

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### Leitfragen zur Erstellung des „Vademecum Holzfensterbau“

1. Welche erprobten marktüblichen Systeme stehen im Augenblick für die Zielgruppe zur Verfügung?
2. Wie werden bzw. wie können sie von der Zielgruppe angewendet oder verarbeitet werden und welche Normen und Regeln sind zu beachten?
3. Welche Schnittstellen, Wechselwirkungen und Abhängigkeiten bestehen hinsichtlich der übrigen Materialien, Komponenten, Produkte, Konstruktionen und Verfahren?
4. Welche Auswahlkriterien sind von der Zielgruppe zu berücksichtigen und worin besteht die besondere Eignung für die Zielgruppe?
5. Praxisbeispiele

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 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.

# Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

## 1. Welche Materialien stehen zur Verfügung?

- Holz
  - Schwere Holzarten für verbesserte Dauerhaftigkeit
  - Leichte Holzarten für verbesserte Wärmedämmung
- Modifizierte Hölzer
  - Thermisch modifizierte Hölzer
  - Chemisch modifizierte Hölzer
- Materialien zur Wärmedämmung
  - PUR
  - Kork
  - Aerogel (mineralischer Dämmstoff)

Material	Dauerhaftigkeitsklasse	Bearbeitbarkeit	Rohdichte in g/cm <sup>3</sup>	Wärmeleitfähigkeit in W/mK
<b>Nadelholz</b>				
Fichte	4 bis 5 (1)	Gute Bearbeitbarkeit (Harzgallen können bei Werkzeugen und Beschichtung problematisch sein) (1) Gute Dimensionsstabilität (1) Chemischer Holzschutz empfohlen (1)	0,46	0,11
Kiefer	3 (1)	Gute Bearbeitbarkeit (Harzgallen können bei Werkzeugen und Beschichtung problematisch sein) (1) Gute Dimensionsstabilität (1) Gute Schraubbarkeit, auch ohne Vorbohren (1) Sehr anfällig gegenüber Bläue (2)	0,52	0,13
<b>Laubholz</b>				
Eiche	2 bis 3 (1)	Gute bis befriedigende Bearbeitbarkeit (1) Mittlere Dimensionsstabilität (1) Gute Schraubbarkeit, Vorbohren wegen leichter Spaltbarkeit empfohlen (1) Bei Kontakt mit Eisen kann eine Dunkelfärbung durch die Eisen-Gerbstoff-Reaktion eintreten (1)	0,72	0,18
Dark Red Meranti	1 bis 4 (1)	Gute Bearbeitbarkeit (1) Gute Dimensionsstabilität (1) Gute Schraubbarkeit, bei schweren Hölzern muss vorgebohrt werden (1) Holz kann je nach Rohdichte stark unterschiedliche Eigenschaften aufweisen (1) Chemischer Holzschutz empfohlen (1)	0,45	0,16
<b>Thermoholz</b>				
Thermofichte	2 bis 3 (12)	Gute Bearbeitbarkeit, wie unbehandeltes Holz (4) Durch gute Oberflächenqualität kann Zwischenschliff eventuell entfallen (4) Gute Schraubbarkeit, Vorbohren wegen leichter Spaltbarkeit empfohlen, reduzierter Schraubenauszugswiderstand (4) Es entsteht ein sehr feiner Holzstaub und ein deutlicher Geruch, Absaugung und Belüftung müssen eventuell angepasst werden (4) Chemischer Holzschutz empfohlen (4)		
<b>Modifiziertes Holz</b>				
Belmadur®	1 (3)	Gute, werkzeugschonende Bearbeitbarkeit, verminderte Lärmemission im Vergleich zu unbehandeltem Holz (3) Durch gute Oberflächenqualität kann Zwischenschliff eventuell entfallen (3) Für Verklebung und Oberflächenbehandlung sind vom Hersteller empfohlene Produkte zu verwenden (3) Durch die erhöhte Sprödigkeit des Materials können kleinere, flächige Ausbrüche auftreten (3) Bläueschutz ist erforderlich (3)	0,57	0,13
Accoya®	1 (3)	Gute, werkzeugschonende Bearbeitbarkeit (3) Durch gute Oberflächenqualität kann Zwischenschliff eventuell entfallen (3) Für Verklebung und Oberflächenbehandlung sind vom Hersteller empfohlene Produkte zu verwenden (3) Essigsäuregehalt kann zu Korrosion von Beschlägen und Schrauben führen, diese sollten aus A2 oder A4 Edelstahl sein (3) Bläueschutz ist erforderlich (3)	0,53	0,1
<b>Kork</b>				
Dämmkork	verrottungs- und fäulnisbeständig (10)	Schwierige Bearbeitbarkeit, da sehr lose gepresst Gute Dimensionsstabilität (10) Chemikalienbeständig (10)	0,12	0,04
Pressekork	verrottungs- und fäulnisbeständig (10)	Gute Bearbeitbarkeit, mit Holzbearbeitungsmaschinen möglich Gute Dimensionsstabilität (10) Chemikalienbeständig (10)	0,3	0,06
<b>Polyurethanschaum</b>				
PUR RG 200	unverrottbar (8)	Gute Bearbeitbarkeit, mit Holzbearbeitungsmaschinen möglich (8) Gute Dimensionsstabilität (7) Oberflächenbehandlung kann beibehalten werden, sowohl für deckend, als für lasierend, höhere Saugfähigkeit muss beachtet werden (8) Chemikalienbeständig (6)	0,2	0,035 - 0,04
Purenit® 550 MD	unverrottbar (8)	Bearbeitung mit Holzbearbeitungsmaschinen möglich, Purenit ist sehr abrasiv, Hartmetallschneiden empfohlen (8) Gute Dimensionsstabilität (7) Oberflächenbehandlung kann beibehalten werden, sowohl für deckend, als für lasierend, höhere Saugfähigkeit muss beachtet werden (8) Chemikalienbeständig (7)	0,55	0,06 - 0,08
<b>Mineralischer Dämmstoff</b>				
Spaceloft®	hydrophob (11)	Schwerig zuschneidbar Chemisch stabil (11)	0,15	0,013

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 1. Welche Materialien stehen zur Verfügung?

- Von der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  zum Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$

$$U = 1/R_T$$

$U$  ... Wärmedurchgangskoeffizient in  $W/m^2K$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

$R$  ... Wärmedurchlasswiderstand in  $m^2K/W$

$$R = d/\lambda (+ d/\lambda + \dots)$$

$R_{si}$  ... Wärmeübergangswiderstand innen in  $m^2K/W$

$R_{se}$  ... Wärmeübergangswiderstand außen in  $m^2K/W$

$d$  ... Dicke der Bauteilschicht in  $m$

$\lambda$  ... Wärmeleitfähigkeit Lambda in  $W/mK$

- **Beispiel: Holzrahmen  $d = 68$  mm**

$$R = 0,068 \text{ m} / 0,11 \text{ W/mK} = 0,618 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,618 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,04 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,788 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 0,788 \text{ m}^2\text{K/W} = 1,269 \text{ W/m}^2\text{K} = U_f \text{ (ohne Berücksichtigung der Wetterschutzschiene)}$$

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 1. Welche Materialien stehen zur Verfügung?

- **Beispiel: Holzrahmen  $d = 78$  mm**

$$R = 0,078 \text{ m} / 0,11 \text{ W/mK} = 0,709 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,709 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,04 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,879 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 0,879 \text{ m}^2\text{K/W} = 1,138 \text{ W/m}^2\text{K} = U_f \text{ (ohne Berücksichtigung der Wetterschutzschiene)}$$

- **Beispiel: Holzrahmen  $d = 88$  mm**

$$R = 0,088 \text{ m} / 0,11 \text{ W/mK} = 0,800 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

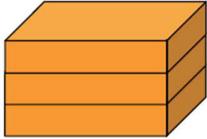
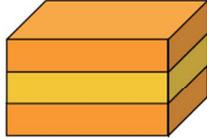
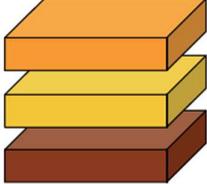
$$R_T = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,800 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,04 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,970 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 0,970 \text{ m}^2\text{K/W} = 1,031 \text{ W/m}^2\text{K} = U_f \text{ (ohne Berücksichtigung der Wetterschutzschiene)}$$

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 2. Wie werden sie angewendet?

- Reine Vollholzkonstruktionen sind hinsichtlich ihres Wärmedämmvermögens begrenzt
- Pro 10 mm Rahmendicke ca. 1/10 U-Wert-Verbesserung
- U-Werte für Rahmen in Fichte inkl. Wetterschutzschiene
  - IV 66/68 ca. 1,3 W/qmK
  - IV 78 ca. 1,2 W/qmK
  - IV 88/90/92 ca. 1,1 W/qmK
- Deshalb:

Aufbau	Modell	Verbindung
<b>Laminat</b>  Alle Lagen aus Holz		verklebt
<b>Verbund</b>  Decklagen aus Holz, Mittellage aus unterschiedlichen Werkstoffen		verklebt
<b>Schichten</b>  Lagen aus Holz oder Dämmstoff		verklebt und / oder mechanisch verbunden

Tab. 2.2: Prinzipiell mögliche Aufbauten von Fensterkante

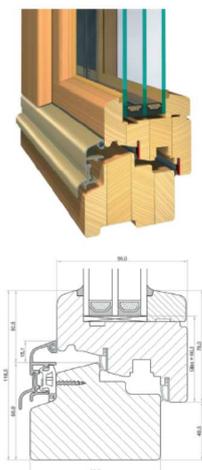
## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 2. Wie werden sie angewendet?

Vollholz/Laminat

Verbund

Schichten



Bilder 2.6 und 2.7:  
 SoftLine 9.0 Classic  
 (Quelle: Stoeckel GmbH, Vechtel)

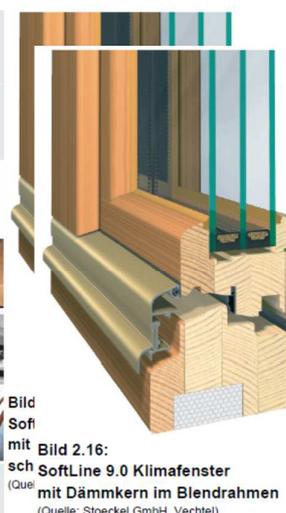


Bild 2.16:  
 SoftLine 9.0 Klimafenster mit Dämmkern im Blendrahmen  
 (Quelle: Stoeckel GmbH, Vechtel)

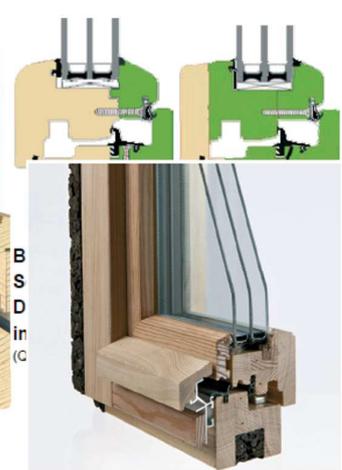


Bild 2.18:  
 Zwoa2Holz-Fenster  
 (Quelle: Freisinger Fensterbau GmbH, Ebbs, A)

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 3. Welche Schnittstellen und Wechselwirkungen bestehen?

- Mechanische Eigenschaften
  - Stabilität, Durchbiegung, Profilquerschnitte, Flügelgrößen
  - Schraubenauszugsfestigkeit, Tragfähigkeit
  - Druckfestigkeit hinsichtlich der Verglasungsklötze
  - Werkzeugverschleiß (sägen, hobeln, fräsen, bohren, schleifen)
- Materialverträglichkeit
  - Oberflächenbeschichtung, Haftung, Saug- und Trocknungsverhalten
  - Kontakt-Korrosion (Metall, Aluminium, Edelstahl)
- Fertigung
  - Maschinen- und Fertigungstechnik
  - Eckverbindung, Verklebung
  - Änderung der Arbeitsabläufe (z. B. Einzelteilerfertigung)
  - Staubentwicklung und Entsorgung

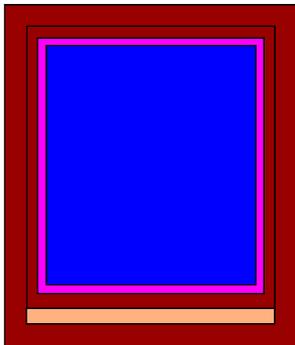
## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 4. Auswahlkriterien

- Welche Fenstersysteme sollen gefertigt werden?
- Welche Uw- und Uf-Werte müssen erreicht werden?
- Welche Rahmenmaterialien können/sollen eingesetzt werden?
  - Welcher Uf-Wert wird bei welcher Rahmendicke erreicht?
  - Welche mechanischen Eigenschaften besitzt das neue Material?
  - Welche Dauerhaftigkeit/Resistenzklasse hat das Material?
  - Welche Wechselwirkungen sind bekannt? Freigaben? Systeme?
  - Gibt es Prüfzeugnisse, Zulassungen, Referenzen?
    - Eckverbindung? U-Wert? Dimensionsstabilität? Differenzklima?
    - CE-Konformität von Fenstersystem und Rahmenmaterial?
  - In welche Mengen und innerhalb welcher Fristen ist es verfügbar?
  - Kosten im Einkauf, in der Lagerhaltung und in der Verarbeitung?
  - Kompatibilität mit vorhandenen Maschinen und Werkzeugen?

# Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

## 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung



- Fensteraußenmaße 1,23 m · 1,48 m = 1,82 m<sup>2</sup>
- Wärmedurchgangskoeffizient Glas  $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Sichtbare Glasfläche  $A_g = 1,144 \text{ m}^2$
- Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens  
 $U_f = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Diagramm DIN EN ISO 10077-1)  
 $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Berechnung DIN EN ISO 10077-2)
- Rahmenfläche  $A_f = 0,676 \text{ m}^2$
- Verbesserter Abstandhalter  $\Psi_{ig} = 0,06 \text{ W/mK}$
- Sichtbarer Glasumfang  $l_g = 4,45 \text{ m}$

$$U_w \text{ (f nach 10077-2)} = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_{f,1,4} + l_g \cdot \Psi_{ig}}{A_g + A_f} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

# Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

## 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung

### Berechnungshilfen

- WinUw  
Freeware Uniglas

UNI GLAS® WinUw 6.1  
S o f t w a r e  
Programm zur Berechnung von  
Wärmedurchgangskoeffizienten von  
Fenstern nach EN ISO 10077-1

Bechnen Bilder Drucken Sprache Hilfe Info Ende

**Fenster**

**Anzeige**  
Material Temperatur Isohermen Wärme

**Daten**  
Bitte erkundigen Sie sich bei Ihrem UNIGLAS® Partner vor Ort, welches Randverbundsystem aktuell geliefert werden kann.  
 Dateneingabe manuell

Rahmen	Holz 1.4	Fensterbreite	1,23 m	U <sub>f</sub>	1,40 W/(m²K)
Abstandhalter	UNIGLAS®ITS (Themix)	Fensterhöhe	1,48 m	Ψ	0,039 W/(mK)
Glas	UNIGLAS®ITOP 0.7	Rahmenbreite	0,12 m	U <sub>g</sub>	0,70 W/(m²K)

**PSI-Korrektur**  
Korrektur  
Glasdicke außen 4 mm  
Glasdicke innen 4 mm  
+ 0,000 W/(mK)  
= Ψ 0,039 W/(mK)

**Fensterart**  
 Einflügelig  Zweiflügelig

**Sprossen**  
 Ohne  Horizontal  
 Vertikal  Kreuz  
 Pauschal (U<sub>w</sub> = U<sub>w</sub> + 0.4)

**Temperatur**  
ausßen -10 innen 20 T<sub>si</sub> = 11.0 °C

**Detail**  
Glaslänge 4,46 m Ag = 1,23 m²  
Rahmenanteil 33% Af = 0,59 m² Ages = 1,82 m²

**Formel**  
$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_{ig}}{A_g + A_f}$$

**Wärmedurchgangskoeffizient**  
U<sub>w</sub> = 1.0 (1.02)  $\frac{W}{m^2K}$

# Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

## 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung Berechnungshilfen

- WinUw
- Freeware Uniglas
- WinIso2D
- Sommer Informatik
- CE-plus-Software
- CE-fix-Nachweise
- iBAT-Fachinformation erläutert die unterschiedlichen Ermittlungsverfahren

**IBAT** 2 Rahmenmaterialien

**2.7 Aktualisierungsdienst**

**2.7.1 Software und Hilfsmittel für die  $U_w$ -Wert-Ermittlung**

**2.7.1.1 WinUw**  
WinUw von Sommer Informatik ist eine Software zur Berechnung des  $U_w$ -Wertes von Fenstern nach DIN EN ISO 10077. Das Programm kann online kostenlos genutzt werden, lasse auch auf der Homepage der UNIGLAS-Kooperation. Weiterführende Programme der Sommer Informatik GmbH sind u.a. WinIso2D und WinIso3D zur zwei- bzw. dreidimensionalen Berechnung von Wärme- und Dampfdiffusionsströmen, isothermen  $U_w$ - und Psi-Werten. WinUw bietet die folgenden Features:

- Glas und Abstandhalter: vorgegebene Typen oder manuelle Eingabe
- Rahmen: vorgegebene Materialien oder manuelle Eingabe
- Fensterart und Fenstergeometrie: Fensterbreite, Fensterhöhe
- Rahmenbreite, einflügelig, zweiflügelig, gestapelte Sprossen
- Darstellung von Isothermen, Wärmeströmen und Temperaturverteilung

**2.7.1.2 Fenestra**  
Fenestra ist ein kostenloses Programm zur Berechnung von Fenster- $U_w$ -Werten nach ISO 10077 des RWI Institut Wohnen und Umwelt. Allerdings entspricht die Version 0.8 vom 11.06.2002 nicht mehr in allen Details den aktuellen Anforderungen und Konstruktionen. So werden noch Holzrahmen der Rahmenmaterialgruppe RMG 2.1 oder "Niedrigenergie"-Rahmen mit  $U_s = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  im Auswahlmenü angeboten. Andererseits kann der Nutzer den Einbau in unterschiedliche Wandaufbauten bei der  $U_w$ -Wert-Ermittlung berücksichtigen - was natürlich auch nicht der aktuellen EnEV oder der DIN EN ISO 10077 entspricht, aber zum besseren Verständnis der bauphysikalischen Zusammenhänge beiträgt.

**2.7.1.3 baubook Rechner**  
Der österreichische baubook Rechner für Bauteile steht nach kostenloser Anmeldung online zur Verfügung. Es können herstellereigentlich hinterlegte Gläser, Rahmen und Psi-Werten ausgewählt und damit der  $U_w$ -Wert ermittelt werden. Die Internet-Plattform baubook unterstützt die Umsetzung von nachhaltigen Gebäuden in Österreich mit einer Reihe von weiteren Features.

**2.7.1.4 Fenster MARKE TISCHLER | MARKE SCHREINER**  
Den CE-plus-Lizenznehmern steht ein kostenloses EXCEL-Tool für die Ermittlung des  $U_w$ -Wertes nach DIN EN ISO 10077-1 zur Verfügung. Zur Berechnung ist die Eingabe der Bauteileigenschaften, der Glasstärke, des Glaseinstands, der Psi- und  $U_g$ -Werte erforderlich. Die Psi-Werte können den Datenblättern des Arbeitkreises "Warme Kante" entnommen werden (siehe 2.7.1.5).  $U_g$ -Werte stellt die Fenster MARKE TISCHLER | MARKE SCHREINER ihren Lizenznehmern als Prüfzeugnis einer sog. Hot-Dim-Messung in Abhängigkeit von der Rohdicke und Rahmendicke zur Verfügung.

**2.7.1.5 Datenblätter für Psi-Werte**  
Für die Berechnung des  $U_w$ -Wertes fordern einige Programme die Eingabe des Psi-Wertes, der je nach Fenstersystem, Rahmenmaterial und Randverbaute variiert. Deshalb hat der Arbeitkreis "Warme Kante" im Bundesverband Flachglas gemeinsam mit dem Institut für Fenstertechnik II, Rosenheim folgende Abstandhalterprofile in Rahmen eines Forschungsprojekts gemessen und als kostenlosen Download veröffentlicht (Stand Juni 2013):

- Roltech Chromatech, Chromatech Plus und Chromatech Ultra F
- Almetal GTS
- Lingemann Nitotec 017, Nitotec 015 und Nitotec EVO
- Edgetech Super Spacer Triplex
- Sponsoor, Sponsoor V und Ultramate Sponsoor
- TechnoForm TGI
- Eininger Thermo TX.N Plus
- Körberling TPS
- Arnold WEP classic

**2.7.1.6 Datenblätter für Fensterrahmen**  
Die Datenblätter für die von Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist zertifizierten Fenster stellen zwar keine Berechnungs-Software dar, können aber Hinweise auf wärmetechnische Optimierungspotenziale vorhandener eigener Fensterkonstruktionen geben. Die Datenblätter stehen als kostenloser Download auf den Internetseiten des Passivhaus Instituts zur Verfügung.

**2.7.1.7  $u$ -wert.net**  
Die Internet-Plattform  $u$ -wert.net bietet eine kostenlose online-Berechnung des  $U_w$ -Wertes von Wand, Dach, Fußboden, Decke, Flachdach oder Fachwerk, aber leider nicht von Fenstern. Neben dem  $U_w$ -Wert-Rechner werden auch ein Lüftung-, ein Solar- und ein Wärmebild-Rechner sowie ein Forum und umfangreiche Zusatzinformationen angeboten.

**2.7.1.8 iBAT-Fachinformation**  
Die iBAT-Fachinformation "Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für Hoch- und Fenstertüren" stellt die grundsätzlichen Nachweismöglichkeiten und den Rechengang nach DIN EN ISO 10077-1 vor, der ohne Software-Unterstützung als einfache Bruchrechnung auf dem Taschenrechner nachvollzogen werden kann. Dieses vereinfachte Rechenverfahren kann von jedermann angewendet werden und gilt als bautechnisch anerkannter Nachweis. Die Fachinformation steht auf der iBAT-Homepage als kostenloser Download zur Verfügung.

13

# Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

## 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung

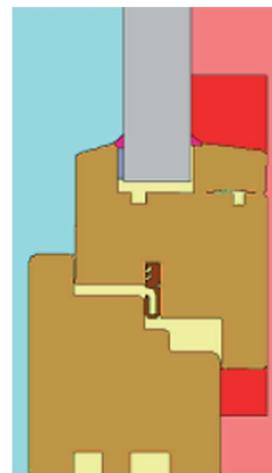
- Welcher  $U_w$ -Wert ist mit einem IV 68 zu erreichen?

$A_f$ oben/seitlich	= 0,48 m <sup>2</sup>
$A_f$ unten	= 0,12 m <sup>2</sup>
$U_f$ oben/seitlich	= 1,3 W/m <sup>2</sup> K
$U_f$ unten	= 1,5 W/m <sup>2</sup> K
$A_g$	= 1,21 m <sup>2</sup>
$U_g$	= 1,0 W/m <sup>2</sup> K
$l_g$	= 4,42 m
$\psi$ (psi)	= 0,041 W/mK

Einsetzen der Werte in die Formel nach DIN EN ISO 10077-1:

$$\bar{U}_w = \frac{1,21 \text{ m}^2 * 1,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} + 0,48 \text{ m}^2 * 1,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} + 0,12 \text{ m}^2 * 1,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} + 4,42 \text{ m} * 0,041 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{1,21 \text{ m}^2 + 0,6 \text{ m}^2}$$

$$\bar{U}_w = 1,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$



**Bild 2.20:**  
Oberer Schnitt IV 68 Vollholz Fichte  
(Quelle: Autor / WinISO 2D)

14

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung

- Welcher  $U_w$ -Wert ist mit einem IV 78 zu erreichen?

$$\begin{aligned}
 A_f \text{ oben/seitlich} &= 0,48 \text{ m}^2 \\
 A_f \text{ unten} &= 0,12 \text{ m}^2 \\
 U_f \text{ oben/seitlich} &= 1,3 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 U_f \text{ unten} &= 1,4 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 A_g &= 1,21 \text{ m}^2 \\
 U_g &= 0,7 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 l_g &= 4,42 \text{ m} \\
 \psi \text{ (psi)} &= 0,041 \text{ W/mK}
 \end{aligned}$$

$$U_w = \frac{1,21\text{m}^2 * 0,7 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} + 0,48\text{m}^2 * 1,3 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} + 0,12\text{m}^2 * 1,4 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} + 4,42\text{m} * 0,041 \frac{W}{\text{mK}}}{1,21\text{m}^2 + 0,6\text{m}^2}$$

$$U_w = 1,00 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}}$$

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

### 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung

- Welcher  $U_w$ -Wert ist mit einem IV 90 zu erreichen?

$$\begin{aligned}
 A_f \text{ oben/seitlich} &= 0,48 \text{ m}^2 \\
 A_f \text{ unten} &= 0,12 \text{ m}^2 \\
 U_f \text{ oben/seitlich} &= 1,0 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 U_f \text{ unten} &= 1,1 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 A_g &= 1,21 \text{ m}^2 \\
 U_g &= 0,5 \text{ W/m}^2\text{K} \\
 l_g &= 4,42 \text{ m} \\
 \psi \text{ (psi)} &= 0,041 \text{ W/mK}
 \end{aligned}$$

$$U_w = \frac{1,21\text{m}^2 * 0,5 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} + 0,48\text{m}^2 * 1,0 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} + 0,12\text{m}^2 * 1,1 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}} + 4,42\text{m} * 0,041 \frac{W}{\text{mK}}}{1,21\text{m}^2 + 0,6\text{m}^2}$$

$$U_w = 0,77 \frac{W}{\text{m}^2\text{K}}$$

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung

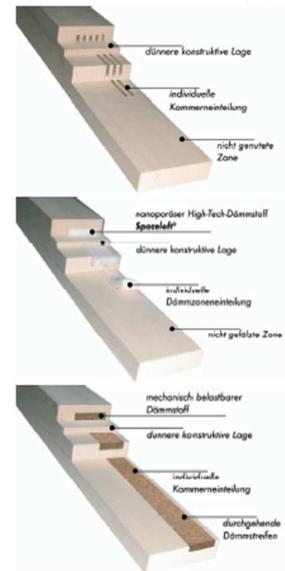
### 5. Praxisbeispiele – $U_w$ -Wertermittlung

- Welchen  $U_w$ -Wert kann ein modifiziertes IV 78 erreichen?

$$\begin{aligned} A_f \text{ oben/seitlich} &= 0,48 \text{ m}^2 \\ A_f \text{ unten} &= 0,12 \text{ m}^2 \\ U_f \text{ oben/seitlich} &= 0,94 \text{ W/m}^2\text{K} \\ U_f \text{ unten} &= 1,1 \text{ W/m}^2\text{K} \\ A_g &= 1,21 \text{ m}^2 \\ U_g &= 0,5 \text{ W/m}^2\text{K} \\ l_g &= 4,42 \text{ m} \\ \psi \text{ (psi)} &= 0,041 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

$$U_w = \frac{1,21 \text{ m}^2 * 0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} + 0,48 \text{ m}^2 * 0,94 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} + 0,12 \text{ m}^2 * 1,1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} + 4,42 \text{ m} * 0,041 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{1,21 \text{ m}^2 + 0,6 \text{ m}^2}$$

$$U_w = 0,76 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$



Bilder 2.24 bis 2.26:  
Airotherm®-Kantel mit Luftschlitzen  
Hybridtherm®-Kantel mit Aerogel  
Flexitherm®-Kantel mit Kork  
(Quelle: Holz Schiller GmbH, Regen)

## Neue Rahmenmaterialien mit verbesserter Wärmedämmung



2. Rahmenmaterialien

## 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

