





Fenster, Türen und Fassaden und ihre Bedeutung im Rahmen von energetischen Sanierungsmaßnahmen

Dipl.-Phys. Michael Rossa
ift Rosenheim



4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“
Seite 2


Potenzial energetische Sanierung

„Wir wollen nicht gelangweilt werden.“
Kurt Tucholsky

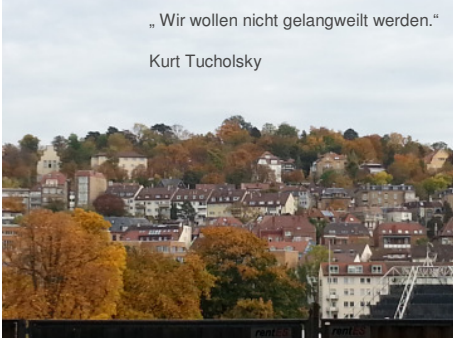



Foto: © M. Rossa



4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“
Seite 3


Potenzial energetische Sanierung


Aktuell! EnEV 2014 verabschiedet!



Großer Altbaubestand in unterschiedlicher energetische Qualität

Foto: © M. Rossa



4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“
Seite 4



Wirtschaftlichkeit des Fenstertausches


- Quelle VFF Studie „Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern“

Abb. 1 Gesamt mengen von Fenstern in Deutschland

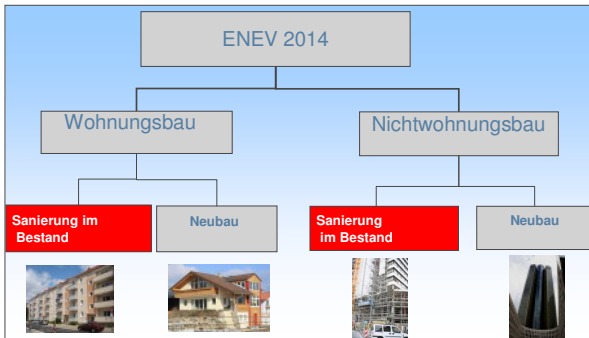
Fensterbestand in Deutschland 2011		Mio. FE
Typ 1	Fenster mit Einfachglas	25
Typ 2	Verbund- und Kastenfenster	52
Typ 3	Fenster mit unbeschichtetem Isolierglas	235
Typ 4	Fenster mit Zweischeiben-Wärmedämmglas (Low-E)	257
Typ 5	Fenster mit Dreischeiben-Wärmedämmglas (Low-E)	12
Gesamt		581

Bestand in Fenstereinheiten (1 FE = 1,3 m x 1,3 m = 1,69 m²). Angaben gerundet.
Quelle: VFF, Stand 2011



4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“
Seite 5


Energieeinsparverordnung 2014 -Struktur



```

graph TD
    ENEC2014[ENEV 2014] --> Wohnungsbau[Wohnungsbau]
    ENEC2014 --> NichtWohnungsbau[Nichtwohnungsbau]
    Wohnungsbau --> SanierungImBestand1[Sanierung im Bestand]
    Wohnungsbau --> Neubau1[Neubau]
    NichtWohnungsbau --> SanierungImBestand2[Sanierung im Bestand]
    NichtWohnungsbau --> Neubau2[Neubau]
    
```

ift Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“
Seite 6


Energieeinsparverordnung 2014 - Sanierung



Begründung:
Die Anforderungen bei der Modernisierung der Außenbauteile sind hier bereits sehr anspruchsvoll. Das hier zu erwartende Energieeinsparpotenzial wäre bei einer zusätzlichen Verschärfung im Vergleich zur EnEV 2009 nur gering.

Bei der Sanierung bestehender Gebäude ist **keine Verschärfung** vorgesehen.

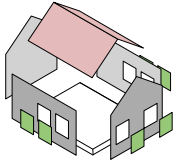


4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 7

EnEV 2014 im Wohnungsbau, Sanierung

Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden

Sanierung Gebäudebestand



Regelung in §9 Absatz 1 ist anzuwenden, wenn die Fläche der jeweils geänderten Bauteile mehr als 10% der gesamten Bauteilfläche des Gebäudes betreffen.

A > 10%

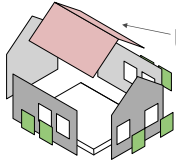
© B Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 8

EnEV 2014 im Wohnungsbau, Sanierung

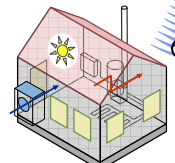
Bauteilkennwerte oder Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarf

Sanierung



U-Wert

oder



Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarfes und H_f für das Gebäude. Er darf um bis zu 40% gegenüber dem Referenzgebäude überschritten werden.

Bauteilkennwerte für die Gebäudehülle als Mindestanforderungen

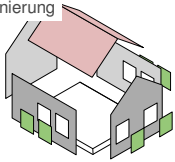
© B Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 9

EnEV 2014 im Wohnungsbau, Gebäudebestand

Festlegung der Mindestbauteilkennwerte U_{max} nach Anlage 3 der EnEV, keine Verschärfung

Sanierung



Bauteilkennwerte für die Gebäudehülle als Mindestanforderungen

Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude Innentemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$
Außen liegende Fenster, Fenstertüren	Nr. 2 a und b	1,3 W/(m ² K)
Dachflächenfenster	Nr. 2a und b	1,4 W/(m ² K)
Verglasungen	Nr. 2c	1,1 W/(m ² K)
Glasdächer	Nr 2a und c	2,0 W/(m ² K)

Regelung gilt für Erneuerung der Bauteilflächen ab 10% (?)

© B Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 10

EnEV 2014 Sanierung Gebäudebestand

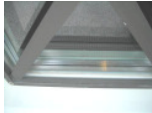
Glasaustausch- Sonderregelung

Anlage 3 der EnEV 2014

2 Fenster, Fenstertüren.....

...ist die Glasdicke im Rahmen dieser Maßnahme aus technischen Gründen begrenzt, so gelten die Anforderungen als erfüllt, wenn die Verglasung einen Wärmedurchgangskoeffizient von höchstens 1,3 W/(m²K) eingebaut wird.

Abschnitt 2 gilt nicht für Schaufenster und Türanlagen aus Glas



© B Rosenheim

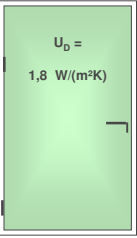

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 11

Verschärfte Anforderungen an Außentüren

3 Außentüren

Bei der Erneuerung von Außentüren dürfen nur Außentüren eingebaut werden, deren Türfläche einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 2,91,8 W/(m²·K) nicht überschreitet. Satz 1 ist auf rahmenlose Türanlagen aus Glas, Karusselltüren und kraftbetätigte Türen nicht anzuwenden, Nr. 2 Satz 2 bleibt unberührt.

1,8 W/(m²K) statt 2,9 W/(m²K)

© B Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 12

EnEV 2014 – Sanierung Nichtwohnungsbau



Sanierung im Gebäudebestand (Lochfassaden, Vorhangfassaden)

© B Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 13

EnEV 2014 Sanierung – Nichtwohnungsbau

keine Verschärfung

Tabelle 1
Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von $12\text{ bis } < 19^\circ\text{C}$
1	Außenwände	Nr. 1 Satz 1	$0,24\text{ W/(m}^2\text{K)}$	$0,35\text{ W/(m}^2\text{K)}$
2a	Fenster, Fenstertüren	Nr. 2 a und b	$1,3\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾	$1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾
2b	Dachflächenfenster	Nr. 2 a und b	$1,4\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾	$1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾
2c	Verglasungen	Nr. 2 c	$1,1\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾	keine Anforderung
2d	Vorhangfassaden	Nr. 6 Satz 1	$1,5\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ³⁾	$1,9\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ⁴⁾
2e	Glasdächer	Nr. 2 a und c	$2,0\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ³⁾	$2,7\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ³⁾
3a	Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2 a und b	$2,0\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾	$2,8\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾
3b	Sonderverglasungen	Nr. 2 c	$1,6\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ³⁾	keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	$2,3\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ⁴⁾	$3,0\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ⁴⁾

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 14

EnEV 2014 Sanierung - Nichtwohnungsbau

Tabelle 1
Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen $\geq 19^\circ\text{C}$	Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von $12\text{ bis } < 19^\circ\text{C}$
3a	Außen liegende Fenster, Fenstertüren, Dachflächenfenster mit Sonderverglasungen	Nr. 2 a und b	$2,00\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾	$2,80\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ²⁾
3b	Sonderverglasungen	Nr. 2 c	$1,60\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ³⁾	keine Anforderung
3c	Vorhangfassaden mit Sonderverglasungen	Nr. 6 Satz 2	$2,30\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ⁴⁾	$3,00\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ⁴⁾

Tabelle 1 Fortsetzung

keine Verschärfung gegenüber 2009

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 15

EnEV 2014 – Baudenkmäler

$U_g = 5,8\text{ W/(m}^2\text{K)}$

Sanierung im Gebäudebestand

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 16

Energieeinsparverordnung EnEV 2014

Nichtamtliche Lesefassung

Versicherung
Über energieeffizienten Wärmeschutz und energieeffiziente Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeffizienzverordnung - EnEV 17)

Aufgrund des § 1 Abs. 2, des § 2 Abs. 2 und 3, des § 3 Abs. 2, des § 4, jeweils in Verbindung mit § 5, sowie des § 5 a Satz 1 und 2 des Energieeffizienzgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. September 2015 (BGBl. I S. 2064) verordnet die Bundesregierung:

In Kraft treten: 2014 1./ 2. Quartal (?)

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 17

Energieeinsparung – Focus Sanierung

Verheizen Sie Ihr Geld nicht: Ziehen Sie Ihr Haus warm an.
Staatlich geförderte Gebäudesanierung spart Heizkosten, schützt das Klima und schafft Arbeit.

CO₂-Gebäudesanierung:
Heute die Energie für morgen sichern.

solare Gewinne optimieren

Pflichtgrundlage
nach § 12a EneC

Sonnenschutz, behagliche Innentemperaturen, Klimageräte vermeiden

U-Wert
Energieverbrauch reduzieren

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 18

Was ist das Ziel - Klimaschutz

Das Problem des Klimawandels ist lösbar; viele der benötigten Technologien sind heute schon vorhanden, andere können mit den geeigneten Anreizen entwickelt werden.

... Das Einzige, was wir nicht haben, ist Zeit.

aus dem [Kommuniqué von Kopenhagen](#), 2009, unterzeichnet von über 500 internationalen Unternehmen, u.a. Allianz, Deutsche Telekom und die Otto-Gruppe

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 19

Ziel – Plusenergiehaus im Bestand

Plusenergiehaus Darmstadt

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 20

VELUX - Lichtaktivhaus

Plus Effizienzhaus

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 21

Sanierung – Ganzheitlich denken

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 22

Warum Glas + Fenster?

- Licht
- Sichtverbindung

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 23

Thema Energieeffizienz = Wärmeschutz?

- Energieeffizienz

geringer Verbrauch und hohe Wirksamkeit bei der Verbrauchsdeckung!

Winter

- Wärmesenken
- Wärmebedarf in der Gebäudezone

Sommer

- Wärmequellen
- Kühlbedarf in der Gebäudezone

DIN V 18599ff

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 24

Welche Potenziale können wir erschließen?

- Wärmedurchgangskoeffizient U

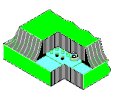
Gesamtbewertung

Einzelbewertung


© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 25

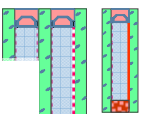
Wärmedämmung- Strategien für die Zukunft



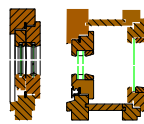
Vakuum-Isolierglas



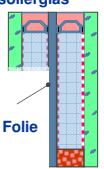
Optimierung des Wärmedurchgangskoeffizienten



Dreifach-/Vierfach Isolierglas



Verbund- und Kastenfenster



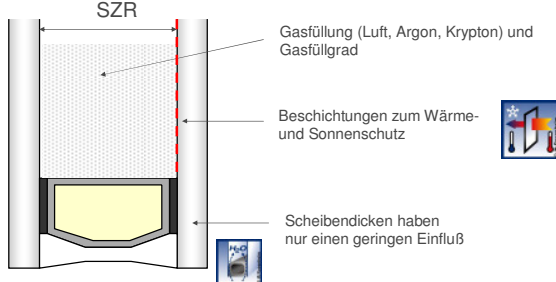
Folie

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 26

Mehrscheiben-Isolierglas

Welche Größen beeinflussen den U_g -Wert ?

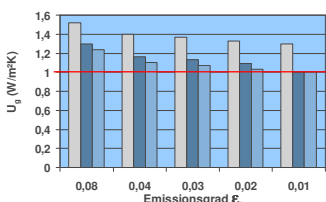


© B. Rosenheim


4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 27

Erreichbare U_g -Werte für Zweifach-Wärmedämmglas

U_g (W/m ² K)	Scheiben-zwischen-Raum	ϵ_n 0.08	ϵ_n 0.04	ϵ_n 0.03	ϵ_n 0.02
100% Luft	16 mm	1,52	1,4	1,37	1,33
90% Argon	16 mm	1,30	1,16	1,13	1,09
90% Krypton	12 mm	1,24	1,10	1,07	1,03



Ein Emissionsgrad von 0,01 mit der bekannten Beschichtungstechnologie nicht erreichbar!



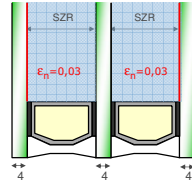
© B. Rosenheim

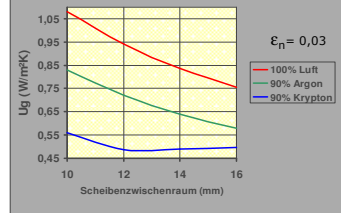
4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 28

U_g -Werte für Dreifach-Wärmedämmglas

U_g (W/m ² K)	SZR	SZR	SZR	SZR
$\epsilon_n = 0,03$	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm
100% Luft	1,1	0,9	0,8	0,8
90% Argon	0,8	0,7	0,6	0,6
90% Krypton	0,6	0,5	0,5	0,5

Empfohlener Standardaufbau





© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 29

Folge einer U -Wert optimierten Bauweise?

Energieeinsparverordnung heute

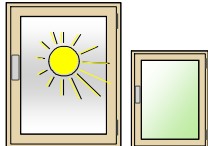
Energieeinsparverordnung 2020 ?




© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 30


Optimierungsstrategien solare Gewinne



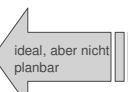
Große Glasflächen




hoher g-Wert



Unverbautes Grundstück



ideal, aber nicht planbar



© B. Rosenheim

Wo Licht ist, sind auch solare Gewinne möglich



Auch an Tagen mit diffusem Lichteinfall sind solare Gewinne möglich.



© B. Rosenheim

Negative Einflussfaktoren auf solare Gewinne



Permanente Verschattung durch Vorbau



Seitliche Verschattung durch Gebäudeteile

Reduzierung der solaren Einstrahlung um jeweils bis zu ca. 50% möglich

© B. Rosenheim

Berechnungsbeispiel - Reduzierung solarer Gewinne



$I_s = 25 \text{ W/m}^2$ (West)

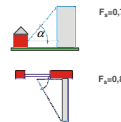
$$Q_{s,M} = I_s \cdot 0,024 \cdot A_s \cdot t_{d,M}$$

$t_{d,M}$ (Januar) = 31d

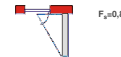
$F_c = 1$ = kein Sonnenschutz

$$A_s = A \cdot F_s \cdot F_C \cdot F_F \cdot g$$

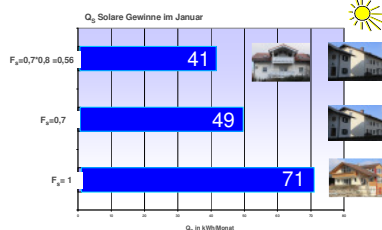
$F_F = 0,7$ (30% Rahmenanteil)



$F_s = 0,7$

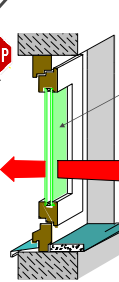
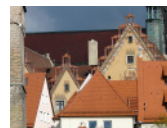


$F_s = 0,8$



© B. Rosenheim

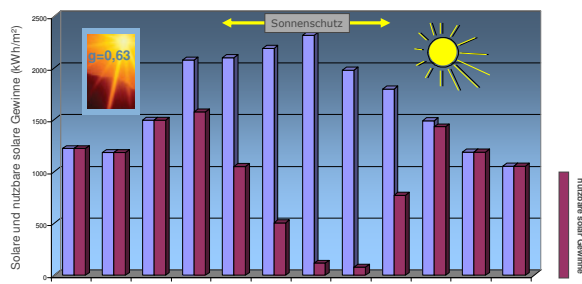
Was tun, wenn nur geringe solare Gewinne zu erwarten sind?



- Wärmeschutzglas wählen
- möglichst niedriger U-Wert
- auf hohe Lichttransmission achten
- Fensterflächen optimieren (Tageslicht)

© B. Rosenheim

Nutzbare solare Gewinne in der Heizperiode



© B. Rosenheim

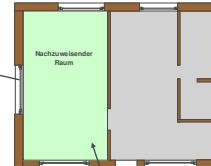
EnEV 2014: Sommerlicher Wärmeschutz

Neue Planungsgrundlage 2014



$$g_{\text{total}} = g \cdot F_c$$

$$S = \frac{g_{\text{total}} \cdot A_w}{A_G}$$

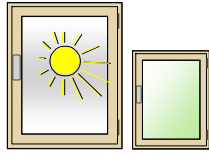


$$S \leq S_{\text{zul}} = \sum S_x$$

- S = Sonneneintragskennwert
- F_c = Abminderungsfaktor der Sonnenschutzeinrichtung
- A_w = Fensterfläche in m² nach Rohbaumaß
- g_{total} = Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung einschließlich Sonnenschutz
- A_G = Nettogrundfläche des Raumes, ermittelt nach den lichten Rohbaumaßen
- S_x = anteiliger Sonneneintragskennwert

© B. Rosenheim

Solare Gewinne und Sonnenschutz



Große Glasflächen



hoher g-Wert

Die planerische Aufgabenstellung solare Gewinne und Sonnenschutz gehören untrennbar zusammen.



Unverbautes Grundstück



Sonnenschutz

© B. Rosenheim

Optimierungspotenzial Fenster / Fassade / Tür

Fenstertausch?



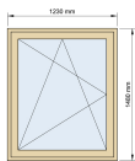
Fassadensanierung?



© B. Rosenheim

Wärmedurchgangskoeffizient U_w

- Berechnung nach EN ISO 10077-1



$$U_w = \frac{A_i \cdot U_i + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_i + A_g} \quad \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$U_w = 1,5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Beispiel:

Holzprofil / Nadelholz
 $d_f = 68 \text{ mm} / b_f = 110 \text{ mm}$
 $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 MIG: $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Aluminium Abstandhalter
 $\Psi_g = 0,08 \text{ W/mK}$
 Example:
 Wood frame / Softwood
 $d_f = 68 \text{ mm} / b_f = 110 \text{ mm}$
 $U_f = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 IGU: $U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Aluminum spacer
 $\Psi_g = 0,08 \text{ W/mK}$

© B. Rosenheim

Kondensat im Randbereich



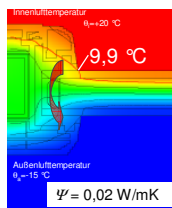
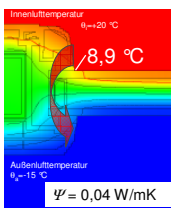
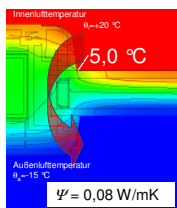
© B. Rosenheim

Warm Edge Systeme vermeiden Kondensat

Aluminiumabstandhalter
 Einbautiefe 15 mm

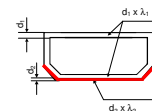
Kunststoffabstandhalter
 Einbautiefe 15 mm

Kunststoffabstandhalter
 Einbautiefe 20 mm



© B. Rosenheim

Kondensat im Randbereich – Warme Kante



$$\sum (d \times \lambda) = 2(d_1 \times \lambda_1) + (d_2 \times \lambda_2)$$



$$\sum (d \times \lambda) = d_1 \times \lambda_1$$

Festlegung der Definition eines wärmetechnischen verbesserten Abstandhalters

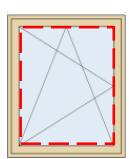
$$\sum d \cdot \lambda \leq 0,007 \text{ W/K}$$

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 43

Nachweisverfahren für Abstandhalter

- Tabellenverfahren nach EN ISO 10077-1 Anhang E Abstandhalter




Rahmenwerkstoff Frame material	Abstandhalter / spacer	
	Aluminium oder Stahl Common types of glazing spacer bars	Wärmetechnisch verbessert glazing spacer bars with improved thermal performance
Holz / PVC-Rahmen Wood / PVC frame	0,08	0,06
Metallrahmen mit wärmetechnischer Trennung Metal frame with thermal separation technology	0,11	0,08

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 44

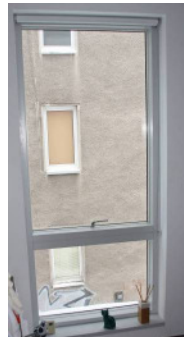
Warme Kante ist heute Standard – auch in der Sanierung



© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 45

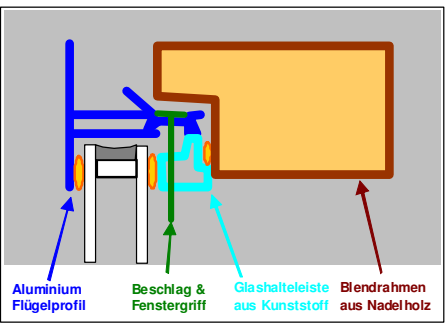
Nicht immer ist der Nutzer / Architekt schuld




© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 46

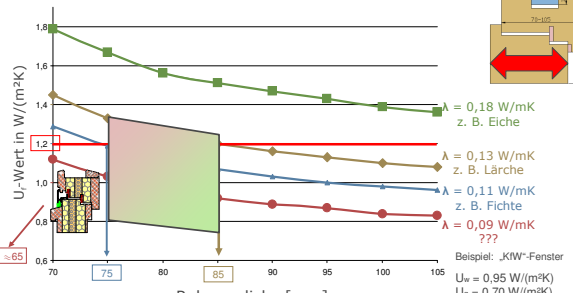
Fensterkonstruktion



© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 47

Rahmendicken von homogenen Massivholzkanteln

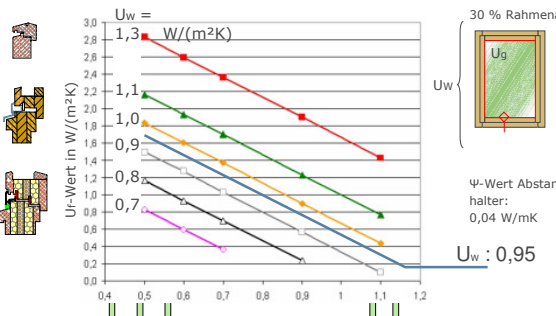


Beispiel: „KW“-Fenster
 $U_w = 0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $U_g = 0,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 $\Rightarrow U_i = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 48

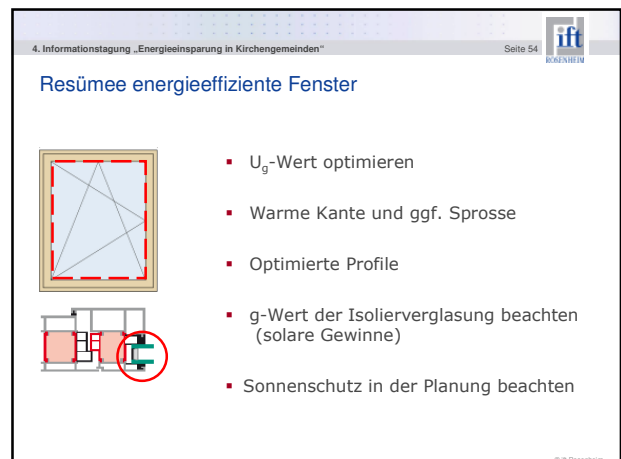
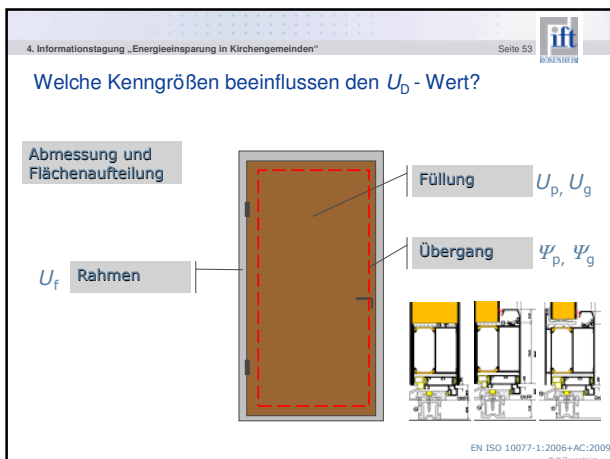
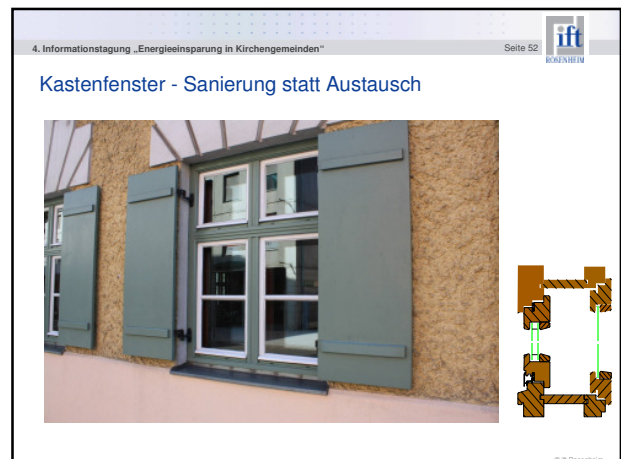
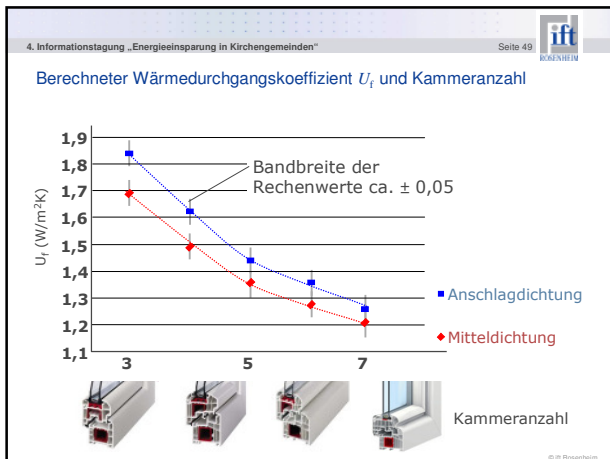
Abhängigkeit U-Werte für Fenster, Glas, Rahmen



Holzfenster:
 $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$
 30 % Rahmenanteil

Ψ -Wert Abstandhalter:
 $0,04 \text{ W/mK}$
 $U_w : 0,95$

© B. Rosenheim



4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 55

Schimmelpilz nach Fenstertausch



Foto: Martin Heller

Ursache?





Foto: © M. Postsa


© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 56


DIN 1946-6 – bauaufsichtlich nicht eingeführt



Neubau



Altbau




© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 57

DIN 1946-6 – Lüftungskonzept erforderlich

$$q_{v,inf,wirk} < q_{v,ges,NE,FL}$$

Luftvolumenstrom über Infiltration < Erforderlicher Luftvolumenstrom zur Lüftungsstufe Feuchteschutz



© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 58

Schimmelpilz nach Fenstertausch




Foto: Martin Heller

- 1.) Bauliche Mängel
- 2.) Nutzerverhalten
- 3.) fehlende Lüftungsmaßnahme (nach Sanierung)




Foto: © Michael Postsa

Wer ist Schuld? = Haftung / Schadenersatz

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 59

Einfache Planungshilfe

Tabelle 2: Notwendigkeit einer lüftungstechnischen Maßnahme - Modernisierung

Nutzungseinheit	Wärmeschutzniveau	Wind	LTN notwendig
Eingeschossig	Gering	Schwach	Ja
		Stark	Ja
	Hoch	Schwach	Ja
Mehrgeschossig verbunden	Gering	Stark	bis 80 m²
		Schwach	Nein
	Hoch	Schwach	Nein
		Stark	Nein

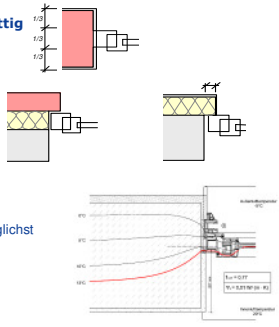
Quelle: Tabelle 2 der ift-Richtlinie LU-02/1

© B. Rosenheim

4. Informationstagung „Energieeinsparung in Kirchengemeinden“ Seite 60

Fachgerechte Montage auch in der Sanierung

- In monolithischem Mauerwerk: **Mittig**
- Bei gedämmten Wandaufbauten: In der Dämmebene Rahmen überdämmt
- Faustregel:** Isothermen sollten möglichst geradlinig verlaufen!
- Nachweis des $f_{Rsi} \geq 0,7$ erforderlich! (Wärmebrücken)



© B. Rosenheim



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

© ift Rosenheim

Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt. Eine Nutzung von Texten, Bildern und Inhalten ist mit der Abteilung PR & Kommunikation des ift Rosenheim abzustimmen.