

# Kastenfenster vs. Kunststofffenster

**Entscheidungshilfe &  
Kurzanleitung  
zur Instandsetzung  
thermischen Sanierung  
oder Tausch  
von historischen  
Kastenfenstern**



# Einführung / Forschung

## **Bedeutung der Fensterwahl**

- **Ist es sinnvoll, die thermische Verbesserung eines historischen Gebäudes durchzuführen, ohne die Kastenfenster durch moderne Isolierglasfenster zu ersetzen? Was ist technisch, ökologisch und ästhetisch am besten, sowie auf längere Sicht am wirtschaftlichsten?**  
(Auszug aus der Forschungsfrage bzw. Abstract )

## **Einfluss auf Energieeffizienz, Denkmalschutz und Gestaltung**

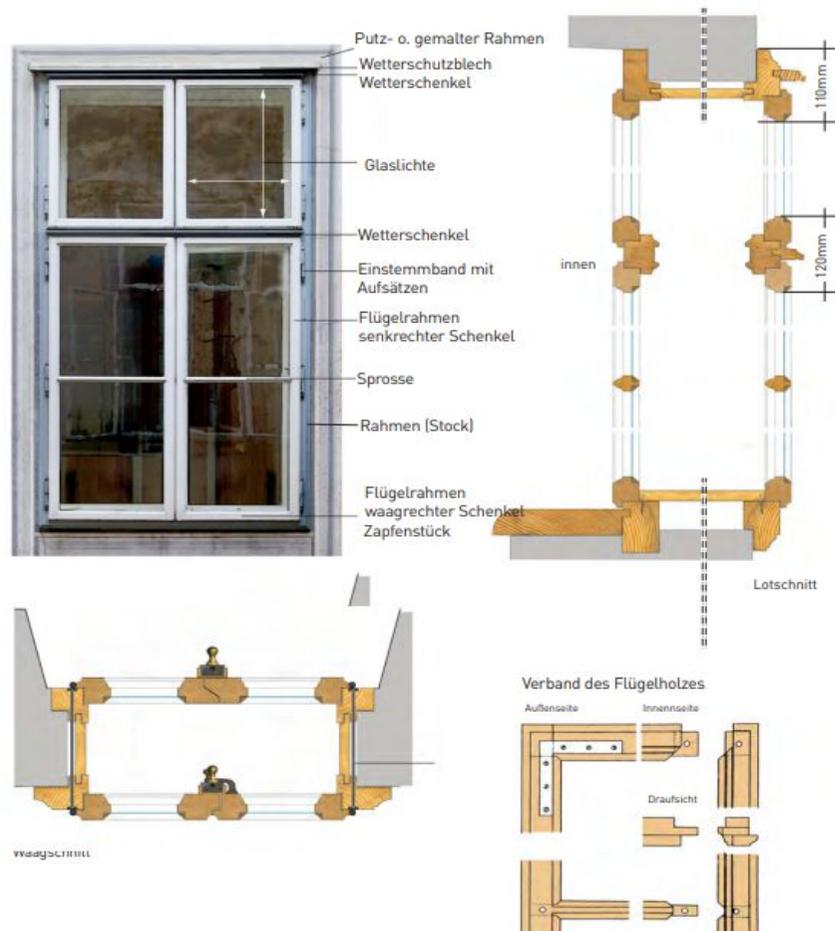
- **Wo können bauphysikalische Probleme entstehen, wenn das Raumklima verändert wird bzw. wenn die Fensterkonstruktionen zu dicht werden? Wo können die Grenzen der ökologischen und ästhetischen Machbarkeit bzw. der Wirtschaftlichkeit liegen?** (Auszug aus der Forschungsfrage bzw. Abstract)

# Ziel der Präsentation

Entscheidungshilfe & Kurzanleitung zur  
Bewertung unter den Aspekten wie:

- Energie und Wirtschaftlichkeit
- Technik und Bauphysik
- Denkmalpflege, Ästhetik
- Nachhaltigkeit
- Forschungsergebnisse

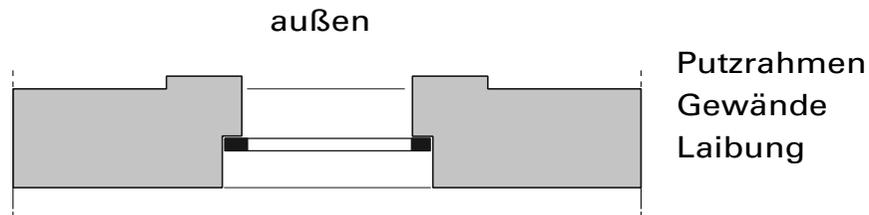
# Kastenfenster aus Holz, Aufbau



# Typen der Kastenfenster?

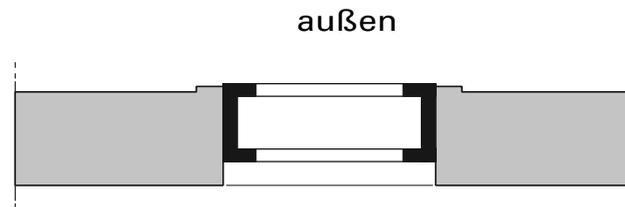
## Anschlag innen

Einfachfenster des Barock, um 1780



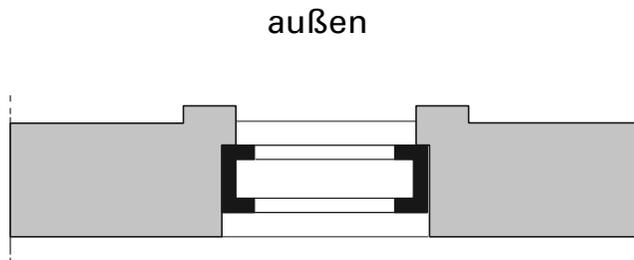
## Anschlag außen

Alt-Wiener Kastenfenster nach außen aufgehend, ab 1800



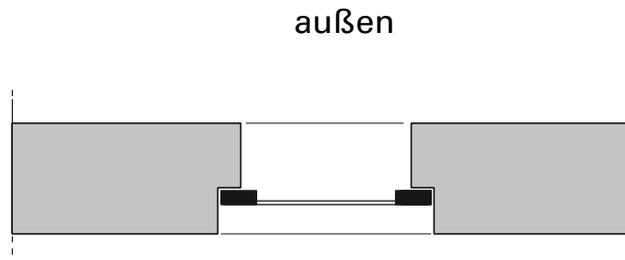
## Anschlag innen

Wiener Kastenfenster nach innen aufgehend



## Anschlag außen

Isolierglasfenster, ab 1980

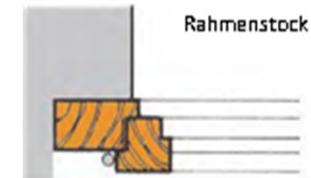


- doppeltes Fenstersystem (Innen- & Außenebene, Luftpolster)
- historischer Fensteraufbau, meist aus Holz

# Konstruktionsarten am Beispiel des Kastenfensterstocks

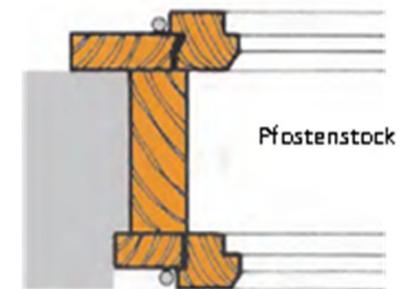
## Rahmenstock

Kommt bei Einfachfenstern mit Einfach- und Isolierverglasungen zur Anwendung, mit entsprechender Falzausbildung. (Achtung: Meist keine Sturzausbildung!)



## Pfostenstock

Der Außenflügel öffnet nach außen, der Innenflügel nach innen. Die Flügel sind meistens gleich groß. Verkleidungs- und Falzleisten decken die Fugen zwischen Stock und Mauerwerk ab, und stellen so einen Falz her. (Doppelter Beschlag) (Achtung: Meist keine Sturzausbildung!)

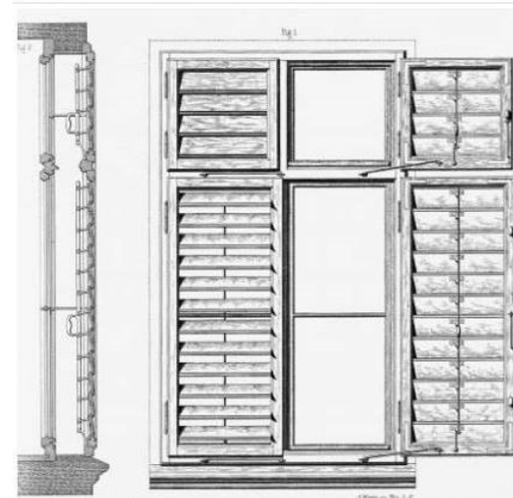


## Rahmenpfostenstock

Außen- und Innenflügel öffnen nach innen. (Doppelter Beschlag) (Achtung: Meist keine Sturzausbildung!)



## Einfachfenster bzw. Kastenfenster – mit Haken eingehängter Winterflügel oder Sonnenschutzelement



# Sanierung der Fassade in reiner Kalktechnik - nach einem Fenstertausch - abgeschlagener Fassadenstück - durch fehlenden Sturz! Objekt: Baden bei Wien

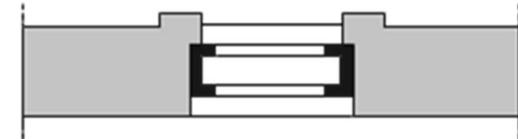


Das Kastenfenster basiert auf der Idee, an einer Zarge zwei Fensterebenen hintereinander zu montieren, um durch den entstehenden Luftzwischenraum eine zusätzliche Wärmedämmung zu erreichen. Durch die Ausbildung einer möglichst stehenden Luftschicht kann so deren relativ niedrige Wärmeleitfähigkeit aktiviert werden.

## Varianten der Kastenfenster

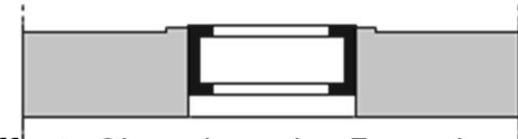
Kastenfenster werden in zwei verschiedenen Varianten verbaut und unterscheiden sich in der Richtung, in der die äußeren Fensterflügel geöffnet werden können.

### Wiener Kastenfenster, auch Berliner Kastenfenster



Bei diesem Kastenfenster werden beide Fensterflügel nach innen geöffnet. Die Außenfenster sind so im geöffneten Zustand vor Wind und Wetter geschützt. Der Zwischenraum zwischen den Fenstern kann jedoch kaum genutzt werden, da durch ihn die Außenfenster schwingen. Außerdem müssen die Außenfenster bei diesem Fenstertyp etwas kleiner dimensioniert werden.

### Alt-Wiener-, Hamburger- oder auch Grazer Kastenfenster



Bei dem Alt-Wiener Kastenfenster werden die Außenflügel nach außen geöffnet. Sie geben der Fassade so bei offenen Fenstern ein charakteristisches Aussehen. Hier kann das Fensterbrett im Zwischenraum genutzt werden. Durch die meist sehr zarten und gleich groß dimensionierten Innen- und Außenflügel erhält man einen maximalen Lichteinfall. Dafür müssen diese Fenster besonders vor Regen, Wind und mechanischer Beschädigung geschützt werden, was eine etwas schnellere Alterung der Außenfenster zur Folge hat.

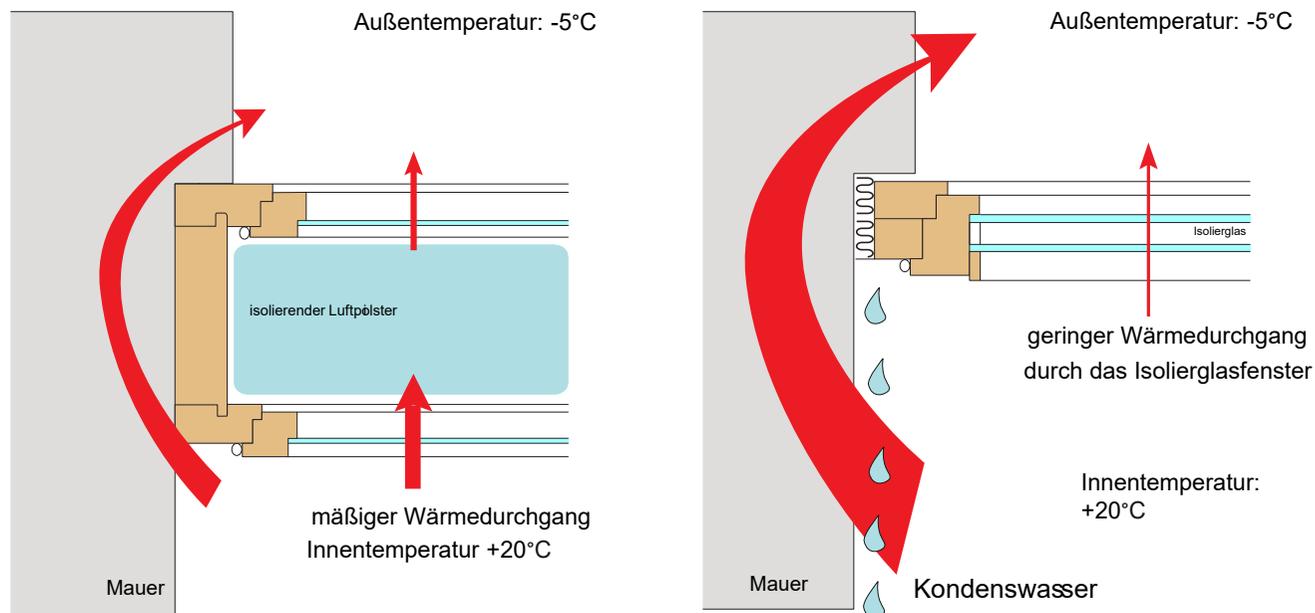
Vorteil: Bei Windangriff werden die Außenflügel in den Stockrahmen gedrückt und sind dadurch besonders dicht.

Nachteil: Der nach außen offene Fensteranschlag (Fensterfalz), der bei Wind und Regen zu Wassereintritt führen kann. Die erschwerete Reinigung, da die Außenflügel im geöffneten Zustand kaum erreichbar sind. Ein Problem stellt dieser Typ auch bei sanierten gewerblichen Objekten dar. Wenn der Innenflügel gedämmt wurde/oder Tausch, werden die Außenflügel vom Nutzer kaum geschlossen!

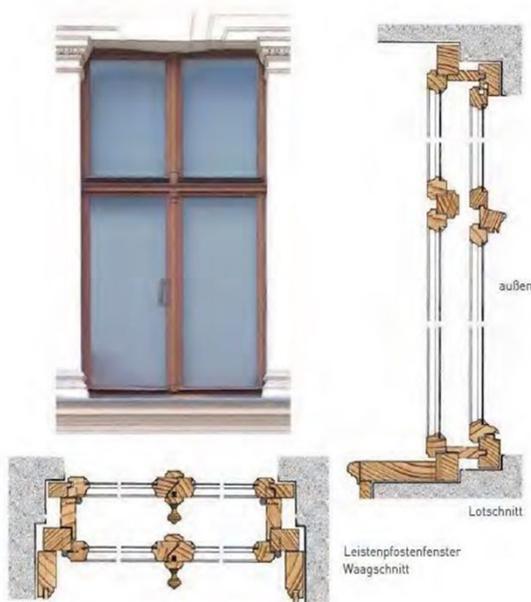
# Fenstertechnik, Wärmeschutz und Bauphysik

## Kondensatschutz

Kastenfenster in ungedämmten Massivziegelwänden sind bauphysikalisch gut aufeinander abgestimmt. Wie in den zuvor dargestellten Temperaturverläufen zu erkennen ist, spielen hier der Luft- und Feuchteaustausch, die Oberflächentemperaturen der Bauteile und die generelle Diffusionsfähigkeit des Mauerwerks und der umliegenden Bauteile sowie der Wand- und Deckenmalerei (Kalkanstriche) eine große Rolle.

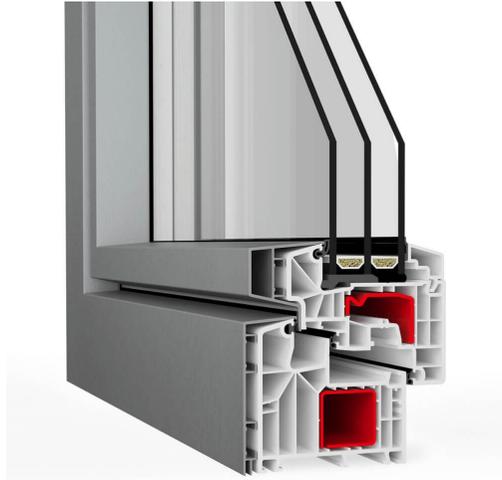


# Das Holzkastenfenster



- + gute Holzqualität, naturbelassen oder mit Leinöl - Anstrich
- + tiefer Luftpolster, geringe Undichtheit = natürlicher Luftwechsel, U-Wert  $\sim 2,0 - 2,5 \text{ W/m}^2\text{k}$ , mit Wärmeschutzverglasung  $1,0 - 1,5 \text{ W/m}^2\text{k}$
- + gute Schalldämmung, großer Lichteinfall, zarte Holzprofile
- + kein Verlust der Dämmwirkung, bauphysikalisch im Gebäudesystem
- + Reparatur und Ersatzteile langfristig möglich
- + hohe Lebensdauer, über 100 Jahre
- + geringer CO<sup>2</sup> Fußabdruck, historischer Mehrwert
- + keine Kippfunktion
- Reinigung, Pflege und Wartung aufwendiger
- hohe Anschaffungskosten

# Das Kunststoff - Isolierglasfenster



- + Kunststoffrahmen, teilweise mit Alu-Schale
- + heute mit 3-fach-Verglasung, niedriger U-Wert  $\sim 0,9 - 1,1 \text{ W/m}^2\text{k}$ ,
- + günstig und pflegeleicht, keine Wartungsanstriche notwendig
- + Dreh-Kippfunktion, Massenprodukt
- Verlust der Dämmwirkung der Verglasung nach ca. 25 – 30 Jahren (Randverbund – gemessen bis ins Jahr  $\sim 2000$ )
- Reparatur und Ersatzteile werden langfristig zum Problem
- geringe Lebensdauer 25 – 35 Jahre
- Entsorgung, CO<sup>2</sup> Fußabdruck, Ral-Montage (luftdichtes „Abkleben“)
- Kondensat und Schimmelproblem in der Randzone

## Lichteinfall – Belichtung

Die **Belichtung und die Belüftung** gehören zu den **wichtigsten Funktionen** des Fensters. Die Rahmen historischer Kastenfenster wurden meistens aus gutem Hartholz hergestellt und dadurch sehr zart ausgeführt. Diese schmalen Rahmen der Kastenfenster können aufgrund des höheren Gewichts einer **2-fach- oder 3-fach- Isolierverglasung, (zwei- bis dreifaches Gewicht)** so nicht nachgerüstet werden. Dadurch kommt es beim Austausch der Fenster **aufgrund der Statik** zu einer **Rahmenverbreiterung** und damit zu einer wesentlichen Reduktion der Belichtung der Innenräume. Aufgrund der meist großen Raumtiefen und -höhen **vorgeschriebene Belichtung von mindestens 12 % (in Sonderfällen auch 15 %)** in historischen Gebäuden kann die gesetzliche Belichtung der Wohnfläche von Aufenthaltsräumen (laut. OIB-Richtlinie 3) oftmals nicht eingehalten werden. Damit einhergehend verliert sich die räumliche Wirkung in den Innenräumen und das äußere Erscheinungsbild wird beeinträchtigt. Zusätzliche Stockmontagen, bei denen der neue Stock in den bestehenden Stock montiert wird, bewirken eine Verbreiterung des Fensterrahmens. Weiters zu berücksichtigen wären noch die **Wärme- und Sonnenschutzbeschichtungen von Einfach- und Isoliergläsern**, die eine anders empfundene **Durchsichtigkeit und Spiegelung**.



## Schallschutz

Die zwei Ebenen der Kastenfenster und der Kastenstockzwischenraum weisen sehr gute Schallschutzeigenschaften auf. Diese Eigenschaften sind abhängig von der Glasstärke, dem Scheibenabstand und der Dichtheit der Fugen. Je nach Ausführung erreichen Kastenfenster 30 bis 34 dB, bei ausreichender Abdichtung und Tausch des Innenflügels auf Isolierverglasung können 48 bis 52 dB erreicht werden. Im Vergleich dazu haben neue 2-fach-Isolierglasfenster (ohne spezielle Maßnahmen) ein Schalldämmmaß von rund 33 dB und sind daher in diesem Punkt keine Verbesserung gegenüber Kastenfenstern.

Anmerkung: Erst durch den Einsatz von speziellen Maßnahmen, wie unterschiedliche Glasdicken in der Isolierverglasung oder 3-fach-Isolierglasfenster, können auch Schalldämmwerte von 45 dB und darüber erreicht werden.

	Glasart und -dicke außen [mm]	Scheiben- zwischenraum [mm]	Glasart und -dicke innen [mm]	Schall- schutz [dB]
Außenflügel und Innenflügel ohne Dichtung	Einfachglas 3	165	Einfachglas 3	34
Außenflügel ohne Dichtung, Innenflügel 1 Dichtung	Einfachglas 4	70	Einfachglas 4	37
Außenflügel ohne Dichtung, Innenflügel 1 Dichtung	Einfachglas 5	150	Isolierglas 6/14/4	48
Außenflügel 1 Dichtung, Innen- flügel 2 Dichtungen	Gießharz 9/12/6	145	Isolierglas 6/14/4	52



## Heizlast Abschätzung

### Orlowski - Millstatt - unsanierte Kastenfenster - Bestand

#### Abschätzung der Gebäude-Heizlast auf Basis der Energieausweis-Berechnung

Berechnungsblatt

Bauherr	Planer / Baufirma / Hausverwaltung
Orlowski	BgA Baumeister & gew. Architekt Steiner GmbH.
Liebigstr. 29	Kirchgasse 8
D-47877 Willich	9800 Spittal/Drau
Tel.:	Tel.: 0676 6332277

Norm-Außentemperatur:	-12,4 °C	Standort:	Millstatt
Berechnungs-Raumtemperatur:	22 °C	Brutto-Rauminhalt der	beheizten Gebäudeteile:
Temperatur-Differenz:	34,4 K		1.493,36 m <sup>3</sup>
		Gebäudehüllfläche:	990,42 m <sup>2</sup>

Bauteile	Fläche A [m <sup>2</sup> ]	Wärmed.- koeffizient U [W/m <sup>2</sup> K]	Korr.- faktor f [1]	Leitwert [W/K]
AW01 Außenwand dick	106,31	1,178	1,00	125,19
AW02 Außenwand mittel	434,69	1,178	1,00	511,87
AW03 Außenwand Zubau	19,68	0,179	1,00	3,52
DS01 Dachschräge hinterlüftet	193,61	0,159	1,00	30,87
FE/TÜ Fenster u. Türen	77,62	2,275		176,56
EB01 erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdreich)	137,57	0,391	0,70	37,67
KD01 Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller	20,94	0,346	0,70	5,07
ZD01 warme Zwischendecke	0,01	0,559		
Summe OBEN-Bauteile	199,61			
Summe UNTEN-Bauteile	158,51			
Summe Zwischendecken	0,01			
Summe Außenwandflächen	560,68			
Fensteranteil in Außenwänden 11,3 %	71,62			
Fenster in Deckenflächen	6,00			
<b>Summe</b>			<b>[W/K]</b>	<b>891</b>
<b>Wärmebrücken (vereinfacht)</b>			<b>[W/K]</b>	<b>89</b>
<b>Transmissions - Leitwert</b>			<b>[W/K]</b>	<b>979,83</b>
<b>Lüftungs - Leitwert</b>			<b>[W/K]</b>	<b>125,84</b>
<b>Gebäude-Heizlast Abschätzung</b>	Luftwechsel = 0,38 1/h		<b>[kW]</b>	<b>38,0</b>
<b>Flächenbez. Heizlast Abschätzung (468 m<sup>2</sup>)</b>			<b>[W/m<sup>2</sup> BGF]</b>	<b>81,22</b>

Die Gebäude-Heizlast Abschätzung dient als Anhaltspunkt für die Auslegung des Wärmeerzeugers.  
Für die Dimensionierung ist eine Heizlast-Berechnung gemäß ÖNORM H 7500 erforderlich.

Die erforderliche Leistung für die Warmwasserbereitung ist unberücksichtigt.



## Heizlast Abschätzung

Orlowksi - Millstatt - sanierte Kastenfenster, Dichtungen neu

### Abschätzung der Gebäude-Heizlast auf Basis der Energieausweis-Berechnung

Berechnungsblatt

Bauherr		Planer / Baufirma / Hausverwaltung	
Orlowksi		BgA Baumeister & gew. Architekt Steiner GmbH.	
Liebigstr. 29		Kirchgasse 8	
D-47877 Willich		9800 Spittal/Drau	
Tel.:		Tel.: 0676 6332277	
Norm-Außentemperatur:	-12,4 °C	Standort:	Millstatt
Berechnungs-Raumtemperatur:	20 °C	Brutto-Rauminhalt der	
Temperatur-Differenz:	32,4 K	beheizten Gebäudeteile:	1.493,36 m³
		Gebäudehüllfläche:	990,42 m²

Bauteile	Fläche A [m²]	Wärmed.- koeffizient U [W/m² K]	Korr.- faktor f [1]	Leitwert [W/K]
AW01 Außenwand dick	106,31	1,178	1,00	125,19
AW02 Außenwand mittel	434,69	1,178	1,00	511,87
AW03 Außenwand Zubau	19,68	0,179	1,00	3,52
DS01 Dachschräge hinterlüftet	193,61	0,159	1,00	30,87
FE/TÜ Fenster u. Türen	77,62	1,330		103,20
EB01 erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdreich)	137,57	0,391	0,70	37,67
KD01 Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller	20,94	0,346	0,70	5,07
ZD01 warme Zwischendecke	0,01	0,559		
Summe OBEN-Bauteile	199,61			
Summe UNTEN-Bauteile	158,51			
Summe Zwischendecken	0,01			
Summe Außenwandflächen	560,68			
Fensteranteil in Außenwänden 11,3 %	71,62			
Fenster in Deckenflächen	6,00			
<b>Summe</b>			<b>[W/K]</b>	<b>817</b>
<b>Wärmebrücken (vereinfacht)</b>			<b>[W/K]</b>	<b>82</b>
<b>Transmissions - Leitwert</b>			<b>[W/K]</b>	<b>899,14</b>
<b>Lüftungs - Leitwert</b>			<b>[W/K]</b>	<b>125,84</b>
<b>Gebäude-Heizlast Abschätzung</b>	Luftwechsel = 0,38 1/h		<b>[kW]</b>	<b>33,2</b>
<b>Flächenbez. Heizlast Abschätzung (468 m²)</b>			<b>[W/m² BGF]</b>	<b>70,92</b>

Die Gebäude-Heizlast Abschätzung dient als Anhaltspunkt für die Auslegung des Wärmeerzeugers.  
Für die Dimensionierung ist eine Heizlast-Berechnung gemäß ÖNORM H 7500 erforderlich.

Die erforderliche Leistung für die Warmwasserbereitung ist unberücksichtigt.



## Heizlast Abschätzung

### Orlowksi - Millstatt - sanierte Kastenfenster mit Vakuumglas

#### Abschätzung der Gebäude-Heizlast auf Basis der Energieausweis-Berechnung

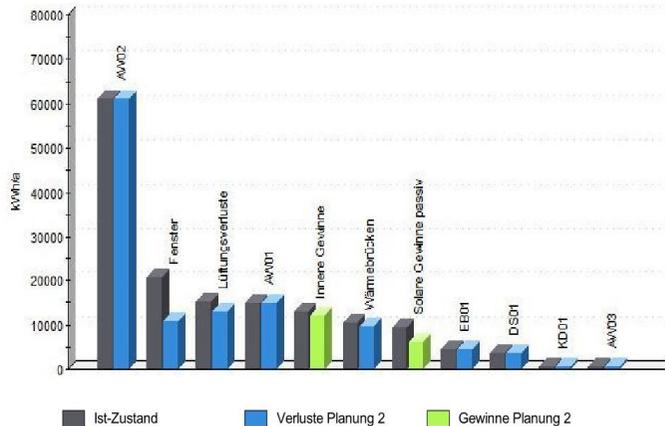
Berechnungsblatt

<b>Bauherr</b>		<b>Planer / Baufirma / Hausverwaltung</b>			
Orlowksi Liebigstr. 29 D-47877 Willich Tel.:		BgA Baumeister & gew. Architekt Steiner GmbH. Kirchgasse 8 9800 Spittal/Drau Tel.: 0676 6332277			
Norm-Außentemperatur:	-12,4 °C	Standort:	Millstatt		
Berechnungs-Raumtemperatur:	20 °C	Brutto-Rauminhalt der	beheizten Gebäudeteile:		
Temperatur-Differenz:	32,4 K		1.493,36 m³		
		Gebäudehüllfläche:	990,42 m²		
<b>Bauteile</b>	Fläche A [m²]	Wärmed- koeffizient U [W/m² K]	Korr.- faktor f [1]	Leitwert [W/K]	
AW01 Außenwand dick	106,31	1,178	1,00	125,19	
AW02 Außenwand mittel	434,69	1,178	1,00	511,87	
AW03 Außenwand Zubau	19,68	0,179	1,00	3,52	
DS01 Dachschräge hinterlüftet	193,61	0,159	1,00	30,87	
FE/TÜ Fenster u. Türen	77,62	1,161		90,08	
EB01 erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter Erdreich)	137,57	0,391	0,70	37,67	
KD01 Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller	20,94	0,346	0,70	5,07	
ZD01 warme Zwischendecke	0,01	0,559			
Summe OBEN-Bauteile	199,61				
Summe UNTEN-Bauteile	158,51				
Summe Zwischendecken	0,01				
Summe Außenwandflächen	560,68				
Fensteranteil in Außenwänden 11,3 %	71,62				
Fenster in Deckenflächen	6,00				
<b>Summe</b>			<b>[W/K]</b>	<b>804</b>	
<b>Wärmebrücken (vereinfacht)</b>			<b>[W/K]</b>	<b>80</b>	
<b>Transmissions - Leitwert</b>			<b>[W/K]</b>	<b>884,70</b>	
<b>Lüftungs - Leitwert</b>			<b>[W/K]</b>	<b>125,84</b>	
<b>Gebäude-Heizlast Abschätzung</b>	Luftwechsel = 0,38 1/h		<b>[kW]</b>	<b>32,7</b>	
<b>Flächenbez. Heizlast Abschätzung (468 m²)</b>			<b>[W/m² BGF]</b>	<b>69,92</b>	

Die Gebäude-Heizlast Abschätzung dient als Anhaltspunkt für die Auslegung des Wärmeezeugers.  
Für die Dimensionierung ist eine Heizlast-Berechnung gemäß ÖNORM H 7500 erforderlich.

Die erforderliche Leistung für die Warmwasserbereitung ist unberücksichtigt.

# Wärmeverluste



Gereicht nach Wärmeverluste Ist-Zustand		kWh/a	Veränderung
AW02 Außenwand mittel		60.995 → 60.995	-
Fenster		20.540 → 10.734	47,7 %
Lüftungsverluste		14.995 → 12.790	14,7 %
AW01 Außenwand dick		14.917 → 14.917	-
Innere Gewinne		12.891 → 12.057	-6,5 %
Wärmehürden		10.564 → 9.583	9,3 %
Solare Gewinne passiv		9.302 → 6.069	-34,8 %
EB01 erdanliegender Fußboden (<=1,5m unter)		4.489 → 4.489	-
DS01 Dachschräge hinterlüftet		3.679 → 3.679	-
KD01 Decke zu unconditioniertem ungedämmten Keller		605 → 605	-
AW03 Außenwand Zubau		420 → 420	-

In den zuvor angeführten Energieausweisberechnungen wird ersichtlich, dass die jeweiligen Verbesserungen an den Kastenfenstern mit einem **Istbestand U-Wert von 2,28 W/m²K** nach dem **Einbau von Dichtungen den U-Wert 1,33 – 1,55 W/m²K** und nach der Variante Einbau von Isolierglas bzw. **Vakuumglas in der Innenebene einen U-Wert von 1,16 W/m²K** ergeben. Somit bringt die Energieeinsparung am gesamten Gebäude (durch den Fensteranteil von rund 11,3 % in den Außenwänden) kaum Einsparungen. **Die Heizlast beim Istbestand liegt bei 81,82 W/m² BGF, nach dem Einbau von Dichtungen bei 70,92 W/m² BGF und nach dem Einbau von Vakuum- bzw. Isolierglas bei 69,92 W/m² BGF.** Trotz der thermischen Sanierung durch das Isolier- bzw. Vakuumglas liegt der Energiebedarf kaum über jenem nach dem Einbau von Dichtungen, da die **Isolierverglasung weniger Sonnenenergie von außen in den Raum durchlässt = Verlust solarer Gewinne.** Diese Tatsachen sind in den Überlegungen bei der Sanierung von historischen Kastenfenstern bzw. einem Fenstertausch mit zu berücksichtigen.

Abschließend ist der Sanierungskostenaufwand für den reinen Einbau einer **2-fach-Isolierverglasung von ca. 21.600 €** und beim Einbau von **Vakuumglas mit ca. 34.000 €** (beim gegenständlichen Objekt in Millstatt/Kärnten, mit 40 Stk. Kastenfenster) der möglichen Energieeinsparung jedenfalls gegenüberzustellen.

Rechenbeispiele:

**Kastenfenster Bestand unsaniert** z.B. U-Wert 2,5 W/m<sup>2</sup>K x m<sup>2</sup> Gesamtfensterfläche x Heizgrattage (z. B. 3.400) x 24 Std. / 1.000 = kWh/Jahr / 10 (für Öl) = Liter Öl pro Jahr x €/Liter = Heizkosten für das Fenster im Jahr

$$= 2,5 \times 1 \text{ m}^2 \times 3.400 \times 24 / 1.000 = 204 \text{ kWh} / 10 (\text{Öl}) \times 1,2 = \mathbf{24,48 \text{ €} / \text{Jahr}}$$

**Kastenfenster saniert mit Dichtungen** z. B. U-Wert 2,1 W/m<sup>2</sup>K

$$= 2,1 \times 1 \text{ m}^2 \times 3.400 \times 24 / 1.000 / 10 \times 1,2 = \mathbf{20,56 \text{ €} / \text{Jahr}}$$

**Isolierglasfenster neu mit 3-fach-Isolierverglasung** z. B. U-Wert 1,1 W/m<sup>2</sup>K

$$= 1,1 \times 1 \text{ m}^2 \times 3.400 \times 24 / 1.000 / 10 \times 1,2 = \mathbf{10,77 \text{ €}}$$

ohne Berücksichtigung der Kosten für den Fenstertausch, Folgekosten Fassade ...

Anmerkung:

Oftmals wird die **Entscheidung für einen Fenstertausch** und den Umstieg auf Isolierglassysteme aufgrund einer **Einzelbetrachtung der Wärmedämmwerte** der jeweiligen Fensteröffnungen getroffen. Man sollte jedoch das **gesamte Gebäude thermisch betrachten**, d. h. Außenwände, oberste und Kellergeschossdecke sowie die Dachschrägen. Dabei ist der Fensteranteil, in ein Verhältnis zur konditionierten Gesamtoberfläche zu setzen. Laut. der OIB-Richtlinie 3 Pkt. 9.1.1 muss in Aufenthaltsräumen die gesamte Lichteintrittsfläche (Architekturlichte von Fenstern, Lichtkuppeln, Oberlichtbändern etc.) mindestens 12 % der Bodenfläche eines Aufenthaltsraums betragen. Hier kann im Mittel davon ausgegangen werden, dass der **reine Fensteranteil üblicherweise zwischen rund 5 und 12 % der konditionierten Gesamtoberfläche** (Hüllfläche laut. Energieausweis) **und zwischen rund 9 und 20 % der konditionierten Bruttogeschossfläche** beträgt. Rechnet man nun aus der Bruttogeschossfläche rund 25 % Wandanteile heraus, so beträgt der reine Fensterflächenanteil der **konditionierten Nettofläche** rund **11 bis 25 %**.

Nutzungsdauer: Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs

Fenster aus Aluminium    Nutzungsdauer 40 – 60 Jahre

Fenster aus Holz            Nutzungsdauer 40 – 80 Jahre

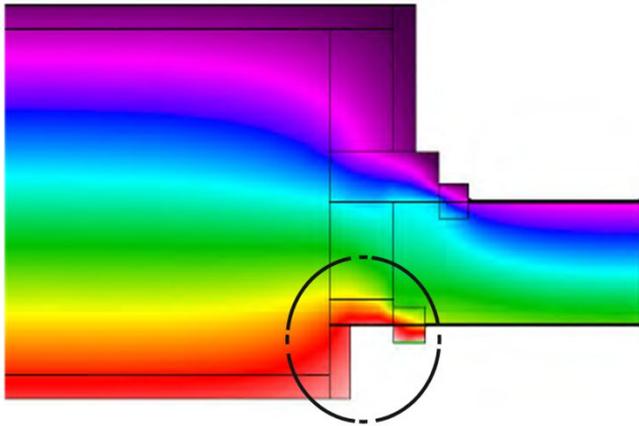
Fenster aus Kunststoff    Nutzungsdauer 30 – \* Jahre (\* keine Angabe)

Fenster aus Stahl            Nutzungsdauer 30 – 50 Jahre

Im Abschnitt „Beschläge“ werden für Fenster als Nutzungsdauer 25 bis 40 Jahre angegeben.

Im Abschnitt „Isolierverglasungen“ sind es 20 und mehr Jahre.

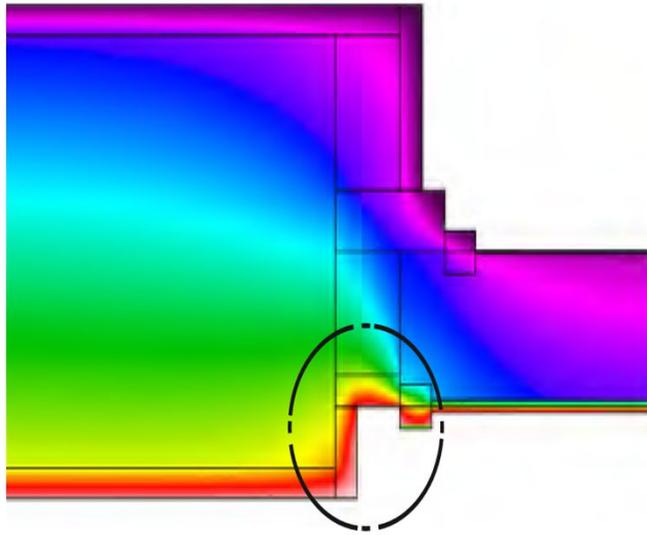
# Temperaturverlauf im Maueranschlussbereich eines Kastenfensters mit Einfachverglasung in beiden Flügelebenen



Das Kastenfenster hat in beiden Flügelebenen eine 4 mm starke Einfachverglasung mit einem U-Wert Glas ( $U_g$ ) von  $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , der gesamte U-Wert des Kastenfensters beträgt  $2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Unter den angenommenen Rahmenbedingungen von  $-10^\circ\text{C}$  Außentemperatur und  $+20^\circ\text{C}$  Innentemperatur wird die Oberfläche der inneren Scheibe bis auf  $8,1^\circ\text{C}$  und einzelne Stellen des Flügelrahmens werden auf  $10,8^\circ\text{C}$  abgekühlt, jedoch liegen sämtliche Temperaturen am Stockrahmen und an der Fensterlaibung mit zumindest  $16,1^\circ\text{C}$  deutlich darüber.

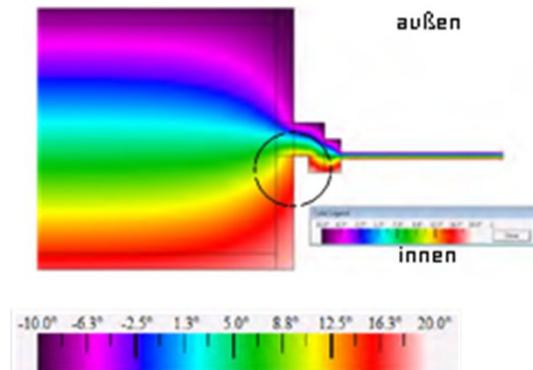
Unter erhöhten, aber durchaus noch üblichen Raumluftfeuchten von bis zu 70 % relativer Feuchte bei  $20^\circ\text{C}$  besteht keine Gefahr einer schädlichen Kondensat- oder Schimmelbildung.

# Temperaturverlauf im Maueranschlussbereich eines Kastenfensters mit innenseitiger Isolierverglasung



Das Kastenfenster hat in der Innenebene eine Zweischeiben-isolierverglasung mit einem  $U_g$  von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  und außen eine 4-mm-Einfachverglasung mit einem  $U_g$  von  $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Der gesamte U-Wert des Kastenfensters beträgt  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Unter den angenommenen Rahmenbedingungen von  $-10^\circ\text{C}$  Außentemperatur und  $+20^\circ\text{C}$  Innentemperatur wird die Oberfläche der inneren Scheibe nur noch auf eine Temperatur von  $16,6^\circ\text{C}$  abgekühlt, während sämtliche Temperaturen am Flügel, am Stockrahmen und an der Fensterlaibung mit zumindest  $15,3^\circ\text{C}$  zwar darunter liegen, aber bei erhöhten, jedoch durchaus noch üblichen Raumfeuchten von bis zu 70 % relativer Feuchte bei  $20^\circ\text{C}$  besteht weiterhin keine Gefahr einer schädlichen Kondensat- oder Schimmelbildung.

# Temperaturverlauf im Maueranschlussbereich eines Isolierglasfensters



Das Isolierglasfenster mit Blindstock und Zweischeibenisolierverglasung hat einen  $U_g$  von  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Unter den angenommenen Rahmenbedingungen von  $-10^\circ\text{C}$  Außentemperatur und von  $+20^\circ\text{C}$  Innentemperatur wird die Oberfläche der inneren Scheibe auf eine Temperatur von nur  $15,7^\circ\text{C}$  abgekühlt, während die Temperaturen am Flügelrahmen stellenweise auf  $11,9^\circ\text{C}$  und am Stockrahmen sowie in der Laibung auf  $13,4^\circ\text{C}$  absinken. Die dadurch erhöhten, aber durchaus noch üblichen Raumluftfeuchten von bis zu 70 % relativer Feuchte bei  $20^\circ\text{C}$  stellen bereits eine Gefahr für schädliche Kondensat- oder Schimmelbildung dar.

# Rechtliche Grundlagen und Förderungen

## Österreichische U-Werte für Bauteile nach der OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz

		Bauteil	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
1	WÄNDE	gegen Außenluft <sup>(1)</sup>	0,35
2	WÄNDE	gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume <sup>(1)</sup>	0,35
3	WÄNDE	gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen <sup>(1)</sup>	0,60
4	WÄNDE	erdberührt <sup>(1)</sup>	0,40
5	WÄNDE	(Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	1,30
6	WÄNDE	gegen andere Bauwerke an Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen <sup>(1)</sup>	0,50
7	WÄNDE	(Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	–
8	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden  (WG) gegen Außenluft <sup>(2,3)</sup>		1,40

## Deutsche U-Werte für Bauteile nach dem GEG (Gebäudeenergiegesetz)

Maximaler U-Wert von Außenbauteilen bei einer Änderung bestehender Gebäude:

Bauteil	U-Wert
Dämmung Außenwände	$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fenster und Fenstertüren	$U_w = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dachflächenfenster	$U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Austausch Fensterverglasung	$U_g = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fenstertüren mit Klapp-, Falt-, Schiebe- oder Hebemechanismus	$U_w = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$

## Skandinavische U-Werte für Fenster in Neubauten

### Doppelverglaste Kastenfenster:

Bei Fenstern die nachgerüstet wurden (Dichtungen und beschichtete Verglasung), können U-Werte von etwa 1,8 W/m<sup>2</sup>K angenommen werden. Bei unsanierten Kastenfenstern wird ein Wert von 2,5 W/m<sup>2</sup>K (Defaultwert) angenommen. Die Wärmeschutzvorschriften in Skandinavien variieren je nach Land, haben jedoch alle das Ziel, die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern und den Energieverbrauch zu senken. Hier sind die wichtigsten Punkte für die einzelnen Länder:

**Schweden:** Das schwedische Bauamt Boverket legt die Vorschriften fest. Neubauten dürfen einen maximalen **U-Wert von 1,0 W/m<sup>2</sup>K** für Fenster erreichen. Passivhäuser müssen U-Werte von 0,8 W/m<sup>2</sup>K oder darunter haben.

**Norwegen:** Die TEK (technische Vorschriften) bestimmen die Anforderungen. Neubauten sollten einen U-Wert von etwa **1,0 W/m<sup>2</sup>K** für Fenster einhalten. Für energieeffiziente Gebäude sind U-Werte von 0,8 W/m<sup>2</sup>K oder darunter gefordert.

**Dänemark:** Die dänischen Bauvorschriften (BR18) fordern **U-Werte von maximal 1,2 W/m<sup>2</sup>K** für Fenster in Neubauten. Für Passivhäuser gelten strengere Anforderungen.

**Finnland:** Die Vorschriften werden durch die finnische Bauverordnung Rakennuslaki geregelt. Die mindest-U-Werte für Fenster in **Neubauten müssen bei 1,0 W/m<sup>2</sup>K** liegen. Passivhäuser haben ähnliche Anforderungen wie in Schweden und Norwegen.

<https://www.boverket.se>

<https://www.dibk.no>

<https://byggningsreglementet.dk>

<https://ym.fi/etusivu>

## Förderungen:

Bei den **Wohnbauförderungen der Länder** werden die Förderungen auch nach dem Umfang der zu sanierenden Gebäudehülle berechnet. Das heißt, bei Einzelmaßnahmen wird ein geringer Prozentsatz der Kosten, bei zwei Maßnahmen ein erhöhter Prozentsatz und bei drei Maßnahmen an der Gebäudehülle der maximale Prozentsatz als Einmalzuschuss (in der Regel auf zehn Jahre verteilt) ausbezahlt. Diese Angaben können von Bundesland zu Bundesland verschieden sein. Um den maximalen Fördersatz zu bekommen, sind jedenfalls mindestens drei Maßnahmen umzusetzen bzw. Dämmebenen zu sanieren.

Die geplanten Sanierungsmaßnahmen werden wie folgt gegliedert:

- **Erhöhung des Wärmeschutzes einzelner Bauteile**
- **Energieeffiziente energetische Sanierung**
- **Umfassende energetische Sanierung**

Beispiel 1: Außenwände, oberste Geschossdecke/Dachschräge und Kellergeschossdecke sind in Summe drei Ebenen.

Beispiel 2: Außenwände, oberste Geschossdecke od. Dachschräge und die Fenster sind in Summe drei Ebenen.

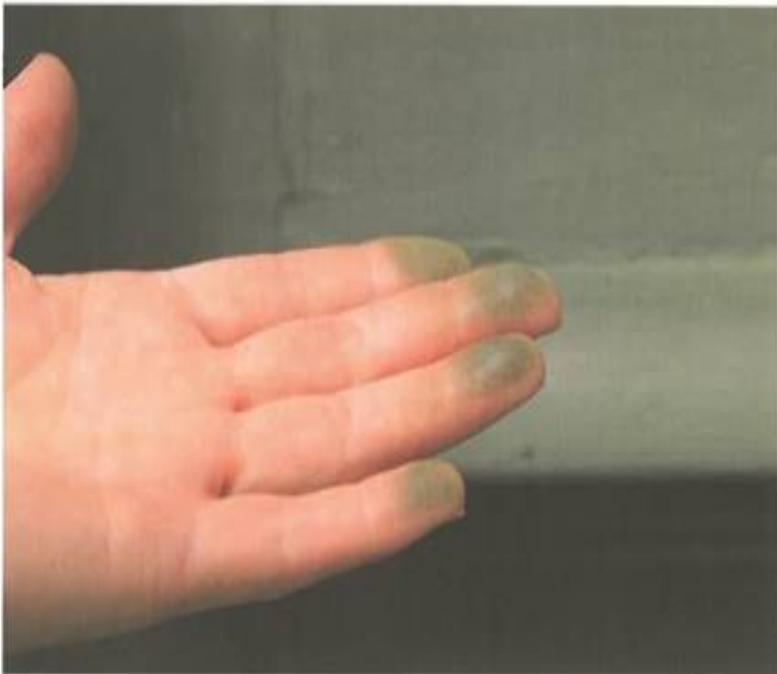
Anmerkung: Es eine Richtlinie vom Bundesdenkmalamt unter dem Titel „Energieeffizienz am Baudenkmal 1“, Fassung Stand September 2021. Hier werden die denkmalverträglichen Maßnahmen in Kapitel 4.5 „Fenster“ ab Seite 34 umfassend beschrieben. Anzumerken wäre hier noch, dass diese empfohlenen Maßnahmen auch auf historische Kastenfenster, die nicht unter Schutz stehen, angewendet werden sollten, da diese **Richtlinie von ExpertInnen verfasst wurde und von hoher Qualität ist.**

Anmerkungen: Förderungen vom Bund z.B. von der KPC sind derzeit nicht beantragbar!?

# Allgemeines zur Fenstersanierung und Arbeitsweise

## Beginn der Arbeiten – Bestandsaufnahme und Befundung

Gealterter Ölanstrich – Bindemittelabbau



Gealterter Ölanstrich – Krakelees



**Grundsätzlich ist von einem traditionellen Leinöl-Anstrich auszugehen. Ölanstrich sind diffusionsoffen und lassen eingedrungene Feuchte wieder entweichen.**

**Lackanstriche sind dicht. Durch entstandene Risse dringt Feuchte ein und das Holz beginnt darunter zu faulen.**

# Entfernen der Farbschichten bei Ölanstrichen

Grundsätzliches:

Bei reinen Ölanstrichen sind lose Flächen zu entfernen und verschmutzte Flächen zu reinigen (schwaches Ammoniakwasser = eine Kaffeetasse Ammoniak auf 10 Liter Wasser). Über **verbleibende Ölschichten kann ohne Bedenken neu mit Öl beschichtet werden. Ein gänzlich „Entfernen“ ist nicht notwendig, da die Witterung und Sonneneinstrahlung die Farbe selbstständig reduziert.**

Sollen oder müssen die **Farbschichten** entfernt werden, kann dies mit einem **Heißluftföhn** oder einem **Infrarotgerät (Speedheater)** erfolgen. Ein **Ablaugen oder ein maschinelles Abschleifen** (Substanzverlust) von Ölfarben ist **nicht anzuraten**, geht auch kaum vernünftig.



Werkzeuge, diverse Schaber

**Heißluftföhn**



**Infrarotgerät bzw. Speedheater**



**Der Speedheater hat den Vorteil, dass er den Kitt auch weich macht und nicht in der Hand gehalten werden muss! Mit Karton und Alu-Folie das Glas abdecken (Hitzeschutz)**

## Untergrundvorbereitung und Grundanstrich in Öltechnik

Bei der Untergrundvorbereitung sind Fehlstellen im Holz auszubessern bzw. zu tauschen (grundsätzlich mit dem gleichen Holz wie der Bestand). Herkömmliche, handelsübliche Holzleime können hier verwendet werden. Von Epoxidharzen, Kunststoffen und dgl. ist abzuraten, da sie eine höhere Härte als das Holz aufweisen bzw. das Leinöl nicht eindringen kann.

Anmerkung:

„Das **Leinölmolekül ist um ca. ein 50 x kleiner als ein Kunstharzmolekül und 10 x kleiner als die engsten Passagen im Zellkern des Holzes**“ und dringt sehr tief in die Holzmatrix ein. Dort nimmt es bei der Trocknung an Volumen zu und imprägniert damit das Holz, ohne es in seiner Eigenschaft, Feuchtigkeit aufzunehmen und abzugeben, zu beeinträchtigen.

**Kleine Fehlstellen, wie z. B. Löcher und Risse, können auch mit Leinöl-Fensterkitt ausgefüllt** werden (Achtung: auf Außenflächen eher sparsam anwenden), größere Fehlstellen mit kompatibelem Holzkitt aus dem Fachhandel. Fehlende, vermorschte oder gebrochene Teile sind mit Holz (wenn möglich überblattet mit Schrägschnitt) zu ergänzen.

Zu empfehlen: Blockseminar: Anstriche auf Holzoberflächen, Kartause Mauerbach



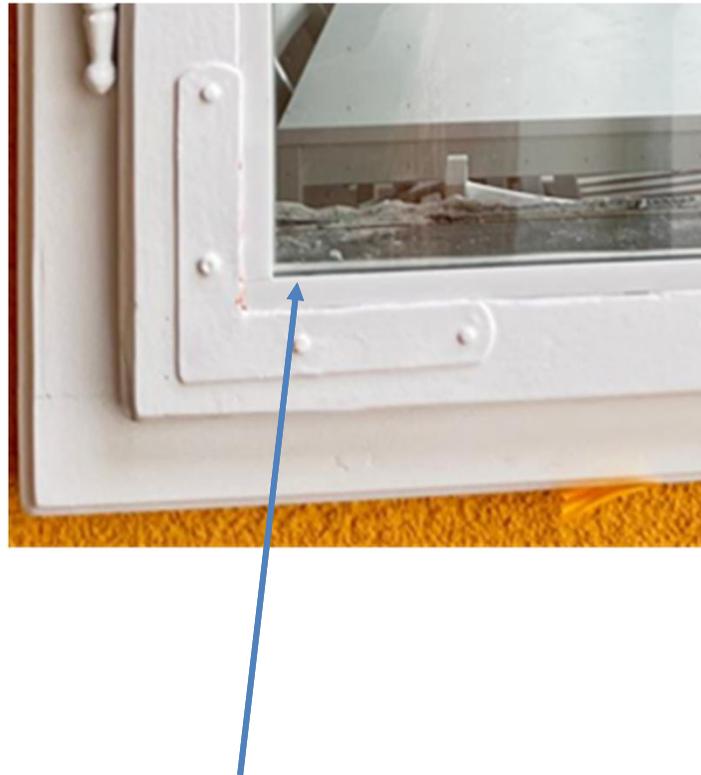
Wichtige Anmerkung:

Da Leinöl bei der Trocknung (Luft) eine chemische Reaktion auslöst (Oxidation), müssen mit Leinöl getränkte Stofflappen und Faustpinsel luftdicht (z. B. in einer größeren Blechdose) gelagert werden, da es zu einer Selbstentzündung kommen kann!

Für Ölanstriche müssen Faustpinsel verwendet werden. Herkömmliche flache und langhaarige Lackpinsel sind hier ungeeignet. Durch die Faustpinsel wird das Öl in die Holzstruktur einmassiert („vertrieben“) und nicht, wie mit üblichen Pinseln, auf die Holzoberfläche aufgetragen bzw. „draufgelegt“.



Sollte als **Innenflügel eine 2-fach-Isolierverglasung oder ein Vakuumglas eingesetzt werden**, ist eine **Kittanwendung nicht möglich**. Hier sind spezielle Anpassungen am Kittfalz notwendig. Entweder lässt sich der Glasfalz ausreichend weit vergrößern und an die Isolierglasdicke (mind. 4/4/4 mm,  $U_g$ -Wert ca. 1,10 bis 1,20 W/m<sup>2</sup>K) anpassen oder es wird der Flügel in diesem Bereich verbreitert. Bei einer Verglasung mit **Vakuumglas (mind. ca. 7 bis 9 mm Gesamtdicke,  $U_g$ -Wert ca. 0,60 W/m<sup>2</sup>K)** ist der Falz meistens so tief, dass das Glas mit einem **Kunststoff- oder Metallwinkel und Montagekleber** eingeklebt werden kann (siehe nachfolgende Abbildung).



Wenn die **Kittfasen mit Öl** gestrichen werden, dann **1 bis 2 mm in das Glas hineinstreichen** und das **Glas nicht abkleben**. Der Anstrich bzw. „Beschnitt“ zum Glas muss freihändig erfolgen, damit der Anstrich zum Glas hin keinen scharfen bzw. eckigen Anschluss hat, wo Niederschlagswasser stehen bleiben kann.



## Metallbeschichtung

Bei Metallteilen geht es besonders um den **Rostschutz**. Es gibt eine Vielzahl handelsüblicher Rostschutzmittel, die teilweise auch für einen Ölstrich tauglich sind. Hier ist die Beratung im Fachhandel wichtig, da nicht alle Rostschutzmittel langzeittauglich sind. Hier kommt nun wieder die traditionelle Arbeitsweise mit **Bleiseife und Bleiminium / oder Bleimennige** zur Anwendung. Bleiminium, auch Bleimennige genannt, wird bereits seit Jahrhunderten als Rostschutz verwendet.



## Aufbau eines Ölanstrichs – Grund-, Zwischen und Schlussanstrich

**Ölfarben bestehen aus Leinöl und natürlichem Pigment.** Ein natürliches Pigment ist ein **Steinmehl, das aus fein gemahlene Steinen besteht und je nach ihrer Farbe eigene Namen hat.** Dieses feine Steinmehl wird dann mit dem Leinöl auf einer glatten Platte, z. B. aus Stein, mit einem „Anreiber“ aus Stein, Glas oder Metall so lange „angerieben“, bis eine einheitliche Farbe entsteht. Es sind grundsätzlich keine weiteren Zusätze notwendig. Natürlich müssen die Ölfarben nicht selbst hergestellt werden. Es gibt eine Vielzahl von Händlern, die gute Ölfarben anbieten.



1. Schritt  
Freilegung, Imprägnierung mit  
Leinöl, Einschleifen mit Bimsstein

2. Schritt  
1 Zwischenbeschichtungen mit  
Leinöl und Pigment

3. Schritt  
Schlussbeschichtung mit Leinöl  
und Pigment bzw. Standöl

= **polymerisiertes Leinöl**, das durch **langes Erhitzen von rohem Leinöl** unter Luftabschluss bei ca. 250–300 °C hergestellt wird. Dabei entstehen lange Molekülketten, die zu einer besseren Filmbildung und höheren Witterungsbeständigkeit führen.

Nach der **ausreichenden Trocknung** der Leinölimprägnierung und dem „**Einschleifen**“, z. B. mit **einem Bimsstein oder einem bereits verbrauchten Schleifpapier**, kann der erste Ölgrundanstrich (es gilt wieder der Grundsatz „fett auf mager“) aufgebracht werden. Das Einschleifen dient dazu, dass die **aufstehenden Holzfasern geglättet** werden. Nach dem Einschleifen kann eventuell noch eine ergänzende Verkittung von Löchern und Beschädigungen notwendig sein.

Zu **frühe Folgebeschichtungen** auf der Imprägnierung führen dazu, dass der **darunter liegende Ölanstrich zu wenig Sauerstoff bekommt** und dadurch länger (oft Wochen) zum Trocknen braucht. (Ölanstriche benötigen Luft zum Trocken). Hier nützt auch die Zugabe von Trocknungsbeschleunigern, wie Sikkativen oder Lösungsmitteln nichts, sondern beeinträchtigt vielmehr die Anstrichqualität. Zu beachten sind hier aber auch die Verarbeitungstemperaturen von Ölanstrichen. Als unterste Grenze werden laut den Herstellern mind. 5°C angegeben. Zu empfehlen sind übliche Raumtemperaturen, da sich das Öl durch die mit der Temperatur zunehmende Viskosität am leichtesten verarbeiten lässt.

Nach dem ersten Grundanstrich erfolgt der **Zwischenanstrich** mit Ölfarbe. Nach einer **Trocknungszeit von ca. 2 bis 4 Tagen erfolgt der Schlussanstrich mit Standölfarbe**. Standöl ist nichts anderes als eine mit 5 bis 10 % Standöl angereicherte pigmentierte Leinölfarbe. Dieser Anstrich ist einfacher aufzutragen, da der Untergrund bereits „fett“ ist. Der Anstrich verläuft auf der Oberfläche besser als der erste und zweite Anstrich. Er reflektiert durch seinen höheren Glanz die Sonneneinstrahlung und ist besonders wetterbeständig.

Auch hier sind die **Trocknungszeiten von ca. 3 bis 5 Tagen einzuhalten, damit die Flügel nach dem Einhängen nicht zusammenkleben**. Hier kann man sich mit Magnesiummehl, dem sogenannten „**Federweiß**“ (Talkum als Trennmittel), helfen. Dieses Mehl wird auf die gemeinsamen Stoßstellen der Flügel leicht aufgespritzt und verhindert ein Zusammenkleben. Achtung: Zusammengeklebte Fensterflügel bekommt man sehr schwer wieder auseinander.

**Zusammenfassung der Schritte:**

Freilegen mit Wärme, z. B. Speedheater	Beschädigungen vermeiden
Reparatur von Schäden am Holz	dasselbe Holz verwenden
Imprägnierung mit Leinöl ohne Pigment	Trocknungszeit 1 Tag
Einglasen der Flügel, Montage der Metallteile	Kittfalz, Bleiseife und Bleiminium
Achtung: Trocknungszeit der Kittfase	3 bis 4 Wochen!
1. Grundanstrich = Ölfarbe mit Pigment	Trocknungszeit 1 – 3 Tage
2. Anstrich/Zwischenbeschichtung = Ölfarbe mit Pigment	Trocknungszeit 2 – 4 Tage
Schlussanstrich mit Standölfarbe = Ölfarbe mit Pigment und Standöl	Trocknungszeit 3 – 5 Tage
Montage der Metallteile	Griffe, Reiber etc.
Einhängen der Flügel	evtl. Federweiß gegen Verkleben
Pflege mit Ladenöl und Stofflappen	grundsätzlich alle 1 – 2 Jahre
Wartung/Grundanstrich	alle 5 – 10 Jahre
Sanierung/Neuanstrich	alle 25 – 30 Jahre, je nach Pflege/Wartung

## Ladenöl zur Pflege

**Ladenöl** ist ein natürliches **Pflege- und Auffrischungöl für abgewitterte und verblasste Leinöl- und Standölanstriche**. Es hat eine hohe Eindringtiefe in saugende Altbeschichtungen und ist wetterfest. Diese Anwendung ist, wie schon zuvor beschrieben wurde, eine Pflegemaßnahme, um **abgewitterte** und **dadurch kreidende Ölanstriche aufzufrischen**, und bringt den ursprünglichen Farbton und Glanz zurück. Der Name „Ladenöl“ kommt von der Pflege der mit Öl beschichteten Fensterläden, da deren Lamellen immer beweglich sein müssen und nicht verkleben sollen.



# Öl-Kasein-Anstriche

## Eine Alternative für Anstriche (fast) ohne Trocknungszeiten

In einer Projektgruppe, unter der Leitung von Fr. Arch.<sup>in</sup> DI<sup>in</sup> Marie-Theres Holler (Schlossbesitzerin) wurden im Jahr 2022 angepasste Ölkaseinanstriche hergestellt und an historischen Kastenfenstern im Schloss Hornegg in Preding/Steiermark untersucht.

### Herstellen von Farbstoff (Pigment-Füllstoff-Teig)

Pigment mit Füllstoff und Wasser anteigen und über Nacht stehen lassen (einsumpfen) und später wird das Leinöl dazu gemischt. Vereinfacht betrachtet stellt diese Farbe eine Art Leimfarbe dar, die schneller trocknet als die reine Leinölfarbe, jedoch nicht so tief ins Holz eindringt.

Als Pigment bzw. Füllstoff für die Farbe Weiß wurden Lithopone, Rotsiegel 30 % (Firma Boesner oder Gerstaecker) verwendet. Lithopone ist ein weniger stark deckendes schneeweißes Pigment zum Aufhellen und zur Herstellung von Öl-, Acryl- und Temperafarben. Es ist auch mit anderen Pigmenten gut mischbar, absolut lichtecht und durch den Zinkgehalt antibakteriell.

Beispiel: 0,25 Liter Füllstoff/Lithopone + Schwarzpigment (z. B. Reb- oder Eichenschwarz) mit etwas Wasser anteigen. So ein angeteigtes Pigment kann über Jahre im Kübel, luftdicht mit Wasser abgedeckt, stehen bleiben.

### Herstellen einer Bindemittlemulsion (Kasein-Öl-Emulsion)

Ausgangsbasis:

4 Teile Magertopfen (hat einen höheren Kaseingehalt als fetter Topfen) und 1 Teil Sumpfkalk (gelöschter Kalk).

#### Herstellen der Farbe

Kasein-Öl-Emulsion und angeteigtes Pigment miteinander vermischen.

1:2,25 (Kasein-Öl zu Pigment). Ergebnis: bereits abriebfest, aber noch nicht so hart wie die Mischung 1:2,00. Die Mischung 1:2,25 wurde im Anschluss für die Beschichtung der historischen Kastenfenster und deren Fensterläden herangezogen.

## Lackbeschichtungen

Es bestehen Unterschiede im Schadensbild und in der Beschichtung, da moderne „Lackbeschichtungen“ im Gegensatz zu Ölanstrichen abblättern und sich vom Untergrund lösen. Lackbeschichtungen sind nicht diffusionsoffen und lassen eingedrungene Feuchtigkeit nicht wieder an die Oberfläche. Darunter entstehen dann Feuchtnester, die zu Holzfäulnis und Abblättern der Farbe führen. Grundsätzlich gilt, dass Lasuren und Lacke nicht so tief in das Holz eindringen, sondern eher oberflächlich am Holz anhaften.

Vom reinen Ölanstrich zu den heute modernen Lacken und Beschichtungssystemen auf Holz gab es einen langsamen Übergang. Einige Beispiele, die heute kaum mehr Verwendung finden:

Halböl: 50 % Leinöl und 50 % Lösungsmittel

Harttrockenöl: verkochtes Leinöl mit Kopalharz

Öllack: Mischung von Öl und Harz, mit Leinölanstrichen zum Teil verträglich

Harze: Dammarharz, Kopalharz und Kiefernharz aus Bäumen, später/heute künstliche Harze wie Alkyd- und Acrylharz



**Wartung von Holzfenstern, Wartungsintervalle der Lackbeschichtungen**  
 Kontrolle, Instandhaltung und Instandsetzung

Art	Farbe	Lage	Wartungsintervall
<b>Lasuren</b>			
Mehrschichtlasur ca. 20.–.60 µm		geschützt	3 – 4 Jahre
		exponiert	2 Jahre
	dunkel	geschützt	4 – 5 Jahre
		exponiert	3 Jahre
Doppelschichtlasur > 60 µm	hell	geschützt	4 Jahre
		exponiert	3 Jahre
	dunkel	geschützt	6 Jahre
		exponiert	5 Jahre
<b>Deckende Beschichtungen</b>			
Deckender Anstrich mittelschichtig ca. 30 –.60 µm	hell	geschützt	8 Jahre
		exponiert	6 Jahre
	dunkel	geschützt	6 Jahre
		exponiert	5 Jahre
Deckender Anstrich			
dickschichtig > 60 µm	hell	geschützt	10 Jahre
		exponiert	8 Jahre
	dunkel	geschützt	8 Jahre
		exponiert	6 Jahre

# Lebenszykluskosten und Entscheidungskriterien

## Allgemeine Ausgangslage und Betrachtungen:

Die historischen Kastenfenster sind bereits im Gebäude vorhanden, grundsätzlich sanierbar und müssen nicht neu angekauft werden. Man geht nun davon aus, dass ein Gebäude aus vielerlei Gründen saniert werden sollte. Hierfür sind die steigenden Energiekosten, technische Verbesserungen, Qualitätsstandards, Nutzerwünsche und dergleichen verantwortlich. Um nun den Entscheidungsträgern eine Hilfe zu bieten, sollen die nachfolgenden Kostenansätze, Berechnungen und Informationen eine Unterstützung bei weiteren Entscheidungen sein.

Annahme für die Berechnungen:

Historisches Bestandskastenfenster in Ziegelmauerwerk

Breite 110 cm, Höhe 130 cm (Abmessungen angenommen)

2-flügelig, nach innen öffnend, ohne Oberlichte

Einfachglas: 2 bis 3 mm Floatglas (kein mundgeblasenes Glas) mit Kittfugen

Bei modernen Isolierglasfenstern beträgt der **Glasabstand zwischen Innen- und Außenluft üblicherweise 4 bis 16 mm** und ist meist mit einem **Edelgas gefüllt**. Als Abdichtung an den Rändern dieser Isoliergläser dienen **verklebte Randverbundsysteme mit Trennstegen**. Diese Edelgasfüllungen unterliegen dem **Gesetz der Entropie**, wodurch sich mit der Zeit ein **Gleichgewichtszustand mit der Umgebungsatmosphäre** einstellen kann. Weiters ist die Gasfüllung bzw. der verklebte Trennsteg wechselnden Umwelteinflüssen und Luftdruckschwankungen ausgesetzt, was sich als eine **ständige Pumpbewegung** auf den Isolierglaszwischenraum und den Randverbund auswirkt. Diese Faktoren wirken sich über die Zeit (ca. 25 – 30 Jahre) **nachteilig auf die Dichtigkeit der Gasfüllung und die generelle Dämmwirkung** der Isoliergläser aus. Aus diesem Grund sind hier Lebenszyklusbetrachtungen wesentlich aussagekräftiger.

## **Aktuelle Forschungen an Kastenfenstern – Projekte „simply smart“, „SanKast“ und „CoolAIR“**

### **Ergebnis - des Projekts „SanKast“**

Die 2-fach-Isolierverglasungen ergeben eine 9 bzw. 10 % Reduktion des rechnerischen Heizwärmebedarfs, die 3-fach-Isolierglasvariante eine geringfügig höhere von 12 %. Trotz des vermeintlich sehr geringen  $U_g$ -Werts von 0,60 W/m<sup>2</sup>K ergeben sich aufgrund des deutlich reduzierten Gesamtenergiedurchlasses damit auch gleichzeitig geringere solare Gewinne.

Vgl. Interdisziplinärer Ausschuss Historische Gebäude, Architekten Kammer Wien - Protokoll vom 12.07.2023, S 2

### **Ergebnis - des Projekts „CoolAIR“**

Ziel der Untersuchung war es die Nachtlüftung und die tageslichtoptimierte Verschattung anhand eines historischen Kastenfensters zu beurteilen.

Vgl. Interdisziplinärer Ausschuss Historische Gebäude, Architekten Kammer Wien - Protokoll vom 12.07.2023, S 3

### **Ergebnis – des Projekts Fenster ‚Janus‘**

Bei dem von der Holzzeit Murau und dem Holzcluster Steiermark ausgelobten internationalen Fensterwettbewerb „Holzfenster der Zukunft“ konnte das Fenster „Janus“ von DI. Dr. techn. Friedrich Idam den dritten Platz erreichen. Die Fensterkonstruktion wurde für den Einsatz in denkmalgeschützten Objekten des UNESCO-Welterbegebiets Hallstatt entwickelt.

<https://www.idam.at/projekte>

### **„VAMOS – Vakuumglas-Kastenfenster: Performance-Monitoring in Sanierungsprojekten“**

Zur Beantwortung der Fragestellung, wie sich die thermische Verbesserung von historischen Kastenfenstern durch eine Vakuumverglasung verhält, wurde für das Projekt „VAMOS“ ein maßgeschneidertes Konsortium wissenschaftlicher Partner, bestehend aus der TU Wien und der Holzforschung Austria und fünf Klein- und mittelständischer Unternehmen aus der Tischlerbranche zusammengestellt. Die zugehörigen Messungen zeigten zu niedrige Temperaturen im Luftraum zwischen den Fensterflügeln. Eine weitere Anwendung von Vakuumglas an der Innenseite führte zu einer sehr guten Wärmedämmung und In-situ-U-Werten von etwa 0,6 W/m<sup>2</sup>K. In beiden Fällen ist auf eine lückenlose innere Dichtebene zu achten. Besonders niedere Temperaturen ergaben sich im Randverbundbereich der Vakuumverglasung, da es hier zu Wärmebrücken kommt. Neben dem erhöhten Kondensatrisiko im Randbereich der Vakuumverglasung erfordern auch die Abstandhalter, die als kleine schwarze Punkte in der Verglasung sichtbar sind, zukünftig bessere Lösungen.

*Bundesministerium, Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Bericht aus Energie und Umweltforschung, 29/2023, S 22, 122 - 126*

<b>Variante 1, Ausgangslage 1, thermische Verbesserung mit Dichtung</b>					
<b>Pos.</b>	<b>Stundensatzbasis mit Fremdleistung 75 € / Std.</b>	<b>Std/m<sup>2</sup></b>	<b>Std. i.M.</b>	<b>EhPr.</b>	<b>€ brutto</b>
1	Freilegung 4 x Flügel samt Stock und Fensterbank, Zwischenraum 18 - 24 cm inkl. Demontage und Freilegung Metallteile, Gesamtoberfläche beschichtet 4,8 m <sup>2</sup>	2,5	12,0	75	900
2	tischlermäßiger "Nachrichten" der Hölzer, Auskittungen ...	0,4	2,0	75	150
3	einfräßen Dichtungen im Stock, Rostschutz der Metallteile + Montage	0,2	1,0	75	75
4	Imprägnierung mit Leinöl, Fensterflügel, Stock, Fensterbank	0,2	1,0	75	75
5	geringe Nachbesserungen, Einschleifen der Holzoberflächen	0,2	1,0	75	75
6	Einglasen, Kittfuge, geringe Nachbesserungen	0,4	2,0	75	150
7	Grundanstrich, Zwischenanstrich und Endanstrich/Standöl inkl. Zwischenlagerung und Manipulation	1,0	5,0	75	375
9	Montage der Beschläge, Drücker, Griffe, Stangen, Dichtungen ...	0,2	1,0	75	75
10	Materialaufwand für Ölfarben, Kitt, Bleimimium, Dichtungen, divers ...				150
11	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster	1 - 10			2.025
12	Pflege, Leinölauffrischung in 7 Jahren 1 x / Jahr	1,5	7,0	75	525
13	Wartungsanstrich alle 8 Jahre	0,8	4,0	75	300
14	Pflege, Leinölauffrischung in 7 Jahren 1 x / Jahr	1,5	7,0	75	525
15	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster 2.ter Inverall				2.025
16	Materialaufwand für Ölfarben, Kitt, Bleimimium, Dichtungen, divers ...				150
17	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster 2.ter Inverall Anm: + 7 Pfl. + 8 Wart. + 7 Pfl. + 8 Jahre zur Neubeschichtung = 30 Jahre	12 - 16			3.525
18	Endaufwand f. Pflege, Wartung, Verbesserung Kastenfenster in 30 Jahren U-Wert Fenster nach thermischer Verbesserung 2,05 W/m <sup>2</sup> K lt. Messung	11 + 17			5.550
	Kastenfenster thermisch verbessert, Fenster U-Wert		2,05 W/m <sup>2</sup> K		
	Gesamtarchitekturlichte = 1,10 m x 1,30 m =		1,43 m <sup>2</sup>		
	Heizgradtage bei -10°C außen und 20°C innen, i. Mittel für Kärnten		3.400 Tage		
	= U-Wert x m <sup>2</sup> Architekturlichte x HGT x 24 Std =		239.210 Wh/Jahr		
			239 kWh/Jahr		
	= kWh/Jahr / Energieträger z. B. Öl = 10		24 Lit. Öl/Jahr		
	Ölpreis aktuell brutto € / Liter /Jahr	1,20 €	29 € / Jahr		
19	Ölkosten für das Fenster in 30 Jahren				861
	Gesamtkosten, thermisch verbessertes Kastenfenster inkl. Energiebedarf ohne Lüftungswärmeverluste, ohne solare Gewinne, o. Zinsen	18 + 19			6.411
	Kosten x (1+Zinssatz)/100 x Laufzeit				
	Verzinsung der Investition	Zinssatz	3 % /Jahr		
	Laufzeit		30 Jahre		
	Gesamtkosten in 30 Jahren		6.411		
	Gesamtkosten in 30 Jahren verzinst		7.693		
	Gesamtkosten in 60 Jahren		12.080		
	Gesamtkosten in 60 Jahren verzinst		14.495		
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren		861		
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren verzinst		1.033		
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren		1.895		
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren verzinst		2.273		

<b>Variante 1, Ausgangslage 2, thermische Sanierung - 2-fach Isolierglas</b>					
<b>Pos.</b>	<b>Stundensatzbasis mit Fremdleistung 75 € / Std.</b>	<b>Std/m²</b>	<b>Std.</b>	<b>EhPr.</b>	<b>€ brutto</b>
1	Freilegung 4 x Flügel samt Stock und Fensterbank, Zwischenraum 18 - 24 cm inkl. Demontage und Freilegung Metallteile, Gesamtoberfläche beschichtet 4,8 m²	2,5	12,0	75	900
2	tischlermäßiger "Nachrichten" der Hölzer, Auskittungen ...	0,4	2,0	75	150
3	einfräßen Dichtungen im Stock, Rostschutz der Metallteile + Montage	0,2	1,0	75	75
4	Imprägnierung mit Leinöl, Fensterflügel, Stock, Fensterbank	0,2	1,0	75	75
5	geringe Nachbesserungen, Einschleifen der Holzoberflächen	0,2	1,0	75	75
6	Einglasen mit neuem 2-fach Isolierglas 4/6/4 mm mit Kunststoffwinkel 20/10 mm, einkleben, Silikonfugen, Einschleifen	0,6	3,0	75	225
7	Grundanstrich, Zwischenanstrich und Endanstrich/Standöl inkl. Zwischenlagerung und Manipulation	1,0	5,0	75	375
9	Montage der Beschläge, Drücker, Griffe, Stangen, Dichtungen ...	0,2	1,0	75	75
10a	Materialaufwand für 2-fach Isolierglas, Kunststoffwinkel + Silikonfugen				360
10b	Materialaufwand für Ölfarben, Kitt, Bleimimium, Dichtungen, divers				150
11	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster	1 - 10b			2.460
12	Pflege, Leinölauffrischung in 7 Jahren 1 x / Jahr	1,5	7,0	75	525
13	Wartungsanstrich alle 8 Jahre	0,8	4,0	75	300
14	Pflege, Leinölauffrischung in 7 Jahren 1 x / Jahr	1,5	7,0	75	525
15	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster 2.ter Intervall				2.460
16	Materialaufwand für Ölfarben, Kitt, Bleimimium, Dichtungen, divers				150
17	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster Anm: + 7 Pfl. + 8 Wart. + 7 Pfl. + 8 Jahre zur Neubeschichtung = 30 Jahre	12 - 16			3.960
18	Endaufwand f. Pflege, Wartung, Sanierung Kastenfenster in 30 Jahren U-Wert Fenster nach thermischer Sanierung 1,10 W/m²K lt. Messung	11 + 17			<b>6.420</b>
	Kastenfenster thermisch saniert, Fenster U-Wert			1,1 W/m²K	
	Gesamtarchitekturoberfläche = 1,10 m x 1,30 m =			1,43 m²	
	Heizgradtage bei -10°C außen und 20°C innen, i. Mittel für Kärnten			3.400 Tage	
	= U-Wert x m² Architekturlichte x HGT x 24 Std =			128.357 Wh/Jahr	
				128 kWh/Jahr	
	= kWh/Jahre/ Energieträger z.B. Öl = 10			13 Lit. Öl/Jahr	
	Ölpreis aktuell brutto € / Liter	1,2	15	€/Jahr	
19	Ölkosten für das Fenster in 30 Jahren				<b>462</b>
	Gesamtkosten, thermisch saniertes Kastenfenster inkl. Energiebedarf ohne Lüftungswärmeverluste, ohne solare Gewinne, o. Zinsen	18 + 19			<b>6.882</b>
	Kosten x (1+Zinssatz)/100 x Laufzeit				
	Verzinsung der Investition	Zinssatz		3 % /Jahr	
	Laufzeit			30 Jahre	
	Gesamtkosten in 30 Jahren			6.882	
	Gesamtkosten in 30 Jahren verzinst			<b>8.259</b>	
	Gesamtkosten in 60 Jahren			12.681	
	Gesamtkosten in 60 Jahren verzinst			<b>15.217</b>	
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren			462	
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren verzinst			<b>555</b>	
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren			1.017	
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren verzinst			<b>1.220</b>	

Variante - optional Materialaufwand für eine Vakuumverglasung $U_g = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$			
mit Kunststoffwinkel und Silikonfugen, lt. Angebot der Fa. Julius Fritsche GmbH.			
siehe im Anhang = 850 € Material			
U-Wert nach thermischer Sanierung $1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ lt. Energieausweis			
Gesamtkosten, thermisch saniertes Kastenfenster inkl. Energiebedarf		<b>7.272</b>	
davon Energiekosten		<b>362</b>	
Kosten x (1+Zinssatz)/100 x Laufzeit			
Verzinsung der Investition	Zinssatz	3 % /Jahr	
Laufzeit		30 Jahre	
Gesamtkosten in 30 Jahren		7.272	
Gesamtkosten in 30 Jahren verzinst		<b>8.727</b>	
Gesamtkosten in 60 Jahren		15.999	
Gesamtkosten in 60 Jahren verzinst		<b>19.199</b>	
davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren		362	
davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren verzinst		<b>434</b>	
davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren		796	
davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren versinst		<b>956</b>	

<b>Variante 2, Ausgangslage 1, Kastenfenster Typ "Leopold" mit Ölanstrich</b>					
<b>Pos.</b>	<b>Stundensatzbasis mit Fremdleistung 75 € / Std.</b>	<b>Std/m²</b>	<b>Std.</b>	<b>EhPr.</b>	<b>€ brutto</b>
1	Abbruch Kastenfenster samt Stock und Fensterbank, ausstemmen der Mauerpratzen, Sturz neu-anteilig samt entsorgen	0,8	4,0	75	300
2	Montage neues Kastenfenster inkl. Fensterbank, Gesamtoberfl. beschichtet 4,8 m²	1,7	8,0	75	822
3	Verputzarbeiten, Sturz, Faschen, nachbessern Wand und Fassade	0,6	3,0	75	225
4	Montage Beschläge und sonstige Metallteile, einhängen	0,2	1,0	75	75
5	Materialaufwand neues Kastenfenster mit 2-fach Isolierglas 4/16/4 mm (Angebot Fa. Schaden Wien)				3.186
6	Entsorgungskosten altes Kastenfenster				80
7	Materialaufwand für Putz, Farben, divers				150
8	Zwischensumme für ein gänzlich neues Kastenfenster mit Isolierverglasung	1 - 7			4.838
9	Pflege, Leinölauffrischung in 7 Jahren 1 x /Jahr	1,46	7,0	75	525
10	Wartungsanstrich alle 8 Jahre	0,83	4,0	75	300
11	Pflege, Leinölauffrischung in 7 Jahren 1 x /Jahr	1,46	7,0	75	525
12	Aufwand für die Sanierung nach 30 Jahren von Freilegung bis Neuanstrich aus Pos 15 Variante 1, Ausg. 2				2.460
13	Zwischensumme für ein gänzlich saniertes Kastenfenster	9 - 12			3.810
14	Zwischensumme für ein gänzlich neues Kastenfenster mit Isolierverglasung Anm: + 7 Pfl. + 8 Wart. + 7 Pfl. + 8 Jahre zur Neubeschichtung = 30 Jahre	8 + 13			8.648
15	Endaufwand f. Pflege, Wartung, neues Kastenfenster in 30 Jahren U-Wert Kastenfenster neu 1,10 W/m²K lt. Messung	8 + 13			<b>8.648</b>
	Kastenfenster neu, Fenster U-Wert		1,1 W/m²K		
	Gesamtarchitekturoberfläche = 1,10 m x 1,30 m =		1,43 m²		
	Heizgradtage bei -10°C außen und 20°C innen, i. Mittel für Kärnten		3.400 Tage		
	= U-Wert x m² Architekturlichte x HGT x 24 Std =		128.357 Wh/Jahr		
			128 kWh/Jahr		
	= kWh/Jahre/ Energieträger z.B. Öl = 10		13 Lit. Öl/Jahr		
	Ölpreis aktuell brutto €/ Liter	1,2	15 €/Jahr		
16	Ölkosten für das Fenster in 30 Jahren				<b>462</b>
	Gesamtkosten, Kastenfenster neu inkl. Energiebedarf ohne Lüftungswärmeverluste, ohne solare Gewinne, o. Zinsen	15 + 16			<b>9.110</b>
	Kosten x (1+Zinssatz)/100 x Laufzeit				
	Verzinsung der Investition	Zinssatz	3 % /Jahr		
	Laufzeit		30 Jahre		
	Gesamtkosten in 30 Jahren		9.110		
	Gesamtkosten in 30 Jahren verzinst		<b>10.932</b>		
	Gesamtkosten in 60 Jahren		15.204		
	Gesamtkosten in 60 Jahren verzinst		<b>18.245</b>		
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren		462		
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren verzinst		<b>555</b>		
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren		1.017		
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren verzinst		<b>1.220</b>		

<b>Variante 2, Ausgangslage 2, Abbruch Kastenfenster &amp; Kunststofffenster neu</b>					
<b>Pos.</b>	<b>Stundensatzbasis mit Fremdleistung 75 € / Std.</b>	<b>Std/m<sup>2</sup></b>	<b>Std.</b>	<b>EhPr.</b>	<b>€ brutto</b>
1	Abbruch Kastenfenster samt Stock und Fensterbank, ausstemmen inkl. Demontage und Freilegung Metallteile, Gesamtoberfläche beschichtet 4,8 m <sup>2</sup>	0,6	3,0	75	225
2	Montage neues Kunststofffenster inkl. Fensterbank	0,6	3,0	75	225
3	Verputzarbeiten, Sturz, Faschen, nachbessern Wand und Fassade	1,0	5,0	75	375
4	Montage Beschläge und sonstige Metallteile, einhängen	0,2	1,0	75	75
5	Materialaufwand neues Kunststofffenster mit 3-fach Isolierglas + Fensterbank				1.400
6	Entsorgungskosten altes Kastenfenster				80
7	Materialaufwand für Putz, Farben, divers				150
8	Zwischensumme für ein gänzlich neues Kunststofffenster	1 - 7			2.530
9	Wartung alle 5 Jahre		6,0	75	450
10	Abbruch Kunststofffenster nach 30 Jahren		1,5	75	113
11	Aufwand neues Kunststoff. nach 30 Jahren = +1 x Neukauf	8 - 10			3.092
12	Entsorgungskosten altes Kunststofffenster				100
13	Zwischensumme für ein gänzlich neues Kunststofffenster	11 + 12			3.192
14	Zwischensumme für ein gänzlich neues Kunststofffenster nach 30 Jahren	8 + 13			5.722
15	Endaufwand f. Pflege, Wartung, inkl. 2.tes Kunststofffenster in 30 Jahren U-Wert Fenster lt. Händler 0,90 W/m <sup>2</sup> K	14			<b>5.722</b>
	Kunststofffenster neu, 3-fach Isolierglas, Fenster U-Wert		0,9 W/m <sup>2</sup> K		
	Gesamtarchitekturoberfläche = 1,10 m x 1,30 m =		1,43 m <sup>2</sup>		
	Heizgradtage bei -10°C außen und 20°C innen, i. Mittel für Kärnten		3.400 Tage		
	= U-wert x m <sup>2</sup> Architekturlichte x HGT x 24 Std =		105.019 Wh/Jahr		
			105 kWh/Jahr		
	= kWh/Jahre/ Energieträger z.B. Öl = 10		11 Lit. Öl/Jahr		
	Ölpreis aktuell brutto € / Liter	1,2	13 €/Jahr		
16	Ölkosten für das Fenster in 30 Jahren				<b>378</b>
	Gesamtkosten, Kunststofffenster neu inkl. Energiebedarf ohne Lüftungswärmeverluste, ohne solare Gewinne, o. Zinsen	15 + 16		1 Intervall	<b>6.100</b>
	Kosten x (1+Zinssatz)/100 x Laufzeit				
	Verzinsung der Investition	Zinssatz		3 % /Jahr	
	Laufzeit			30 Jahre	
	Gesamtkosten in 30 Jahren		6.100		
	Gesamtkosten in 30 Jahren verzinst		<b>7.320</b>		
	Gesamtkosten in 60 Jahren		10.890		
	Gesamtkosten in 60 Jahren verzinst		<b>13.068</b>		
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren		378		
	davon Gesamtenergiekosten in 30 Jahren verzinst		<b>454</b>		
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren		832		
	davon Gesamtenergiekosten in 60 Jahren verzinst		<b>998</b>		

<b>Zusammenstellung der Varianten mit Fremdleistung 75 €/Std</b>			Kosten inkl. Energie		davon Energiekosten	
Kastenfenster 2 flüg. 110 x 130 cm Ölanstrich			unverzinst	verzinst	unverzinst	verzinst
V1, A1	Kastenfenster thermisch verbessert mit Dichtung U-Wert 2,05 W/m²K	30 Jahre	6.411	7.693	861	1.033
V1, A1	Kastenfenster thermisch verbessert mit Dichtung U-Wert 2,05 W/m²K	60 Jahre	10.797	14.495	1.722	2.273
V1, A2	Kastenfenster thermisch saniert 2-fach Iso, U-Wert 1,10 W/m²K	30 Jahre	6.882	8.727	462	555
V1, A2	Kastenfenster thermisch saniert 2-fach Iso, U-Wert 1,10 W/m²K	60 Jahre	11.304	15.217	924	1.220
V1, A2-1	Kastenfenster thermisch saniert, Vakuumglas, U-Wert 0,90 W/m²K	30 Jahre	7.272	8.727	362	434
V1, A2-1	Kastenfenster thermisch saniert, Vakuumglas, U-Wert 0,90 W/m²K	60 Jahre	15.999	19.199	796	956
V2, A1	Kastenfenster neu "Leopold", U-Wert 1,10 W/m²K	30 Jahre	9.110	10.932	462	555
V2, A1	Kastenfenster neu "Leopold", U-Wert 1,10 W/m²K	60 Jahre	12.032	18.245	924	1.220
V2, A2	Kunststofffenster neu 3-fach Iso., U Wert 0,90 W/m²K	30 Jahre	6.100	7.320	378	454
V2, A2	Kunststofffenster neu 3-fach Iso., U Wert 0,90 W/m²K	60 Jahre	10.890	13.068	756	998

<b>Zusammenstellung der Varianten mit Eigenleistung 28 €/Std</b>			Kosten inkl. Energie		davon Energiekosten	
Kastenfenster 2 flüg. 110 x 130 cm Ölanstrich			unverzinst	verzinst	unverzinst	verzinst
V1, A1	Kastenfenster thermisch verbessert mit Dichtung U-Wert 2,05 W/m²K	30 Jahre	€ 3.215	€ 3.858	€ 861	€ 1.033
V1, A1	Kastenfenster thermisch verbessert mit Dichtung U-Wert 2,05 W/m²K	60 Jahre	€ 5.580	€ 7.468	€ 1.722	€ 2.273
V1, A2	Kastenfenster thermisch saniert 2-fach Iso, U-Wert 1,10 W/m²K	30 Jahre	€ 3.592	€ 6.806	€ 462	€ 555
V1, A2	Kastenfenster thermisch saniert 2-fach Iso, U-Wert 1,10 W/m²K	60 Jahre	€ 5.946	€ 7.998	€ 924	€ 1.220
V1,A2-1	Kastenfenster thermisch saniert, Vakuumglas, U-Wert 0,90 W/m²K	30 Jahre	€ 5.672	€ 6.806	€ 362	€ 555
V1,A2-1	Kastenfenster thermisch saniert, Vakuumglas, U-Wert 0,90 W/m²K	60 Jahre	€ 12.478	€ 14.974	€ 796	€ 956
V2, A1	Kastenfenster neu "Leopold", U-Wert 1,10 W/m²K	30 Jahre	€ 6.574	€ 7.888	€ 462	€ 555
V2, A1	Kastenfenster neu "Leopold", U-Wert 1,10 W/m²K	60 Jahre	€ 8.274	€ 12.111	€ 924	€ 1.220
V2, A2	Kunststofffenster neu 3-fach Iso., U Wert 0,90 W/m²K	30 Jahre	€ 4.811	€ 5.774	€ 378	€ 454
V2, A2	Kunststofffenster neu 3-fach Iso., U Wert 0,90 W/m²K	60 Jahre	€ 8.506	€ 10.207	€ 756	€ 998

# Angebot der Fa. Schaden Fensterhandwerk-Wien

**Holzart:** KIEFER Massiv  
**Beschlag:** KASTENSTOCK, RAL 9016,  
 Sicherheits-Stufe: Grundsicherheit,  
 Griff: ALT WIEN 920 Triebolive, Messing hochglanzpoliert einbrennlackiert

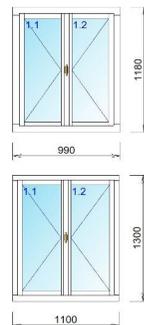
**Verglasung:** Glasarten: EINFACHGLAS 4 mm, UNIGLAS TOP One 1.0 - 4/16/4  
 einschließlich äußerer und innerer umlaufender Versiegelung.  
 Versiegelung innen: **Transparent**  
 Versiegelung aussen: **V-Sil Dreieckfase Weiß**  
 Seehöhe: 380 mm

**Oberfläche:** 3 – schichtiger Aufbau, Nachhaltig und Umweltfreundlich. Imprägnierung ( Schutz vor Bläue - und Pilzbefall ) Zwischenbeschichtung weiß oder farblos und Zwischenschliff.  
 Endbeschichtung: **HISTO-Leinölbasis Weiß RAL9010.**  
 Innenbeschichtung: **all-color Leinölfarbe weiß**  
 Außenbeschichtung: **all-color Leinölfarbe weiß**

Pos.	Ausschr. Nr.	Anzahl	Einheit	Beschreibung	Einheitspreis EUR	Gesamtpreis EUR
BE		1	PA	Baustelleneinrichtung	450,00 €	450,00 €

Einrichten der Baustelle samt aller Hilfsmittel sowie eine Werkzeugpauschale.  
 Abdekarbeiten inkl. Verpackungsmaterial.  
 Die Räume werden besenrein verlassen.  
 Achtung! Es kommt durch die Bearbeitung der Fenster zu erhöhter Staubbelastung!

01		1	Stk	Kastenfenster	2.655,00 €	2.655,00 €
----	--	---	-----	---------------	------------	------------



bestehend aus :  
 Zweiflügeliges Fenster, 2-flg. Dreh links U1 (2) Dreh rechts U1 (1),  
 4 x Herkula Einbohrband 313 - 3tlg. mit Zierkopf und  
 Zweiflügeliges Fenster, 2-flg. Dreh links U1 (2) Dreh rechts U1 (1),  
 4 x Herkula Einbohrband 313 - 3tlg. mit Zierkopf  
 Breite x Höhe: 990 mm x 1180 mm  
 Position: 011  
 Profilsystem: (01) - KA - LEOPOLD E-INNEN STANDARD 52  
 Systemvariante: E-INNEN STANDARD 52  
 Abstandhalter-Farbe: Weiß  
 Glasarten: UNIGLAS TOP One 1.0 - 4/16/4

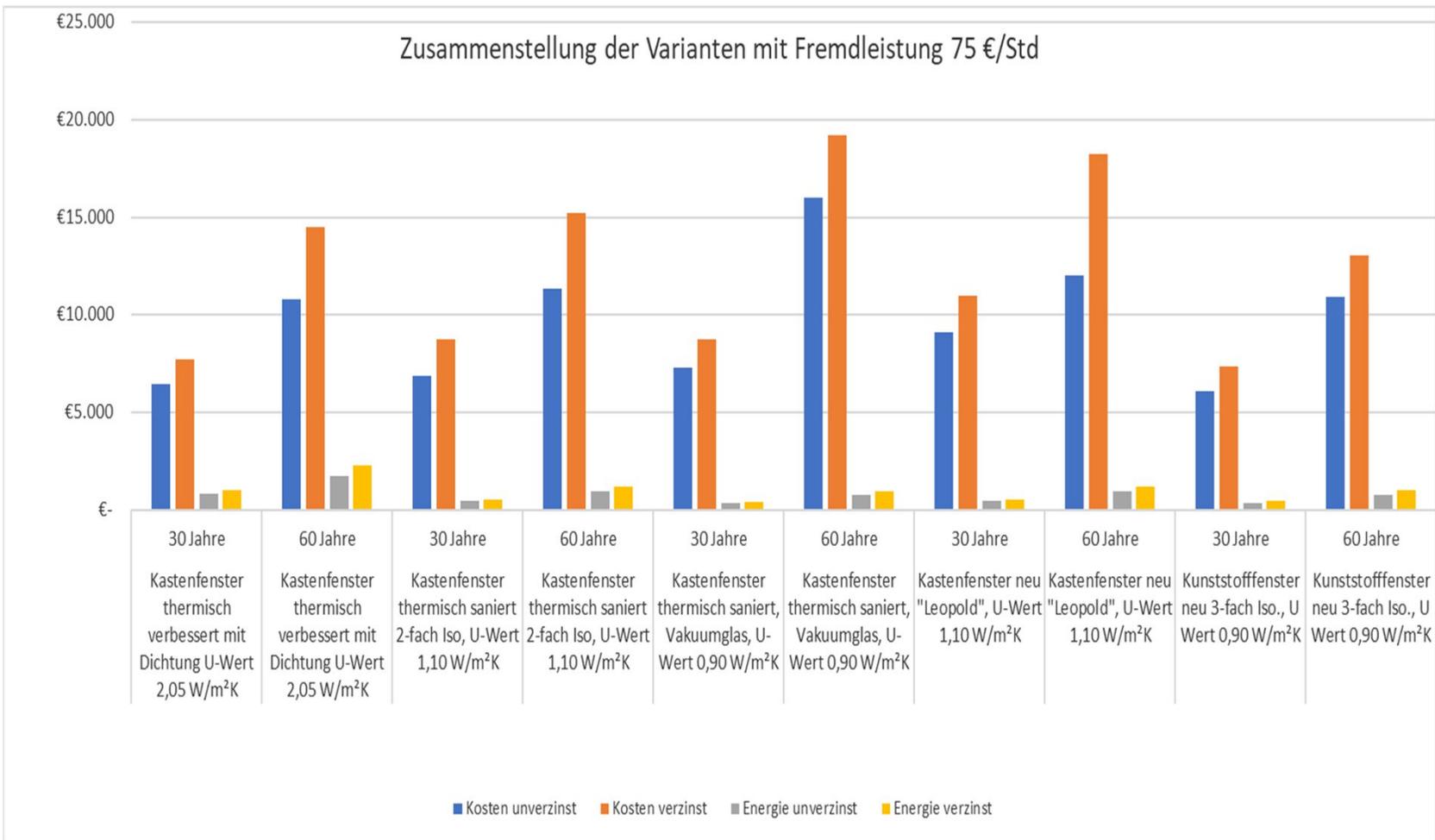
Pos.	Ausschr. Nr.	Anzahl	Einheit	Beschreibung	Einheitspreis EUR	Gesamtpreis EUR
02		1	PA	Demontage Kastenfenster	439,00 €	439,00 €
03		1	PA	Montage Kastenfenster	685,00 €	685,00 €
04		1,00	Stk.	<i>Alternative:</i> Minderpreis  Oberfläche Wasserlackbasis Weiß RAL9010	-271,00 €	
Gesamtsumme netto:					4.229,00 €	
zzgl. 20,0 % Mehrwertsteuer:					845,80 €	
<b>Gesamtsumme brutto:</b>					<b>5.074,80 €</b>	

Für eventuelle Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.  
 Wir hoffen, dass wir sowohl von der technischen Ausführung als auch vom Preis her Ihre Zustimmung finden, und sichern Ihnen heute schon eine handwerklich einwandfreie Arbeit zu.

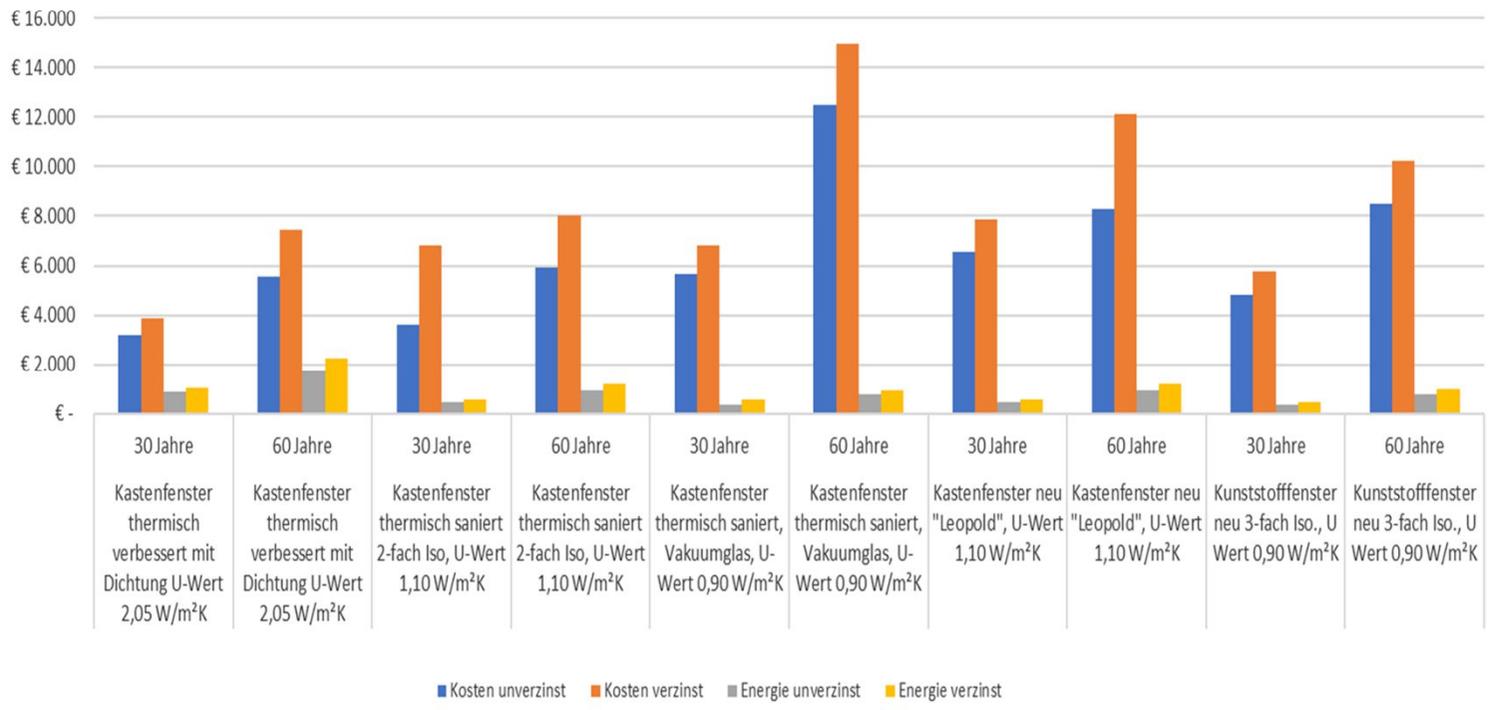
Preise gültig 14 Tage ab Angebotsdatum.

**BANKVERBINDUNG**  
 Raiffeisenbank Mittlere Südststeiermark eGen (mbH)  
 IBAN AT76 3807 5000 0205 2967  
 BIC RZSTAT2G075  
 lautend auf Schaden Fensterhandwerk GmbH

**Anmerkung:** Hier ist besonders auf die ausreichende Dimensionierung des Futters und Rahmen zu achten, wegen der Befestigung der Flügelbeschläge!



### Zusammenstellung der Varianten mit Eigenleistung 28 €/Std.



## Fragenkatalog zu den ExpertInnen-Interviews

1. Was ist Ihr Beruf und worin besteht Ihre aktuelle berufliche Tätigkeit und welche Ausbildung haben Sie?
2. Hatten Sie schon mit der thermischen Verbesserung und Sanierung von historischen Kastenfenstern zu tun?
3. Welche Erfahrungen haben Sie bei der Sanierung von historischen Kastenfenstern mit traditionellen Ölstrichen bzw. modernen Lackanstrichen gemacht?
  - a. Mit welcher Beschichtungstechnik würden Sie historische Kastenfenster sanieren und warum?
  - b. Welche Schäden (ausgenommen typisch mechanischen) konnten Sie bei mit Lacken beschichteten historischen Kastenfenstern feststellen? Welche Schäden bei traditionellen Ölbeschichtungen?
  - c. Welche Veränderungen haben Sie bei der Passgenauigkeit und den Wartungszyklen festgestellt?
  - d. Ist bei der Sanierung von historischen Kastenfenstern die Verwendung von neuen/modernen Beschichtungsmaterialien ökonomischer als mit traditionellen Materialien?
  - e. Schätzung der anfallenden Kosten bei der Sanierung mit Lacken und mit Ölstrichen?
4. Erfordert die Verwendung von neuen/modernen Materialien bei der Sanierung von historischen Kastenfenstern weniger Fachkenntnisse als mit traditionellen Materialien?
  - a. Gibt es ausreichend Fachwissen bei der Sanierung und thermischen Verbesserung von historischen Kastenfenstern? Wo kann man es sich bei Bedarf aneignen?
5. Ab wann (ca. Jahresangabe), denken Sie, wurden neue/moderne Beschichtungsmaterialien, wie z. B. Lacke, zur Sanierung von historischen Kastenfenstern verwendet?
6. Wie alt können historische Kastenfenster – bei entsprechender Pflege und Wartung – mit modernen Lackanstrichen bzw. traditionellen Ölstrichen werden?
  - a. Welche Pflegemaßnahmen kennen Sie?
  - b. Welche Wartungszyklen kennen Sie?
  - c. Welche Vor- und Nachteile bei der Wartung kennen Sie?
7. Worin bestehen die Vor- und Nachteile historischer Kastenfenster im Vergleich zu modernen Isolierglasfenstern?
  - a. Vor- und Nachteile des Tauschs von historischen Kastenfenstern in moderne Isolierglasfenster (in historischen Gebäuden)?
  - b. Wenn historische Kastenfenster getauscht werden, durch welche Isolierglasfenster werden sie meistens ersetzt und warum?
8. Können Sie die mögliche Energieeinsparung bei einer einfachen Verbesserung (Einbau von Dichtungen, Erhöhung der Passgenauigkeit), von historischen Kastenfenstern und bei einer umfassenden thermischen Sanierung (Einbau von Isolier-/Vakuumgläsern) einschätzen bzw. vergleichen?
  - a. Ist die fehlende Kippfunktion bei Kastenfenstern ein Nachteil?
  - b. Würden Sie, um die Energieeinsparungen zu erhöhen, auf der Innenseite von historischen Kastenfenstern eine Isolier-/Vakuumverglasung anbringen und warum?
9. Können Sie einschätzen, ab wie vielen Jahren Bestandszeit ein modernes Isolierglasfenster getauscht werden sollte bzw. warum?
10. Sind die im Umlauf befindlichen technischen Werte für historische Kastenfenster zutreffend oder sehen Sie in der Praxis andere Werte (U-Wert, solare Gewinne, Raumklima, Lüftung)?
11. Können Sie Angaben zu den Lebenszykluskosten von modernen Isolierglasfenstern und historischen Kastenfenstern machen?
12. Haben Sie Informationen über die anfallenden Kosten bei der Sanierung von historischen Kastenfenstern mit traditionellen oder modernen Anstrichsystemen, evtl. Circaangaben?
13. Sind die Ihnen bekannten Bauvorschriften, Richtlinien und Förderungen an die Sanierung von historischen Kastenfenstern angepasst?
14. Haben Sie persönlich Erfahrung mit Kastenfenstern in Ihrem Besitz? Wie gehen Sie damit um?
15. Welche mögliche weitere Entwicklung sehen Sie bei der Sanierung und thermischen Verbesserung von historischen Kastenfenstern? Wünschen Sie sich eine bessere Normung für den Ausführenden.
16. Wie nehmen Sie die derzeitige Öffentlichkeitsarbeit zur Bedeutung von historischen Kastenfenstern wahr (z. B. über soziale Medien, Fachmessen, Innungen, Printmedien)?
17. Persönliche Ergänzungen.

# Induktive Auswertung der ExpertInnen Interviews nach Mayring

## Teilnehmeranalyse

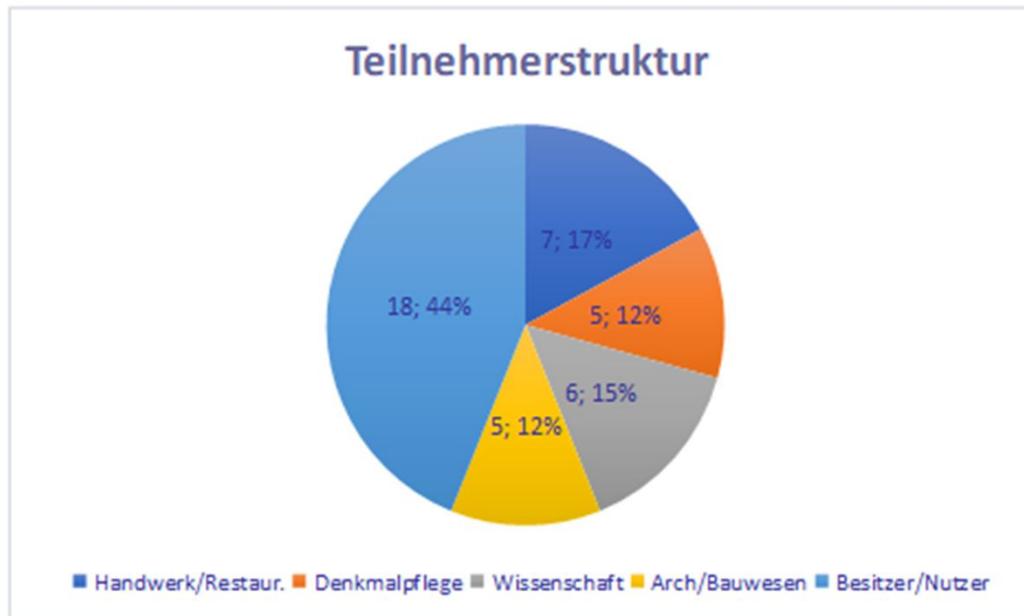
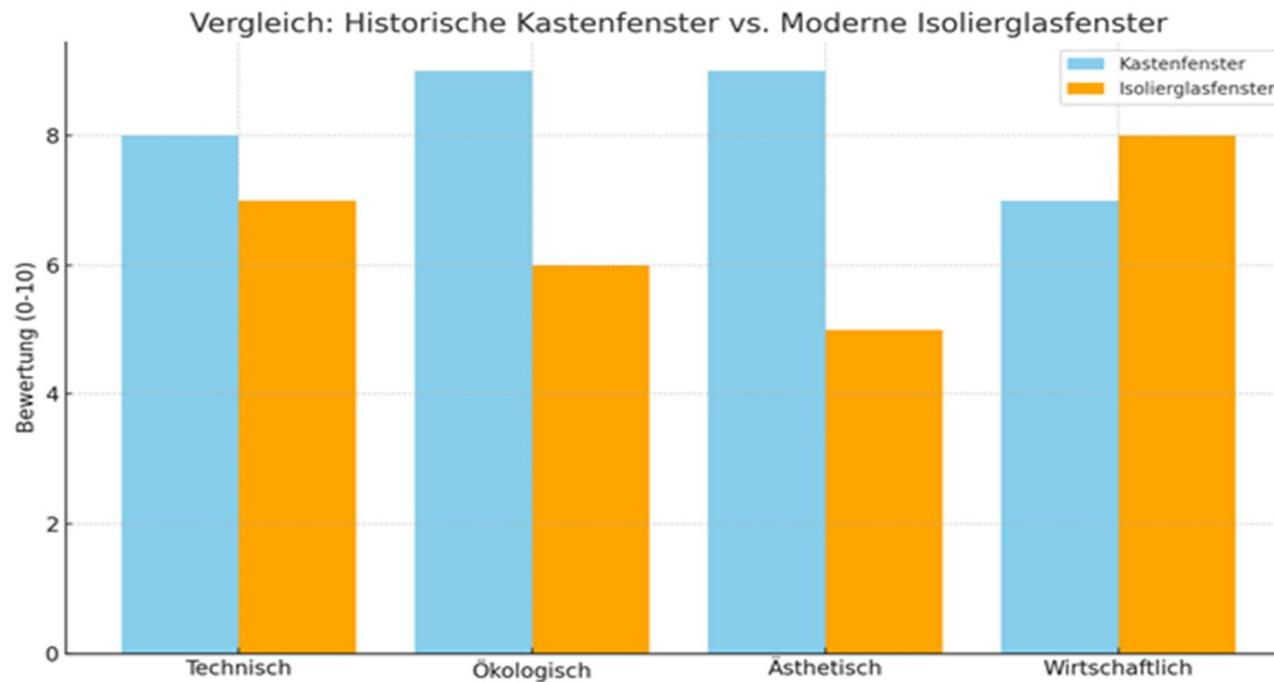
### Analyse der Berufsgruppen:

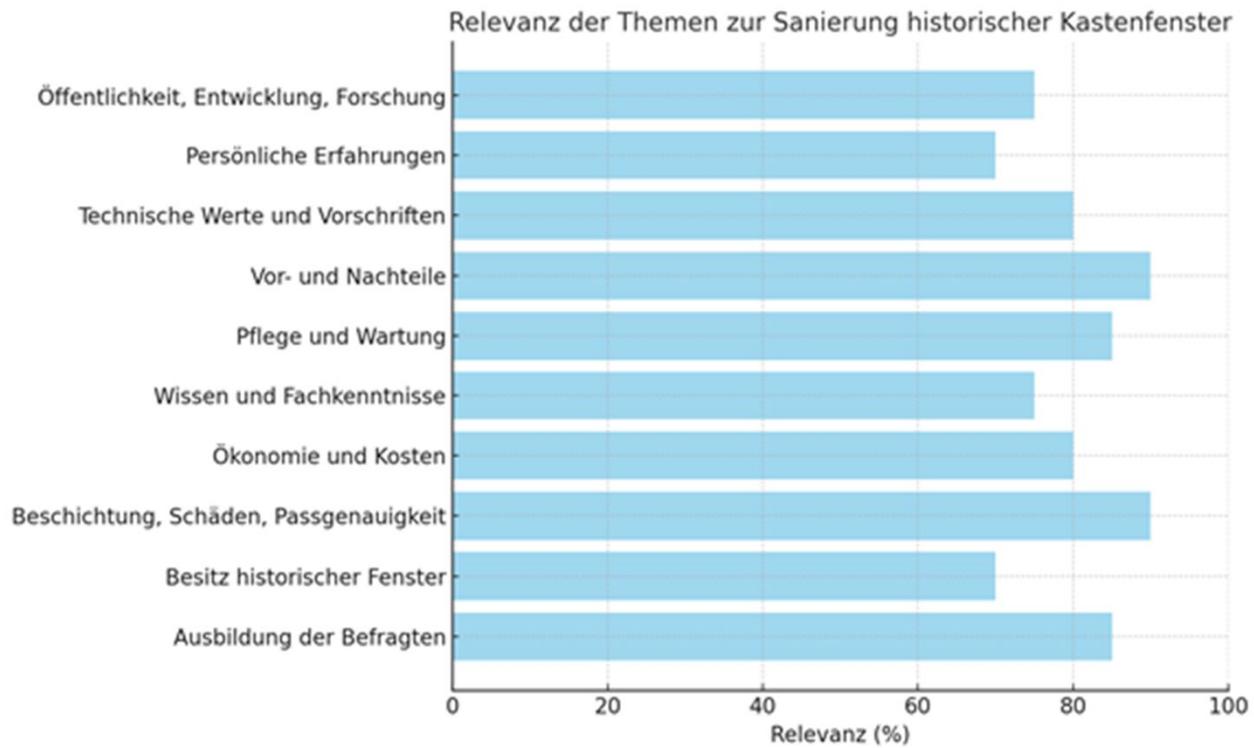
Die 23 ExpertInnen haben verschiedene berufliche Hintergründe, die ihre Perspektiven und Prioritäten prägen. (Der Fragenkatalog hatte 17 Fragen)

Gruppen	Verteilung	Prioritäten
Handwerk/Restaurierung	7	Praktische Erfahrungen mit der Sanierung und Umgang mit Kastenfenstern. Wertschätzung der traditionellen Techniken und Materialien.
Denkmalpflege	5	Fokus auf Erhalt des kulturellen Erbes. Förderung nachhaltiger und traditioneller Methoden und der Ästhetik.
Wissenschaft	6	Detaillierte Studien zur thermischen Verbesserung. Materialentwicklung und Analyse technischer Innovationen und Nachhaltigkeit.
Architektur/Bauwesen	5	Kosten-Nutzen-Abwägungen. Ästhetik, technische Umsetzung und Integration. Betrachtungen zu den Lebenszykluskosten.
Besitzer/Nutzer	18	Praktische Erfahrungen im Umgang mit Kastenfenstern und deren Instandhaltung. Herausforderungen, Kosten-Nutzen-Abwägung.

### Anmerkung:

Die Anzahl in der Verteilung entspricht nicht der Summe der Teilnehmeranzahl, da einige Personen mehreren Gruppen zugeordnet wurden.





### Analyse der Teilnehmerstruktur:

Berufliche Hintergründe	Denkmalpfleger, Handwerker, Architekten, Bauphysiker und Bauforscher
Wissen	Tiefgehende Fachkenntnisse, die sich auf spezialisierte Kernbereiche konzentrieren.
Erfahrung	Umfassendes Wissen zu historischen und modernen Fenstersystemen.
Perspektiven	Fokus auf Erhaltung des kulturellen Erbes, Nachhaltigkeit, ökonomische und praktische Lösungen.

### Teilnehmerstruktur und Fachwissen:

Verlust von Wissen	Erfahrene Handwerker werden weniger, das spezialisierte Wissen schwindet.
Ausbildungsangebot	Vorhanden, aber begrenzt, z. B. in der Kartause Mauerbach und Tierhaupten.
Handwerkliche Expertise	Restaurierung erfordert tiefgreifendes Wissen bei Tischlern, Glasern und Malern.

## Vor- und Nachteile der Sanierungsmethoden

Methoden	Vorteile	Nachteile
Ölanstriche	Nachhaltig, diffusionsoffen, lange Lebensdauer	Hoher Kosten- und Zeitaufwand, längere Trocknungszeiten
Moderne Lacke	Günstiger, schneller trocknend	Kürzere Lebensdauer, Gefahr von Holzschäden
Dichtungen und Isolierglas	Verbesserte thermische Werte, Energieeinsparung	Hohe Anfangsinvestitionen, technische Herausforderung bei der Integration
Moderne Fenster	Einfachere Handhabung und Erhaltung	Kultureller und ökologischer Verlust, kürzere Lebensdauer

## Gründe für den Austausch von Kastenfenstern

Kosten und Zeitaufwand	Moderne Fenster gelten oft als einfacher zu handhaben und wirtschaftlicher, insbesondere bei geringerem Fachwissen.
Technologische Vorgaben	Fehlende Standards und nicht angepasste Normen erschweren die Integration einer thermischen Sanierung von Kastenfenstern.
Förderpolitische Herausforderungen	Förderungen fokussieren sich auf den Fenstertausch und benachteiligen die thermische Verbesserung.

## Technologische Aspekte

Isolier- und Vakuumglas	Sie erhöhen die Energieeffizienz von Kastenfenstern, sind aber teurer und technisch sowie bauphysikalisch anspruchsvoll.
Thermische Effizienz	Kastenfenster können durch geeignete Maßnahmen wie Dichtungen und passgenaue Überarbeitung eine ähnliche thermische Leistung wie moderne Isolierglasfenster erzielen.
Lebensdauer	Moderne Isolierglasfenster müssen nach 25 bis 40 Jahren ersetzt werden, während Kastenfenster bei guter Pflege und Wartung langlebiger sind.
U-Werte	Gut sanierte Kastenfenster erreichen vergleichbare Werte zu modernen Fenstern.
Akustischer Vorteil	Kastenfenster haben automatisch gute Schallwerte

## Ökologische Perspektive

Materialien	Kastenfenster bestehen aus nachhaltigen, reparierbaren und recycelbaren Materialien. Der Austausch durch moderne Fenster führt zu einer erheblichen Umweltbelastung durch die Herstellung und Entsorgung.
Ressourcenschonung	Die Restaurierung von Kastenfenstern spart Ressourcen und ist ökologisch nachhaltiger als ein vollständiger Fenstertausch.
Lebenszykluskosten	Kastenfenster haben eine bessere Kosten- und Ökobilanz, da sie selten komplett erneuert werden müssen.

## Wirtschaftliche Perspektive

Langfristige Kosten	Die Restaurierung eines Kastenfensters ist initial oft ähnlich teuer wie der Einbau eines Isolierglasfensters. Über die Lebensdauer amortisieren sich jedoch die höheren Wartungskosten durch die Langlebigkeit der Kastenfenster.
Energieeinsparungen	Der Austausch gegen moderne Fenster spart anfangs Energie, allerdings kann eine umfassende thermische Verbesserung der Kastenfenster zu vergleichbaren Einsparungen führen.

## Verlorenes Wissen und Vertrauen

Das Wissen und Vertrauen in die Sanierung und den Einsatz historischer Kastenfenster sind tatsächlich zurückgegangen.

Die Hauptgründe dafür sind:

Fehlendes Ausbildungsangebot	Spezialisierte Ausbildungsangebote für die Sanierung von Kastenfenstern sind rar. Wissen geht mit der Pensionierung erfahrener Handwerker verloren. Institutionen wie die Kartause Mauerbach und spezialisierte Weiterbildungszentren versuchen, dies auszugleichen, erreichen jedoch nicht alle.
Einfachheit moderner Fenster	Industriell gefertigte Isolierglasfenster sind leichter zu montieren und benötigen weniger handwerkliches Fachwissen. Sie erfordern weniger Wartungsaufwand und bieten kurzfristig höhere thermische Vorteile.

👉 Klären, ob das Gebäude und somit die historischen Kastenfenster unter Denkmalschutz stehen (erstmalig aus 1923, aktuell 2024). **„Energieeffizienz am Baudenkmal“ und das „ABC“ der Denkmalpflege** (Herausgeber Bundesdenkmalamt Österreich).

**Energieeffizient** – Die doppelte Fensterkonstruktion sorgt für gute langfristig gleichbleibende Wärmedämmung und kann mit modernen Dichtungen weiter optimiert werden.

✔ **Schallschutz** – Durch den großen Abstand zwischen den Scheiben bieten Kastenfenster eine hervorragende Schalldämmung.

✔ **Nachhaltig & langlebig** – Hochwertiges Holz und traditionelle Handwerkskunst machen sie robuster als viele moderne Fenster.

✔ **Gute Feuchtigkeitsregulierung** – Sie ermöglichen eine natürliche Luftzirkulation und verhindern Schimmelbildung.

✔ **Denkmalschutz & Ästhetik** – Sie bewahren den historischen Charme und sind oft ein wichtiger Bestandteil historischer Gebäude.

## Die thermischen Sanierung

Folgende Varianten bieten sich an:

- ✂ Ein „Nachstellen“ der Beschläge kann die Luftbewegung im Scheibenzwischenraum so verringern, dass sich der Dämmwert (U-Wert) von 2,5 W/m<sup>2</sup>K um ca. 10% auf 2,25 W/m<sup>2</sup>k verbessert.
- ✂ Zusätzlicher Einbau von Dichtungen in der inneren Ebene der Kastenfenster verbessert sich der Dämmwert (U-Wert) bereits um 15 bis 20% auf 2,0 W/m<sup>2</sup>k.
- ✂ Einbau von Isoliergläsern an der inneren Ebene ist der Eingriff in das Original am größten. Meistens ist der bestehende Glasfalz für ein normales Isolierglas zu gering und muss verändert oder gänzlich getauscht werden. Bei der Variante mit Vakuumglas kann der best. Glasfalz evtl. ausreichen. Die Verbesserung der U-Werte beträgt ca. 35 bis 50%. Das Glasgewicht verdoppelt sich und der Wärmeverlauf im Kastenzwischenraum verändert sich zum Nachteil der angrenzenden Bauteile durch Kondensatbildung.
- 👉 **Beim Tausch** der historischen Kastenfenster in Isolierglasfenster ist folgendes zu beachten.
- ✂ Durch den Ausbau der Kastenfenster werden Beschädigungen an der Fassade und in der Statik des Gebäudes auftreten. Auch beim Verbleib der Kästen im Mauerwerk durch „Einschieben“ von neuen Isolierglasfenstern geht das Original verloren und kommt es zu starken Veränderungen der Fassadenoptik und im Isothermenverlauf, was zu Kondensatbildung in angrenzenden Bauteilen führen wird.

👉 besser ein „Original“ pflegen statt tauschen – für Nachhaltigkeit und historischen Charme!

„Kastenfenster sind Fenster die nicht nur das Klima im Kasten haben“



BgA Baumeister & gew. Architekt Steiner GmbH.  
Büro Kirchgasse 2 in 9800 Spittal/Drau  
ECQA cert. EHA in der Denkmalpflege - Manager Heritage Assets  
Akademischer Experte in der Sanierung und Revitalisierung/Donau Uni Krems  
gerichtlich beeideter Sachverständiger für Hochbau und Architektur,  
Revitalisierung und Renovierung alter Bausubstanz  
Restaurator für Architekturoberflächen  
zertifizierter Energieberater  
mobil: 0043 676 633 22 77 www: baumeister-steiner.at,  
Mail: [baumeister.steiner@aon.at](mailto:baumeister.steiner@aon.at)

**Danke für Ihr „Zeit“- Fenster!  
Diskussion und Fragen**