

Thermisch getrennte Holzträger

Teil 1: Ständer und Sparren mit hölzernen Stegen

Der Vormarsch des Passivhausstandards und anderer energieeffizienter Haustypen erfordert Dämmdicken, die jenseits von dem liegen, was in den Hohlräumen konventioneller Holzrahmenbauquerschnitte unterzubringen ist. Unser erster Systemvergleich (Heft 5/2001) zeigte zwei Wege um die wärmetechnischen Zielwerte zu erreichen: Entweder die Aufrüstung konventioneller Tragwerke mit zusätzlichen Innen- und/oder Außendämmungen oder der Einsatz von Holz(steg)trägern. Letzteres kann den Holzbau wieder einfacher machen: Eine Dämm- und Konstruktionsebene plus Beplankungen und fertig ist die Gebäudehülle. Ganz so einfach ist die Wirklichkeit nicht, wie aus Sicht der Tragwerksplanung die Artikelserie „Starke Leichtgewichte“ von Stefan Winter und Holger Schopbach in dieser Zeitschrift zeigte (Heft 5/2001 sowie 1- und 3/2002). Auch der Anspruch einer wärmebrückenfreien Gebäudehülle ist nicht mit jedem Trägersystem gleichermaßen erfüllbar. Die Anisotropie der Wärmeleitung z. B. in den OSB-Stegen wirkt sich deutlich aus. Bei anderen Systemen bleibt die Frage offen, welche Auswirkungen die punktuellen Wärmebrücken durch Stahlblechverbinder hervorrufen. In dieser Artikelserie werden wir die verschiedenen Angebote der wärmetechnischen Detailprüfung unterziehen und mit zwei- und dreidimensionaler Wärmebrückenberechnung Informationslücken schließen.

Bauen mit Holzstegträgern hat Geschichte

Schon in den frühen 80er-Jahren entwickelte der schwedische Holzkonzern Masonite zusammen mit Baufirmen und Forschern ein Holzbausystem mit Stegträgern. In der international bekannten Niedrig-EnergieHaus-Siedlung in Täby (Mittelschweden) wurde 1985 nicht nur der Nachweis erbracht, dass die NE-Bauweise auch beim Einfamilienhaus funktioniert, sondern auch gezeigt, dass Häuser mit diesem Bausystem preiswerter als herkömmliche schwedische Neubauten zu erstellen sind. Die Dämmstärken (und damit die Trägerhöhen) betrug schon damals 300 mm in den Außenwänden und bis zu 500 mm auf den Kehlbalckendecken. Der gemessene Heizwärmebedarf lag unter 50 kWh/m²a.

Das verwendete Produkt bestand aus einem festigkeitssortierten Vollholzquerschnitt (60 * 47 mm) für Ober- und Untergurt und einer eingeleimten Hartfaserplatte. In den frühen 90er-Jahren versuchte der Zellulose-Hersteller Isofloc sich mit der Vermarktung dieses skandinavischen Produkts als „Nordex-Balcken“, scheiterte aber, weil der Markt für eine ausreichende Nachfrage noch nicht reif war. Diese Voraussetzungen haben sich seit den späten 90ern durch das exponentielle Wachstum der Passivhausbaustellen grundlegend geändert.

Abb. 1:
Vor über 20 Jahren:
Bau der NEH- Siedlung in Täby
(Schweden) mit Masonite-
Holzstegträgern.
Quelle: [Lättbygg 1985]



Autor:
Robert Borsch-Laaks,
Sachverständiger für
Bauphysik, Aachen



Abb. 2:
Vorfertigung von Wandelementen mit Holzstegträgern.
Foto: Fa. Finnforest, Bremen

Ein aktueller Marktüberblick

Die alten „Nordex-Balken“ gibt es nach wie vor auf dem deutschen Markt, seit einigen Jahren als Agepan-Träger von Fa. Glunz. Dieser Träger ist nach wie vor der einzige der mit Vollholzgurten arbeitet und einen Steg aus nur 8 mm dicken Hartfaserplatten hat.

Die zunehmende Nachfrage ließ den europäischen Markt auch für einen großen amerikanischen Hersteller (Trust Joist Mac Millan) interessant werden. Im amerikanischen Holzbau werden TJI-Stegträger mit hohem Marktanteil insbesondere bei Decken eingesetzt (auch über Kriechkeller oder zum i. d. R. nicht ausgebauten Dachgeschoss hin).

Die FJI-Träger (von Finnforest (Abb. 2)) sind den TJI nicht nur vom Namen her zum Verwechseln ähnlich, sie haben auch den Steg aus 10 mm OSB-Platten gemeinsam und vergleichbare Dimensionen. Beide Trägertypen verwenden als Gurte Furnierschichthölzer (Kerto S bzw. Microlam).

Gutes aus deutschen Landen

Das Ziel eine vollständige Entkopplung zwischen innerem und äußerem Ständer zu erreichen, brachte in den letzten Jahren zwei spezielle süddeutsche Produkte auf den Markt:

- Die PN-Dämmständer und -sparren der Fa. Kaufmann, Oberstadion (Abb. 3), bei denen le-

Abb. 3:
PN Dämmständer und -sparren. Leimfrei verdübelt = wärmebrückenfrei entkoppelt.
Foto: Fa. Kaufmann, Oberstadion



Anzeige



FINNROOF-DACHSYSTEM

einfach intelligent bauen

FinnRoof stellt eine optimale Lösung für Neubau und Sanierung bei hochgedämmten Dachkonstruktionen dar. Höchster Wärmeschutz, passgenaue Elementfertigung, Bausatz-Lieferung und umfangreicher Service sind nur wenige der vielen Vorteile dieses Dachsystems.

Wir sind Ihr kompetenter Partner im System-Holzbau!

Besuchen Sie uns auf der Messe:
27.04.-29.04.06 in Nürnberg
Halle 1, Stand 1-614

Finnforest Merk GmbH
Industriestraße 2
D-86551 Aichach
www.finnforest.de

+49 (0) 8251-908-0

**1. Deutsche
Ausbaumesse**
Essen • Nürnberg

finnforest merk



Abb. 4:
Aufrüstung einer Holzbauwand auf PH- Niveau durch vorgehängte U*psi Träger Typ F.
Foto: Fa. Lignotrend AG, Weilheim

diglich punktuelle Buchenholzdubel ($\varnothing 20$ mm, in 300 mm Abstand) ein „Warmebruckchen“ darstellen, und

- die U*psi Ständer von Lignotrend koppeln die inneren und äußeren Hölzer mit eingeleimten, 105 bis 134 mm breiten und 20 mm dicken Verbindungsbrettern im Abstand von 342 mm.

Beiden Systemen ist gemeinsam, dass der Holzbauer hiermit umgehen kann wie im klassischen Holzrahmenbau. Die inneren Vollholzstander sind so dimensioniert, dass übliche Vertikallasten abgetragen werden und mit einer inneren

Tabelle 1: Warmetechnischer Vergleich Holzträger (zweidimensional berechnet mit Therm 5.2)

		U _m - Wert W/m ² K	Relativ
1	Nur Dämmung u. Beplankung (Gefach)	0,105	100%
2	Mit Gurten (58*39 mm), ohne Steg	0,107	102%
3.1	Steg 10 mm OSB, $\lambda = 0,13$ W/mK	0,110	106%
3.2	Steg 10 mm OSB, $\lambda = 0,29$ W/mK	0,116	111%
4	PN Dämmständer	0,118	113%
5.1	Zum Vergleich: Vollholz, b= 60mm	0,124	119%
5.2	Vollholz, 60*240 mm + WDVS, 120 mm	0,115	110%

Randbedingungen: 15 mm OSB + 10 mm Gipsplatte (innen), 15 mm MDF (außen), R_{si}, R_{se}= 0,13 m²K/W, 360 mm Dämmung WLG 040, Achsma 625 mm

Holzwerkstoffplatte ausgesteift werden kann. Die Querschnitte betragen bei den Kaufmann-Ständern 60 * 120 mm und den zugehörigen Dammsparrn 60 * 160 mm.

Das Lignotrendprodukt kommt mit einem 60 * 100 mm Innenstander aus. Eine spezielle Schwelle (Se*si) aus vertikal stehenden Brettschichtholzern (natürlich ebenfalls thermisch getrennt) gehört zum System (besonders interessant für den mehrgeschossigen Holzrahmenbau).

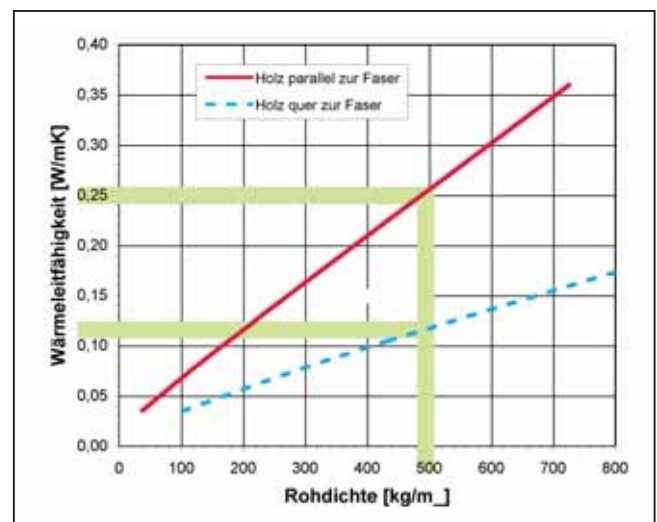
Wie weit entfernen wir uns vom Ideal?

Die Bezugsgröße für den Warmebruckeneffekt des Tragwerks ist der Gefach-U-Wert. Wie weit verschiedene praktische Wandtypen sich von diesem Ideal entfernen zeigt Tabelle 1. Wir setzen den Gefach-U-Wert

einer einschaligen Wandkonstruktion mit 360 mm Stärke (U= 0,105 W/m²K) gleich 100%. Gurte in den kleinen Abmessungen, wie sie für die Stegträger verwendet werden, erhöhen die Wärmeverluste nur um 2%.

Werden Ober- und Untergurte mit einem dünnen Holzwerkstoffsteg verbunden, so würde man auf den ersten Blick keine nennenswerte Verschlechterung erwarten, da übliche Holzwerkstoffplatten ähnliche λ -Werte wie Vollholz aufweisen.

Abb. 5:
Wärmeleitfähigkeit von Holz quer und senkrecht zur Faserichtung
Quelle: [Niemz, 1993]



Anzeige

Auwärter
Anhänger und Aufbauten GmbH

1. Deutsche Ausbaumesse
Nürnberg
27.-29.4.2006, Stand-Freigelände
Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Lagern Wechseln Transportieren

TeleCargoSysteme – effizient transportieren

- ▶ Wechselsysteme für Tandem- und Sattelanhänger
- ▶ Plattform- oder Tiefbettladeflache für Wandelemente bis 3,8 m Höhe
- ▶ Teleskop-Zugrohr mit integriertem Patent-Leitungsroller, Ladungslangen bis 18 m
- ▶ Zul. Ges. Gew. von 9.200 kg - 36.000 kg

X-LTL
X-Line
X-STU

Auwärter Anhänger und Aufbauten GmbH · Harlachhammer 2 · D-95679 Waldershof
Fon: +49 (0)9234 9914-0 · Fax: +49 (0)9234 9914-23 · mail@auwaerter.com · www.auwaerter.com

Mittlerweile hat sich jedoch in der Fachwelt (bis in die Normenausschüsse) herumgesprochen, dass Holz und Holzwerkstoffplatten auch wärmetechnisch ein anisotropes Verhalten aufweisen. Zu deutsch: In Faserrichtung sind nicht nur Tragfähigkeit und Quellverhalten anders als quer zur Faser. Die Abbildung 5 zeigt aus dem Standardwerk von [Niemz 1993] die Abhängigkeit des λ -Wertes von Faserrichtung und Rohdichte. Legt man den Faktor 2,2 aus der DIN 4108-4: 1998 zugrunde, so steigt die Wärmeleitfähigkeit der OSB-Stege auf 0,29 W/mK (vgl. Gerrit Horn in Heft 6/2003).

Die Gesamtwärmeverluste erhöhen sich gegenüber dem Gefach-U-Wert immerhin um 11 % (Zeile 3.1). Bei isotroper Berechnung (also mit $\lambda_{\text{Steg}} = 0,13$ W/mK) wäre der Effekt nur

halb so groß (Zeile 3.2). Deshalb ist es lobenswert, dass im neuen Wärmebrückenkatalog zum Frameworks®-System mit TJI grundsätzlich die Anisotropie der Stege berücksichtigt wurden.

Unklar ist die Situation bei den Hartfaserstegen. Prüfergebnisse für die Leitfähigkeit in Plattenebene gibt es bislang nicht, was aber nicht heißt, dass die Effekte bei diesem Plattentyp nicht ebenfalls vorhanden sind. Solange kein gegenteiliger Nachweis erfolgt ist es empfehlenswert, auf der sicheren Seite kalkulierend den üblichen λ -Wert quer zur Plattenrichtung (0,17 W/mK) mit 2,2 zu multiplizieren.

Eine kleine Rechenhilfe für die Ermittlung des mittleren U-Werts

Die praktische Berechnung von Wand- und

Dachkonstruktionen mit Stegträgern ist recht aufwändig. Es müssen zusätzliche Schnitte und unterteilte Dämmebenen eingegeben werden. Wenn Stegträger als Haltekonstruktion für gedämmte Vorhangfassaden verwendet werden (z. B. System Kölner Holzhaus, siehe Heft 6/2000), überschreitet man die Grenzen dessen, was gängige Berechnungsprogramme leisten können. Was der Planer braucht, ist ein äquivalenter λ -Wert für den Träger mit allen seinen Bestandteilen bis hin zur Flankendämmung.

Als Erster hat der Hersteller Lignotrend für seine U*psi-Ständer solche λ_{eq} -Werte ermittelt und in die technischen Unterlagen aufgenommen. Wenn solcherlei vorliegt, kann man bei der U-Wert-Berechnung den Träger wie einen Vollholzbalken glei-

cher Breite und Höhe behandeln.

Ein besonderer Charme des λ_{eq} -Wertes besteht darin, dass direkt erkennbar wird, ob und in wie weit der Träger wärmetechnisch besser ist als ein Vollholzquerschnitt mit $\lambda = 0,13$ W/mK. Wir haben mit Hilfe von zweidimensionaler Berechnung mit dem Wärmebrückenprogramm „Therm 5.2“ solche äquivalente λ -Werte für verschiedene Trägertypen ermittelt und in Abb. 6 grafisch dargestellt.

Äquivalente λ -Werte für Holzträger

Da sich FJI- und TJI-Träger sehr ähneln, sind diese für zwei verschiedene Gurtbreiten gemeinsam dargestellt. Eine erfreuliche Erkenntnis aus dem Verlauf der Kurven ist: Der λ -Wert sinkt mit wachsender Trägerhöhe. D. h. der Trägerbe-

Anzeige

Der Dämmstoff für Passivhäuser!



OMEGA Schalungsbahn
 OMEGA Winddichtung
 AIRSTOP Dampfbremse
 AIRSTOP Dichtmasse Sprint
 Butyl Dehnflex
 AIRSTOP Luftdichtungsmanschetten
 AIRSTOP Klebeband
 AIRSTOP Fensterband

Unser aktuellstes Projekt:
 Samermösl, Österreichs größte Passivhauswohnanlage in
 Holzbauweise mit Isocell Zellulosedämmung gedämmt.

Fordern Sie unsere
 Unterlagen an.
 Wir informieren
 Sie gerne.

ISOCELL

Vertriebsges.m.b.H

A-5202 Neumarkt am Wallersee, Bahnhofstraße 36
 Telefon: (+43 6216) 4108 Fax: (+43 6216) 7979
 E-Mail: office@isocell.at www.isocell.com



Luftdichtheitssysteme

Zellulosedämmung

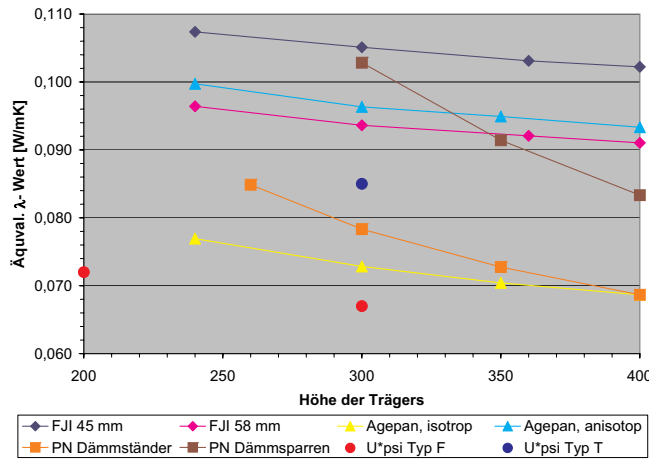


Abb. 6: Äquivalente λ - Werte für verschiedene Holzträger in Abhängigkeit von der Trägerhöhe. Hinweis: Zur Gesamtbewertung des WB- Effektes muss die Breite der Träger berücksichtigt werden. Diese beträgt bei FJI/ TJI wie angegeben, bei allen anderen 60 mm

Abb. 7: Isothermen und äquivalenter λ - Wert bei einem unvollständig ausgedämmten Holzstegträger mit 360 mm Höhe/Tiefe

reich wird überproportional besser als die reine Dicken-erhöhung erwarten lässt.

Für den Agepan-Träger mit Hartfasersteg ergeben sich zwei Kurven als Grenz-betrachtungen, da die Frage der Anisotropie dieses Materials bislang nicht geklärt ist.

Die Schweden-träger haben zwar höhere Gurt-dicken und höheres Steg- λ ,

aber die geringere Stegbreite kompensiert diesen Effekt. Würde sich der Anisotropie-Faktor 2,2 auch bei diesem Produkt bewahrheiten, dann würden sie allerdings aus diesem Grund als Verlierer aus dem Vergleich hervorgehen.

Für die Vollholzprodukte aus dem deutschen Süden ist die äquivalente Wärmeleitfähigkeit wesentlich davon abhängig, wie groß der Querschnitt des inneren Ständers gewählt wird. Die U*psi-Fassaden-träger bzw. Kontersparren mit 300 mm Tiefe und zwei 40-mm-Gurten erreichen den Bestwert $\lambda_{eq} = 0,067$ W/mK, also etwa die Hälfte eines Vollholzquerschnittes.

Bei größeren Dimensionen der Hölzer kann der Wert aber auch auf 0,103 W/mK steigen, z. B. bei PN-Dämm-sparren.

Wie wird gedämmt?

Holzstegträger bieten ideale Voraussetzungen für den Einsatz von Einblasdämmstoffen. In diesem Fall werden die Rücksprünge im Bereich der Stege einfach mitgedämmt. Der Aufwand, für beide Stegflanken Dämm-matten zuzuschneiden und einzulegen, wird in der Praxis vielfach gescheut. Die Hoffnung, dass Klemmfilze den Hohlraum durch Expansion füllen könnten, kann zu fatalen Fehleinschätzungen führen.

Das Isothermenbild der zweidimensionalen Wärmebrückenberechnung in Abb. 7 zeigt dies. Wenn sich Hohlräume ergeben, die von der warmen zur kalten Seite durchgehen, so kann äquivalente Wärmeleitfähigkeit schlechter werden als bei einem Vollholzquerschnitt. Das dargestellte Beispiel erreicht bei $e = 625$ mm praktisch nur noch einen mittleren U-Wert von $0,14$ W/m²K, ist also rund 20% schlechter als das Ergebnis bei Voll-dämmung!

Fazit: Es gibt immer noch zwei Wege

Die Bemühungen um die thermische Entkopplung in hochgedämmten Holzbauhüllen können durch die Auflösung von Vollholzquerschnitten zu Stegträgern vorangebracht werden. Die markt-gängigen Systeme vermindern den Wärmebrückeneffekt gegenüber Vollholzbalken (vgl. Tab. 1 Zeile 5.1). Hierdurch wird es möglich, auch einschalige Konstruktionsweisen in vorelementierter Bauweise umzusetzen.

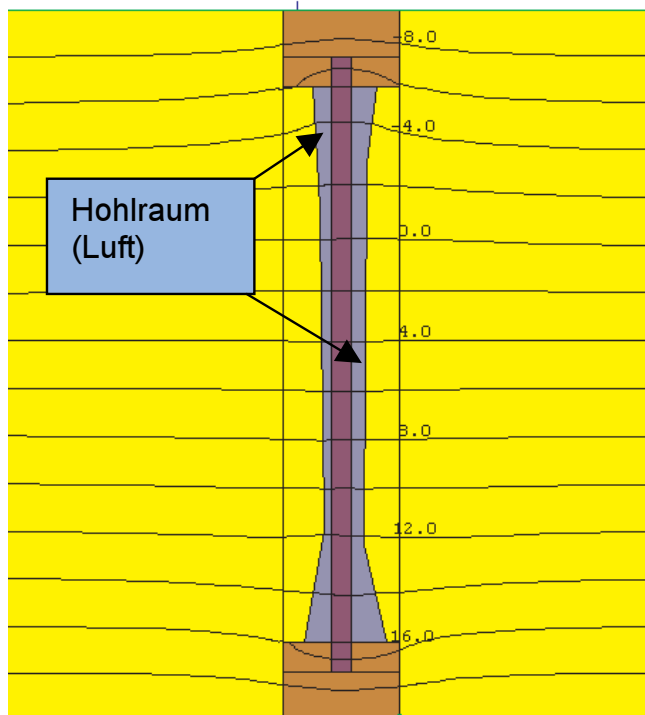
Eine gleichwertige Reduzierung der Wärmebrücke „Ständer/Sparren“ kann allerdings auch durch die Kombination von konventionellem Tragwerk und einem wärmebrückenfreien, außen liegenden Dämmsystem (z. B. WDVS an der Wand bzw. dicke Unterdeckplatten im Dach) erreicht werden (vgl. Tab 1, Z. 5.2).

Welche Bauweise am Ende in der Gesamtabrechnung die wirtschaftlichere ist, hängt von vielen weiteren Faktoren ab. Die Abteilung „Wärme“ der Bauphysik kann beiden Ansätzen eine bestmögliche Reduzierung der Wärmebrückeneffekte attestieren.

Literaturverweise

- [Feist 1986] Wolfgang Feist: Niedrigenergiehäuser in Dänemark und Schweden. Darmstadt (Institut Wohnen und Umwelt) 1986.
- [Lättbygg 1985] Lättbygg 85: Ett nytt och enkla-re sätt att bygga smahus, Stockholm 1985.
- [Niemz 1993] Peter Niemz: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, DRW Verlag Leinfelden 1993.

Holzstegträger (unvollständig gedämmt)



$\lambda_{eq, \text{Träger}} = 0,218 \text{ W/mK !}$