

2. Rahmenmaterialien

Autoren: Christiana Meyer, Rainer Kemner

Das Kapitel Rahmenmaterialien behandelt im Hinblick auf die steigenden Anforderungen der Energieeinsparverordnung in seinen einzelnen Abschnitten die folgenden Leitfragen:

- Welche Materialien mit welchen Eigenschaften können in Zukunft für besser wärmedämmende Fensterkanten eingesetzt werden?
- Welche grundsätzlichen Kantelaufbauten bezüglich der vorgestellten Materialien gibt es und wie werden diese im Fensterbau umgesetzt?
- Welche Besonderheiten müssen bei Auswahl und Einsatz eines bestimmten Rahmenmaterials bei Fensterproduktion beachtet werden?
- Mithilfe welcher Rahmenmaterialien kann eine Fensterkante so modifiziert werden, dass ein Einfachfenster die U_w -Werte von $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ oder $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht?

2.1 Marktübersicht

- 2.1.1 Thermisch modifiziertes Holz
- 2.1.2 Chemisch modifiziertes Holz
- 2.1.3 Kork
- 2.1.4 Polyurethanschaum
- 2.1.5 Mineralischer Dämmstoff (Spaceloft®)

2.2 Anwendung

- 2.2.1 Anwendung - Laminat
- 2.2.2 Anwendung - Verbund
- 2.2.3 Anwendung - Schichten

2.3 Schnittstellen

- 2.3.1 Schnittstellen zu Kapitel 1 - Fenstersystem
- 2.3.2 Schnittstellen zu Kapitel 4 - Maschinen- und Fertigungskonzept
- 2.3.3 Schnittstellen zu Kapitel 5 - Werkzeuge
- 2.3.4 Schnittstellen zu Kapitel 6 - Beschichtung
- 2.3.5 Schnittstellen zu Kapitel 7 - Beschläge
- 2.3.6 Schnittstellen zu Kapitel 9 - Dichtungsprofile
- 2.3.7 Schnittstellen zu Kapitel 10 - Glas und Verglasung

2.4 Auswahlkriterien / Lasten- und Pflichtenheft

2.5 Praxisbeispiele

- 2.5.1 Ausgangssituation
- 2.5.2 Zielfindung
- 2.5.3 Methoden der U_w -Wert-Ermittlung
- 2.5.4 Methoden der U_f -Wert-Ermittlung
- 2.5.5 Beispielberechnungen
- 2.5.6 Fazit

2.6 Anhang

2.1 Marktübersicht

Die für den Fensterbau geeigneten Holzarten finden sich in der VFF-Merkblatt-Reihe HO.06 Holzarten für den Fensterbau beschrieben. Zusätzlich gibt es eine Vielzahl weiterer Materialien, die in Fensterkanteln zum Zweck einer besseren Wärmedämmung eingesetzt werden. Eine erste Übersicht über diese Materialien soll Tabelle 1 im Anhang dieses Kapitels geben. Vier gängige, im Fensterbau bewährte Hölzer (Fichte, Kiefer, Eiche und Meranti), dienen dabei als Vergleichsmaßstab für Thermoholz (hier Thermofichte), chemisch modifiziertes Holz (Belmadur® und Accoya®) und reine Dämmstoffe (Kork, Polyurethanschaum und mineralische Dämmstoffe).

Im Folgenden sollen diese Materialien aus der Perspektive der Herstellung, der technischen Eigenschaften und der Bearbeitbarkeit für den Einsatz im Fensterbau näher erläutert werden. Da die Eigenschaften der "normalen" Hölzer als hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden, sind diese in den weiteren Ausführungen vernachlässigt.

2.1.1 Thermisch modifiziertes Holz

Die Idee der thermisch modifizierten Hölzer (kurz Thermohölzer) ist die, ein Holz durch eine thermische Behandlung so zu verändern, dass eine geringere Feuchtaufnahme erreicht wird. Das mindert wiederum das holztypische Quellen und Schwinden und wirkt so positiv auf die Dauerhaftigkeit, Dimensionsstabilität und das Stehvermögen des Holzes.¹ In der Studie di-sta der deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V. wurde eine Verbesserung des Quell- und Schwindverhaltens für die getesteten Thermohölzer zwischen darr trockenem und wassergesättigtem Zustand von 35 bis 50% erreicht.

Zur Behandlung ist im Grunde jedes Holz geeignet. Die Behandlung erfolgt allein durch die Einwirkung von Wärme. Hierbei wird das Schnittholz in Kammern, bei reduziertem Sauerstoffgehalt, auf eine Temperatur zwischen 160° und 230°C erhitzt. Das Quellen und Schwinden reduziert sich umso mehr, je intensiver behandelt wird. Dies äußert sich unter anderem im Farbton: Je dunkler das Holz, umso länger und/oder wärmer wurde es behandelt.

Aufgrund der Behandlung sinkt die Dichte des Holzes, was die Wärmedämmung verbessert, aber einige mechanische Eigenschaften verschlechtert. Die Biegefestigkeit, der E-Modul, die Härte und vor allem die Bruchschlagarbeit nehmen ab.² Auch muss beachtet werden, dass die thermische Behandlung keinen Schutz gegen Bläuepilze bietet.

Beim Einsatz von Thermoholz muss darauf geachtet werden, dass es sich dabei um eine für den Fensterbau geeignete Variante handelt (Eignungsnachweis, Prüfzeugnis, VFF-Merkblatt HO.06-4 Holzarten für den Fensterbau - Teil 4: Modifizierte Hölzer³), da sich die einzelnen Hölzer je nach Behandlungsintensität stark in ihren Eigenschaften unterscheiden.

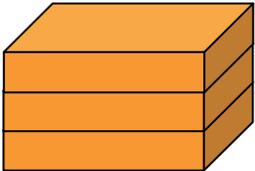
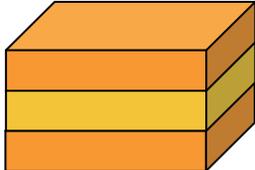
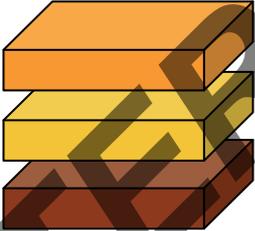
**VFF-Merkblatt HO.06-1:
Holzarten für den Fensterbau**
Teil 1:
Eigenschaften, Holzartentabelle
Holzarten zur Herstellung
maßhaltiger Bauteile
(Fenster, Außentüren)

**VFF-Merkblatt HO.06-4
Holzarten für den Fensterbau**
Teil 4:
Modifizierte Hölzer

2.2 Anwendung

Die in Abschnitt 2.1 beschriebenen Rahmenmaterialien können folgendermaßen angewendet und kombiniert werden (siehe Tab. 2.2):

- Laminat; mehrschichtig verklebt
- Verbund; mehrschichtig verklebt
- Schichten; verklebt oder mechanisch verbunden

Aufbau	Modell	Verbindung
Laminat Alle Lagen aus Holz		verklebt
Verbund Decklagen aus Holz, Mittellage aus unterschiedlichen Werkstoffen		verklebt
Schichten Lagen aus Holz oder Dämmstoff		verklebt und / oder me- chanisch ver- bunden

Tab. 2.2: Prinzipiell mögliche Aufbauten von Fensterkanten

(Quelle nach Tabelle 1 aus di-sta, Seite 22)

Ausgehend von diesen prinzipiellen Kantelaufbauten werden auf den folgenden Seiten beispielhaft Fenstersysteme dargestellt, an denen verdeutlicht werden soll, welche Materialien eingesetzt und welche Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters (U_w -Wert) erreicht werden.

Es werden nur Konstruktionen aus oder mit Holz in Einfachfenstern berücksichtigt; Verbund- und Kastenfenster werden nicht betrachtet.

2.3 Schnittstellen

2.3.1 Schnittstellen zu Kapitel 1 - Fenstersystem

Wird Dämmmaterial im Flügel- und/oder Blendrahmen eines Fenstersystems angeordnet, ersetzt es in der Regel den Werkstoff Holz an der jeweiligen Stelle. Weist der Dämmstoff andere **mechanische Eigenschaften** als Holz auf, kann es sein, dass bisherige Konstruktionsprinzipien nicht mehr gelten und die Funktionalität des gesamten Systems eingeschränkt wird.

mechanische Eigenschaften

- Stabilität (zul. Durchbiegung, E-Modul) prüfen und ggf. Profilierung anpassen
- Dimensionierung der Profilquerschnitte und Rahmenformate prüfen und ggf. anpassen
- Eckverbindungen (Schlitz/Zapfen/Konter/Dübel/Schraube, Verklebung) prüfen und ggf. anpassen
- Anordnung und Dimensionierung von Dämmstoffschichten prüfen und ggf. anpassen

2.3.2 Schnittstellen zu Kapitel 4 - Maschinen- und Fertigungskonzept

Die Konstruktion eines zusammengesetzten Fenstersystems, wie zum Beispiel ein klassisches IV 68 Fenstersystem mit vorgesetzter Dämmschale, kann veränderte oder zusätzliche **Arbeitsabläufe** erfordern.

Arbeitsabläufe

- Arbeitsabläufe und Arbeitsplätze prüfen und ggf. anpassen

Die Konstruktion von besser wärmedämmenden Fenstersystemen, sei es mit Vollholz oder mit integrierten Dämmstoffen, erfordert in der Regel größere Profildicken. Es kann vorkommen, dass **Maschinen und Werkzeuge** nicht in der Lage sind, diese zu bearbeiten.

Maschinen

- Umrüstung oder Neuanschaffung von Maschinen

Bei der Verarbeitung und beim Zerspanen von Dämmstoffen (in größeren Mengen) muss unter Umständen eine **Entsorgung** von Reststücken oder Spänen getrennt vom Holz erfolgen.

Entsorgung

- Gesetzeslage überprüfen
- Dämmstoffhersteller befragen und verbindliche rechtssichere Auskünfte einfordern (z. B. Prüfzeugnis, amtliche Stellungnahmen usw.)
- Abstimmung mit den Überwachungsbehörden (Gewerbeaufsicht, Umweltamt)
- Umrüstung oder Neuanschaffung von Maschinen

2.5 Praxisbeispiele

2.5.1 Ausgangssituation (Ist-Zustand)

Die berechneten U-Werte der Beispielfenster setzen eine betriebliche Einrichtung voraus, wie sie in den im Kapitel 4.5 Maschinen- und Fertigungskonzept unter C3 und D näher beschrieben sind. Zentrales Element ist hier ein stationäres CNC-Bearbeitungszentrum, das mit einer entsprechenden Werkzeugausstattung Fenster von über 90 mm Dicke fertigen kann. Das ebenfalls beschriebene IV 78-Fenstersystem (auch mit Airotherm®-Kanteln) kann aber in der Regel mit jeder beliebigen Maschinenausstattung hergestellt werden, sofern die Werkzeuge dafür ausgelegt sind.

2.5.2 Zielfindung (Soll-Zustand)

• Welche Fenstersysteme sollen gefertigt werden?

Das Beispiel-Unternehmen hat ausschließlich Erfahrung mit der Produktion von Einfachfenstern und möchte auch weiterhin Einfachfenster fertigen. Durch den flexiblen Maschinenpark ist die Bearbeitung von Kanteln bis zu einer Dicke von 110 mm zukünftig möglich.

• Soll ein neues Fenstersystem entwickelt werden oder vorhandene Systeme modifiziert werden?

Da im Unternehmen nur ein IV 68-Fenstersystem vorhanden ist, müssen zwangsläufig ein oder mehrere Fenstersysteme neu entwickelt werden. Das Unternehmen hat sich dafür entschieden, nur Fenstersysteme aus der Kategorie 1 (Laminat) oder Kategorie 2 (Verbund) zu verwenden. Es kommen also nur Vollholz- oder modifizierte Kanteln zum Einsatz.

• Welche U_w -Werte sollen erreicht werden?

Das Unternehmen möchte ein Fenstersystem mit einem U_w -Wert von $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ oder besser entwickeln, um weiterhin marktfähige Fenster zu produzieren. Zusätzlich interessiert sich das Unternehmen für ein Passivhausfenster und möchte gerne erfahren, mit welcher Art von Kanteln und mit welchen Profildicken die Passivhausfensterkriterien erfüllt werden können. Als Passivhausfenster gelten Fenstersysteme mit einem U_w -Wert von $\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, das Fenster als passivhausgeeignete Komponente durch das Passivhaus Institut in Darmstadt zertifizieren zu lassen. Hierfür muss das Fenstersystem mit einer Verglasung von $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ einen U_w -Wert von $\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen.

• Welche Rahmenmaterialien sollen eingesetzt werden?

Das Unternehmen möchte Vollholz- oder Holzkanteln mit Dämmkern verarbeiten. Der Dämmkern kann aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Voraussetzung ist nur, dass der oder die Dämmstoffe mit Holzbearbeitungsmaschinen bearbeitbar und die Reste problemlos entsorgbar sind.

siehe Abschnitt 2.2, Tab. 2.2:
Aufbau von Fensterkanteln

**Zertifizierung durch das
Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist**

siehe auch www.passiv.de
>> Zertifizierung
>> Zertifizierung von PH
geeigneten Komponenten
>> Fensterrahmen

2.6 Anhang

Hersteller und Lieferanten für Rahmenmaterialien

Accoya®

- Titanwood Ltd.
c/o Accsys Technologies
Royal Albert House, Sheet Street
Windsor, SL4 1BE, UK
www.accoya.com
- Vertrieb in Deutschland:
Roggemann GmbH & Co. KG
Ahrensstraße 4
28197 Bremen
www.accoya.roggemann.de

Aerogel / Spaceloft®

- STADUR Süd
Dämmstoff-Produktions GmbH
Robert-Bosch-Straße 14 + 14/1
72124 Pliezhausen
www.stadur-sued.de
- Anwendung in:
hybridtherm® Fensterkante
Holz Schiller GmbH
Pointenstraße 24-28
94209 Regen
www.holz-schiller.de

Belmadur® (Produktion und Vertrieb mittlerweile eingestellt)

- Adolf Münchinger Holz-Import-Export GmbH & Co. KG
Schlattstraße 19
75443 Ötisheim
www.muenchinger-holz.de

Kork, Fensterkanten mit Kork

- Granorte GmbH
Kilianstraße 142
90425 Nürnberg
www.granorte.de
- F. Aug. Henjes GmbH & Co. KG
An der Autobahn 46
28876 Oyten
www.vigo-kork.de
- Holz Schiller GmbH
Pointenstraße 24-28
94209 Regen
www.holz-schiller.de

Polyurethanschaum, Fensterkanten mit Polyurethanschaum

- KARL BACHL GmbH & Co KG
Deching 3
94133 Röhrnbach
www.bachl.de
- Paul Bauder GmbH & Co. KG
Korntaler Landstraße 63
70499 Stuttgart
www.bauder.de
- Linzmeier Bauelemente GmbH
Industriestraße 21
88499 Riedingen
www.linzmeier.de

- puren GmbH
Rengoldhauser Straße 4
88662 Überlingen
www.puren.com
- Holz Schiller GmbH
Pointenstraße 24-28
94209 Regen
www.holz-schiller.de

Thermoholz, Fensterkanteln mit bzw. aus Thermoholz

- BikoS GmbH
Werner-von-Siemens-Straße 2
03222 Lübbenau
www.bikos-tmt.de
- Firstwood GmbH
Vistrastraße 6
14727 Premnitz
www.firstwood.de
- Hoka GmbH
Friedrichsgracht 58-110
10178 Berlin
www.hoka-germany.com
- Sägewerk Hagensieker GmbH
Osnabrücker Straße 342
49152 Bad Essen-Wehrendorf
www.hagensieker.de
- Holz Schiller GmbH
Pointenstraße 24-28
94209 Regen
www.holz-schiller.de

Quellen

- 1 - vgl. IHD Merkblatt Thermoholz: „Begriffsdefinition“, 02.2009, S. 1
- 2 - vgl. Krause, Dr. Andreas, 2010, S. 11
- 3 - vgl. dista Abschlussbericht, 05.2006, S. 220
- 4 - vgl. VFF Merkblatt HO.06-4 2010-3, Holzarten für den Fensterbau, Teil 4: Modifizierte Hölzer
- 5 - vgl. dista Abschlussbericht, 05.2006, S. 89
- 6 - vgl. VFF Merkblatt HO.06-4 2010-3, Holzarten für den Fensterbau, Teil 4: Modifizierte Hölzer
- 7 - vgl. dista Abschlussbericht, 05.2006, S. 48
- 8 - vgl. http://zipse2008.rm4.de/rm4_filebase/zipse2008/rm4fbs/file/cms_passage/Corktherm40.pdf
- 9 - vgl. DIN EN ISO 10077-1, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten
- 10 - vgl. Arbeitskreis "Warme Kante" im Bundesverband Flachglas
- 11 - vgl. Bliemetsrieder, Benno; Sack, Norbert: Abschlussbericht Holzfenster 2012, ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Rosenheim 06.2011

Autoren

- Christiana Meyer, Studentin BA Melle
- Rainer Kemner, iBAT GmbH

**Mit freundlicher Unterstützung**

- Holz Schiller GmbH
Ansprechpartner Marco Horn
Bereichsleitung Sandwichelemente und Technische Entwicklung
Tel.: 0 99 21 / 94 42 57; Mail: marco.horn@holz-schiller.de
Pointenstraße 24-28
94209 Regen
www.holz-schiller.de



MUSTERSSEITEN