mit 2 cm mineral. Leichtputz		mit 2 cm Wärmedämmputz	
	Wärmedurchlasswiderstand	U-Wert	Wärmedurchlasswiderstand	U-Wert
[cm]	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]
Bisotherm				
10,0	1,46	0,61	1,60	0,56
11,5	1,57	0,57	1,71	0,53
14,0	1,75	0,52	1,89	0,49
Bisogreen				
11,5	1,57	0,57	1,71	0,53
14,0	1,75	0,52	1,89	0,49

**Tab A5: Festigkeitsklasse 4, Rohdichteklasse 0,65,  $\lambda = 0,16 \text{ W/mK}$**

Wanddicke (ohne Putz)	mit 2 cm mineral. Leichtputz		mit 2 cm Wärmedämmputz	
	Wärmedurchlasswiderstand	U-Wert	Wärmedurchlasswiderstand	U-Wert
[cm]	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[W/m <sup>2</sup> K]
Bisotherm				
10,0	1,37	0,65	1,51	0,59
11,5	1,47	0,61	1,61	0,56
14,0	1,62	0,56	1,76	0,52
17,5	1,84	0,50	1,98	0,46



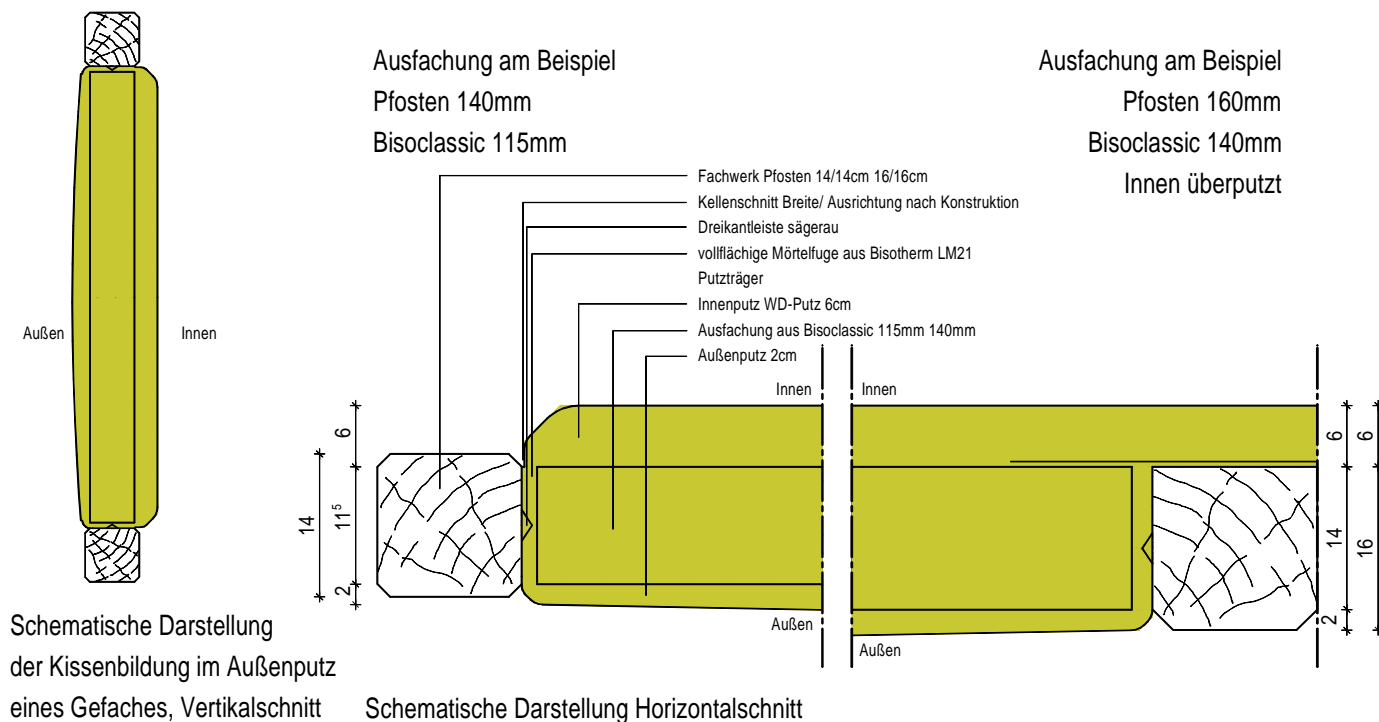
## Fachwerk

### Die einschalige Ausfachung historischer Gebäude mit Bisotherm

Die Darstellung zeigt Beispiele einschaliger Fachwerkaufbauten, wie sie in der Sanierung ausgeführt werden können. Diese Konstruktionen werden gewählt, wenn die Wanddicke möglichst schlank gehalten werden soll.

Bei der links dargestellten Ausführung bleiben die Balken an der Wandinnenseite und der Wandaußenseite sichtbar, so bleibt das Fachwerk als charakteristischer Gesamtausdruck des Bauwerks im Inneren und Außen erhalten.

Trotz der geringen Wanddicke werden bei diesen Ausfachungen mit den Bisotherm - Vollsteinen günstige Wärmedämmwerte erzielt (siehe Tabelle A4 + A5). Weitere Verbesserungen sind mittels Auftragen von bis zu 10 cm Dämmputz möglich, dann sollte allerdings der mögliche Tauwasserausfall berechnet werden.



Die Ausfachung mit Bisotherm-Vollstein 11,5 cm beispielsweise erreicht einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von  $U = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$  im Gefach- und  $U = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$  im Holzbereich, daraus resultiert, je nach Flächenanteil der U-Wert für die gesamte Wandkonstruktion.

Die Anforderungen der DIN 4108-2 hinsichtlich des Mindestwärmeschutzes werden so in der Regel eingehalten.

Bei sehr starker Schlagregenbelastung sollte mittels einer bauphysikalischen Betrachtung eine Prüfung des klimabedingten Feuchteschutz nach DIN 4108-3 vorgenommen werden.



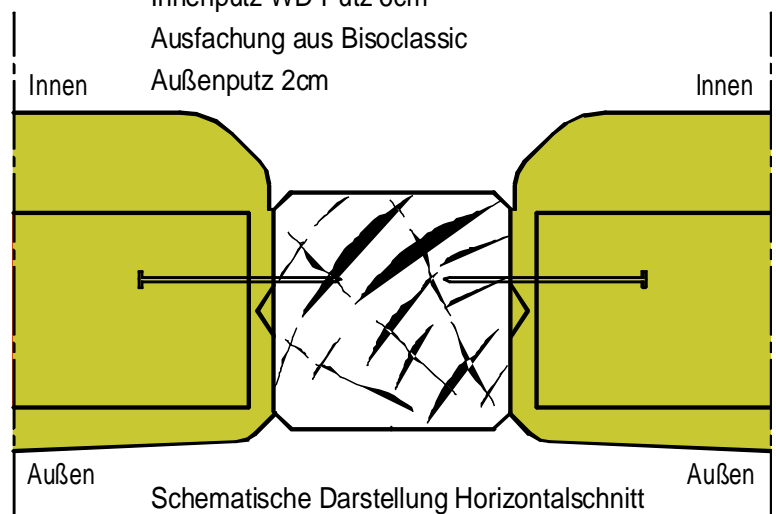
## Fachwerk

Die Anforderungen der aktuell gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV 2016) können bei einschaliger Ausführung als Sichtfachwerk nicht eingehalten werden. Eine Fachwerkwand ist aufgrund des Feuchteprozesses und der meist fehlenden durchgehenden Wetterschutzschicht ein Sonderfall. Hierfür kann § 24 Ausnahmen der EnEV angewendet werden. Auf Antrag kann das Vorhaben vom Planer von den Anforderungen befreit werden, wenn es sich um ein Baudenkmal oder sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz handelt. Auszug der nichtamtlichen Lesefassung: „Soweit bei Baudenkmalern oder sonstiger besonders erhaltenswerter Bausubstanz die Erfüllung der Anforderungen dieser Verordnung die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigen oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen, kann von den Anforderungen dieser Verordnung abgewichen werden.“

Je ungünstiger die Randbedingungen wie z.B. Holz- und Gefacheschwund, desto sorgfältiger muss die Ausbildung des Details Holzkonstruktion / Gefach ausgeführt werden. Nach Pfefferkorn, „Schäden an Fachwerkkonstruktionen“ ist nach dem derzeitigen Stand der Technik allein die Lösung mit der Dreikantleiste im Stande, eine sichere Verankerung und die bestmögliche Abdichtung gegen Wind und Schlagregen zu gewährleisten. Zusätzlich können verzinkte Nägel die Anschlusssituation ergänzen. Der Außenputz ist bündig mit der Holzkonstruktion abzuschließen. Ist dies nicht möglich, ist der Putz abzuschrägen. Wichtig ist dabei das Auslaufen der Putzkante auf der Holzkante.

### Ausführung mit verzinkten Nägeln

- Fachwerk Pfosten mit Waldkante
- Kellenschnitt Breite/ Ausrichtung nach Konstruktion
- Dreikantleiste sägerau
- verzinkter Nagel  $\geq 60\text{mm}$  zusätzlich in Lagerfuge
- vollflächige Mörtelfuge aus Bisootherm LM21
- Innenputz WD-Putz 6cm
- Ausfachung aus Bisoclassic
- Außenputz 2cm

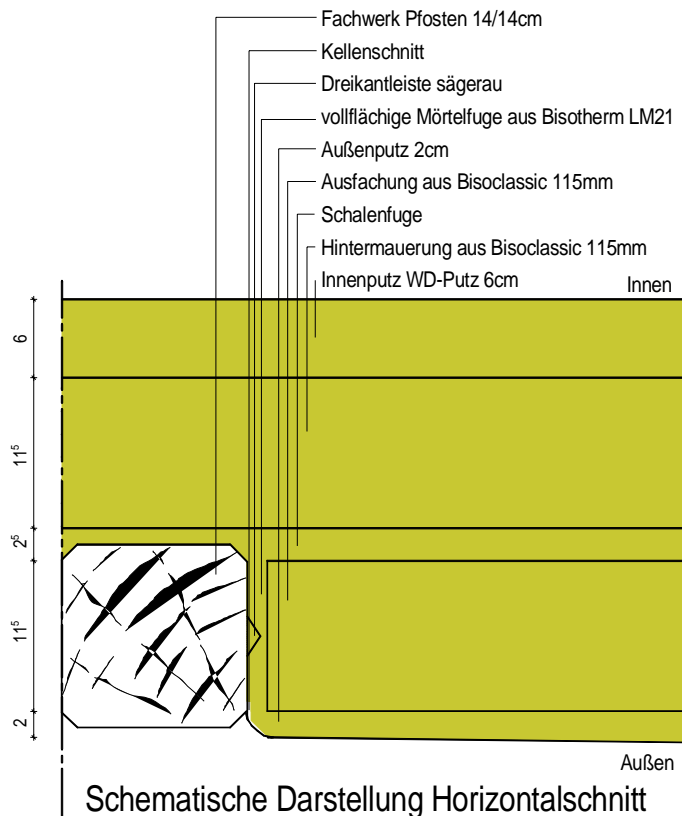


**Tab A6: Steinabmessungen Bisoclassic Vollsteine für die Ausfachung von Fachwerk**

Format	Abmessungen l / b / h [mm]	Für Wanddicken von [mm]								
		60	71	100	115	140	175	190	240	300
	300 / 240 / 60	X							X	X
NF	240 / 115 / 71		X		X				X	
2 DF	240 / 113 / 115				X				X	
2 NF	240 / 115 / 140				X	X			X	
3 DF	240 / 115 / 175				X		X		X	
	490 / 100 / 190			X				X		
5 DF	300 / 240 / 115				X				X	X
6 DF	365 / 240 / 115				X				X	
8 DF	490 / 240 / 115				X				X	



### Mehrschichtige Fachwerkkonstruktion mit Schalenfuge



Die Darstellung zeigt einen mehrschaligen Fachwerkaufbau. Diese Konstruktion wird gewählt bei ausreichend großem Innenraum und bei Anforderung nach einem sehr guten Wärmeschutz.

Hierbei bleibt das Fachwerk von außen sichtbar, das Bauwerk behält seinen typischen Charakter und hat im Inneren die Funktionalität eines Hauses mit entspr. Wärme- und Schallschutz.

Durch die zwischenliegende Schalenfuge kann eindringende Feuchtigkeit durch Risse im Übergangsbereich Holzkonstruktion / Ausfachung aufgenommen und vom Holz weggeleitet werden.

Diese Möglichkeit ist vor Ausführung im Besonderen hinsichtlich der Tragfähigkeit der Decken zu prüfen.

Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 (im Bereich des Gefachs ein Wärmedurchlasswiderstand  $R_G \geq 1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) können so in der Regel eingehalten werden. Der Wasserdampf-Diffusionswiderstand der Innendämmung einschließlich der inneren Bauteilschichten sollte nach WTA-Forderung einen  $s_d$ -Wert mindestens 0,5 m haben und höchstens von 2,0, um das Austrocknungsverhalten nach innen zu ermöglichen. Der  $s_d$ -Wert dieser Konstruktion liegt mit  $s_d = 0,78 \text{ m}$  innerhalb der beiden Grenzwerte.

Aufgrund des hohen Fugenanteils zwischen Fachwerk und Ausfachung ist die Fachwerkwand sehr anfällig gegen Schlagregen, da aufgrund von Temperaturspannungen eine schlagregendichte Ausführung nicht möglich ist. Besonders wichtig ist, dass möglichst wenig Wasser eindringen kann. Dies wird beispielsweise durch den vorstehenden Putz gewährleistet, der ein Abtropfen des Regens bewirkt. Die anfallende Feuchtigkeit muss über die Wand wieder austrocknen können, um die tragenden Holzbauteile zu schützen. Bisootherm Vollsteine mit Leichtmörtel und Dämmputze sind dafür bestens geeignet. Luftschichten, Mineralfaserplatten sowie PS-/ PU-Schaumplatten unterbrechen dagegen den Feuchtigkeitstransport und können langfristig die Gebäude schädigen.

Dichtstoffe wie beispielsweise Silikon oder Kompribänder sind zur Abdichtung der Fugen zwischen Ausfachung und Holzkonstruktion als dauerhafte Maßnahmen nicht geeignet.

Die luftdichte Schicht wird vom Innenputz gebildet, luftdichte Anschlüsse mit Trockenbauwänden sind sehr schwierig und deshalb nicht zu empfehlen.