Energie drinnen, Schall draußen
– mit sanierten Kastenfenstern –

Diana Hasler
Dipl. Ing. Architekt
Energieberaterin für Baudenkmale

Inhalte

1. Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?
2. Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?
3. Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitfaden HO.09
4. Kosten und Finanzierung
5. Instandhaltung und Pflege
6. Weitere Fragen?

1.
Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Erfahrungen



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Stadtbild



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Stadtbild



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Verluste



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Verluste



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Manchmal zeugen nur noch die Kastenfenster von der früheren Gestaltung



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Manchmal zeugen nur noch die Kastenfenster von der früheren Gestaltung



Warum sind Kastenfenster etwas Besonderes?

Fazit:
Besonders erhaltenswerte Bausubstanz



2.
Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Gestaltung – Dimension und Tiefe





Filigrane Ansichtsbreiten und „Tiefe“ (Kastenfenster)

Weniger filigran und weniger tief (mittlere Reihe – Einfachfenster gegenüber Kastenfenster (untere Reihe)

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Gestaltung – Dimension und Tiefe



Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Gestaltung – Dimension und Tiefe



Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Gestaltung – Dimension und Tiefe



Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Gestaltung – Dimension und Tiefe



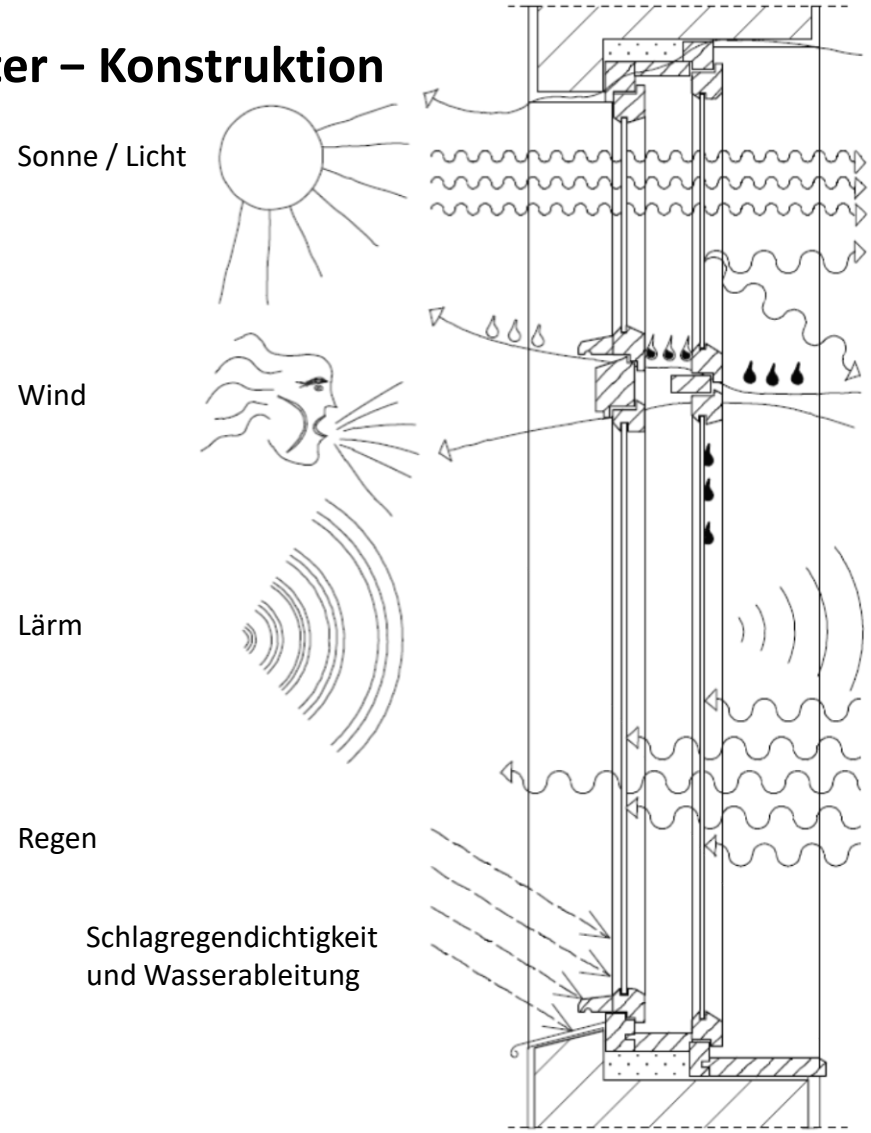
Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Gestaltung – Dimension und Tiefe



Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Konstruktion



Lüftungswärmeverluste durch Bauanschlussfugen

Natürliche Belichtung
Solare Wärmegewinne

ohne Sonnenschutz:
Aufheizung im Sommer

Feuchtetransport und
Lüftungswärmeverlust
durch Fensterfugen

Beschlagene Fenster als
Indikator für Luftfeuchte

Schalldämmung

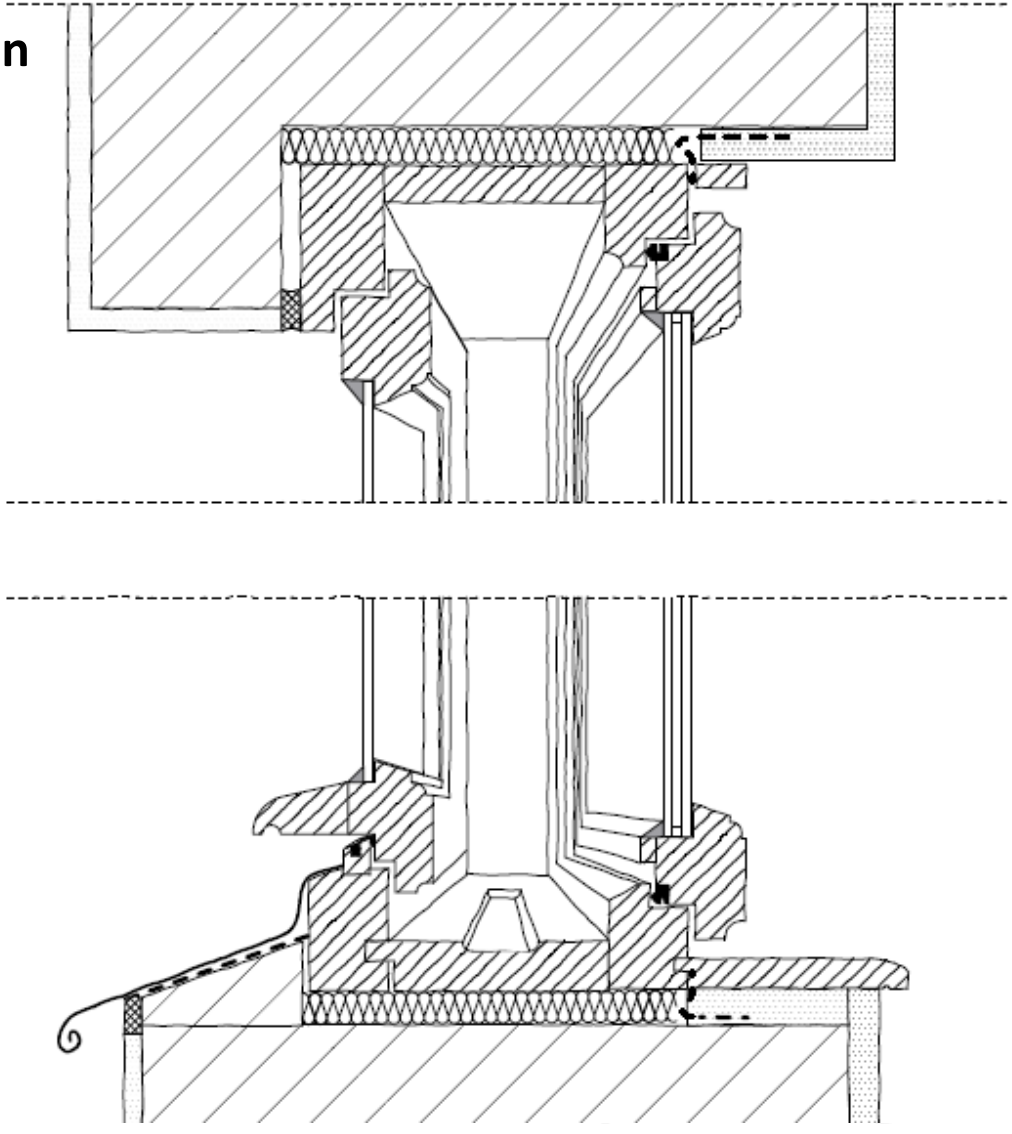
Transmissionswärmeverluste
durch Gläser und Rahmen

Abschluss nach außen
Einbruchschutz

Brüstung / Absturzsicherung

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

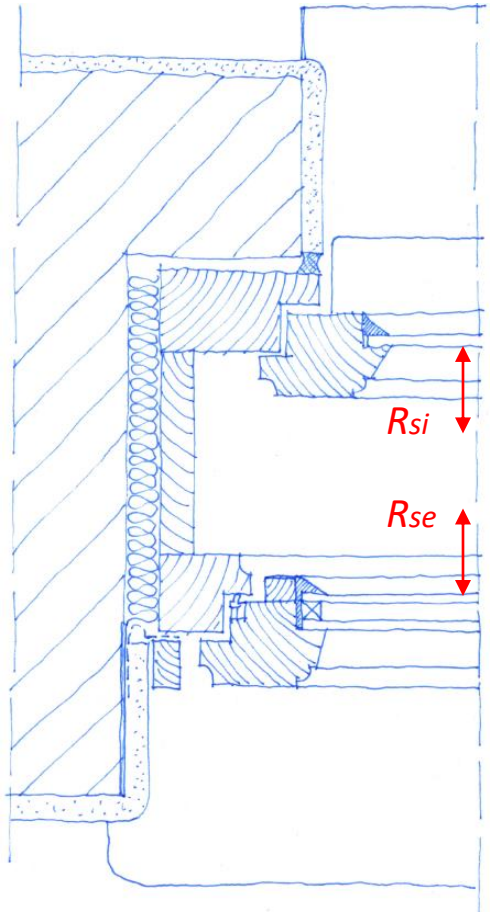
Kastenfenster – Konstruktion



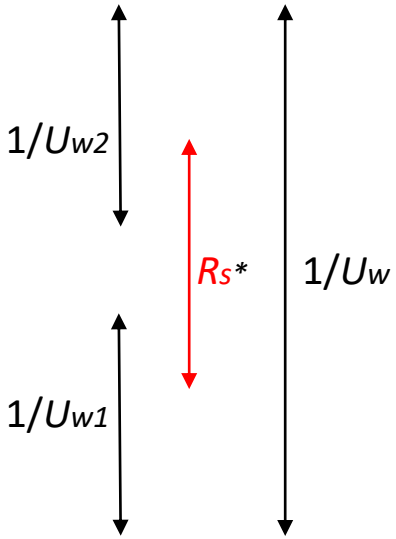
Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Bauphysik – Energie

U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 10077-1



$$U_w = 1/(1/U_{w1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{w2})$$



*Rs ermittelt in Näherung Tab. C.1 nach DIN EN ISO 10077:2000
eigentlich zu ermitteln nach ISO 15099:2003

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Hinter der Dorfaue, Kastenfenster mit Kämpfer, Pfosten und Stulp / 4-teilig

Element Nr.: F2 Innenfenster
4-flügelige Fenster
Ermittlung der U-Werte der leichten und transparenten Bauteile

		Rahmen		Glas
Fenster	RV: verbessert	U_f	g	U_g
	0,04	2,05	0,7	1,5

Rahmenbreite: Blend und Flügelrahmen [m]	0,105	0,120	0,105			
Rahmenhöhe: Blend und Flügelrahmen [m]	0,075	0,120	0,105			

Breite	Höhe	A	A_g	A_f	l_g
1,04	**1,59**	1,654			
0,710	1,290		0,916	0,738	
2,84	5,16				8,000
			U_g	U_f	ψ_g
			1,500	2,050	0,040
		Summe ->	$A_g \times U_g$	$A_f \times U_f$	$l_g \times \psi_g$
		3,206	1,374	1,512	0,320
	U_w	**1,939**			
	U_w =	**1,9**	W/(m²K)		

Anmerkung
Rahmen: aus Weichholz, Dicke 36 + 10 = 46 mm, U_f-Wert Ermittlung gemäß Bild D3, DIN EN ISO 10077-1
U_f = 2,05
Randverbund: wärmetechn. verbessert: Kunststoff-Randverbund Ψ-Wert 0,04 W/mK
Glas: Wärmeschutzverglasung, z. B. Dörr-Histoglas Typ D12, Ug = 1,5 W/m²K
Maße: 3 + 6 + 3 mm (12 mm)

Ermittlung Verhältniswert Glasanteil an Gesamtfläche Fenster

Faktor Glasanteil	$F_F = A_G / A$	0,554	55,4%
Faktor Rahmenanteil	$F_F = A_f / A$	0,446	44,6%

Element Nr.: F1 Innenfenster + Kastenrahmen + Außenfenster

Dicke des Luftraums [m]		0,110
R_s gemäß DIN EN ISO 10077-1, Tab. C.1		
für Glas beidseitig unbeschichtet		0,173

Berechnung Kastendoppelfenster

U_w=	1/	$(1/U_w1$	$-R_{si}$	$+R_s$	$-R_{se}$	$+ 1/U_{w2})$	
1,296	1	0,516	0,130	0,173	0,040	0,253	W/m²K

U_w = 1,30 W/(m²K)

ERTÜCHTIGTES KASTENFENSTER - VERGLASUNG DER INNENFLÜGEL MIT WSV 1,5 W/m²K

Element Nr.: F2 Außenfenster
4-flügelige Fenster
Ermittlung der U-Werte der leichten und transparenten Bauteile

		Rahmen		Glas
Fenster	~~RV: verbessert~~	U_f	g	U_g
	0	2,15	0,9	5,8

Rahmenbreite: Blend und Flügelrahmen [m]	0,105	0,120	0,105			
Rahmenhöhe: Blend und Flügelrahmen [m]	0,094	0,162	0,120			

Breite	Höhe	A	A_g	A_f	l_g
0,95	**1,54**	1,463			
0,620	1,164		0,722	0,741	
2,48	4,656				7,136
			U_g	U_f	ψ_g
			5,800	2,150	0,000
		Summe ->	$A_g \times U_g$	$A_f \times U_f$	$l_g \times \psi_g$
		5,780	4,186	1,594	0,000
	U_w	**3,951**			
	U_w =	**4,0**	W/(m²K)		

Anmerkung
Rahmen: aus Weichholz, Dicke 36 mm: U_f-Wert Ermittlung gemäß Bild D3, DIN EN ISO 10077-1
U_f = 2,15
Randverbund: ohne / Einfachverglasung
Glas: Klarglas, unbeschichtet
Maße: ca. 4 mm

Ermittlung Verhältniswert Glasanteil an Gesamtfläche Fenster

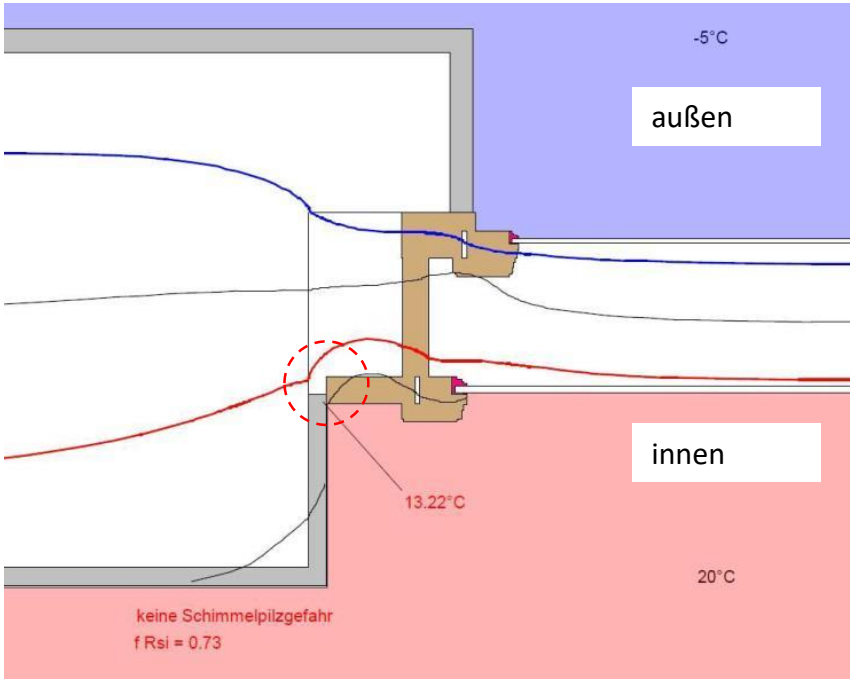
Faktor Glasanteil	$F_F = A_G / A$	0,493	49,3%
Faktor Rahmenanteil	$F_F = A_f / A$	0,507	50,7%

Diana Hasler Architekt – Vortrag Kastenfenstersanierung 16.10.2018

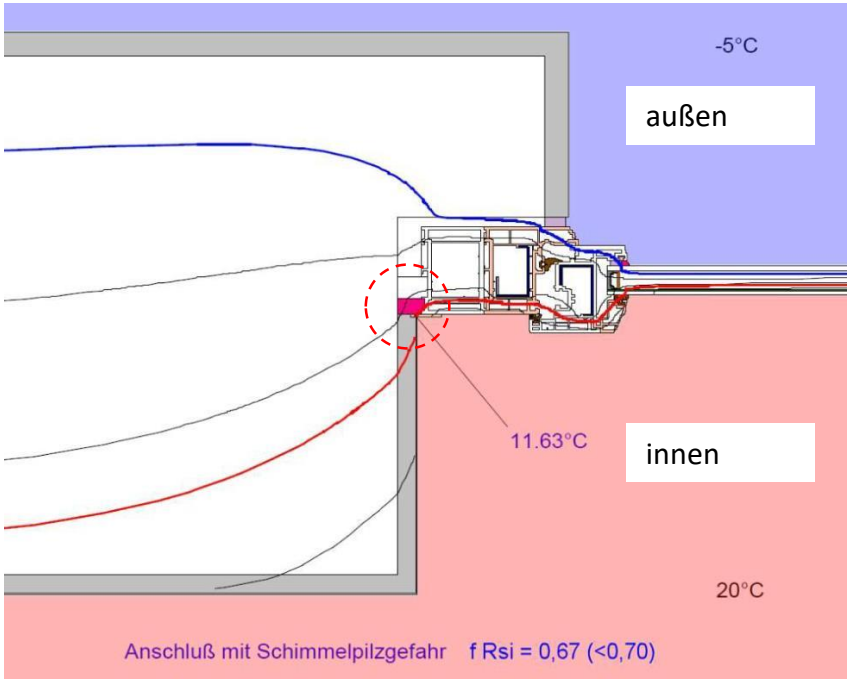
Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Bauphysik – Energie

Isothermen, Temperaturfaktor



Isothermen Kastenfenster
Kälteste Ecke „im grünen Bereich“



Isothermen Einfachfenster
Kälteste Ecke f Rsi < 0,70 – Schimmelpilzgefahr
Zusätzliche Maßnahmen erforderlich!

Quelle: Berliner Kastenfenster | Instandsetzung, Modernisierung, Austausch
Dokumentation und Arbeitshilfe im Auftrage der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Oberste Denkmalschutzbehörde), Hans Timm Fensterbau

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Bauphysik – Schallschutz

- Kastenfenster im Bestand R‘w 27-31 dB
- Verbesserungsmöglichkeiten
  - Flügelfalzdichtungen
  - Einbau dickerer Glastafeln im Innenflügel
  - Auffüllen des Hohlraums zwischen Fensterlaibung und Kasten
- Erzielbar: R‘w 37-40 dB
- Weitere Verbesserungen nur durch Ersatz der Innenflügel

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Einbruchhemmung

- Grundsätzlich bessere Einbruchhemmung als bei Einfachfenstern durch zweite Fensterebene
- Fenster mit Baskülverschlüssen liefern relativ gute Einbruchhemmung
- Ertüchtigung mit Sicherheitsglas oder anderen Maßnahmen wie bei anderen Fenstern möglich

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

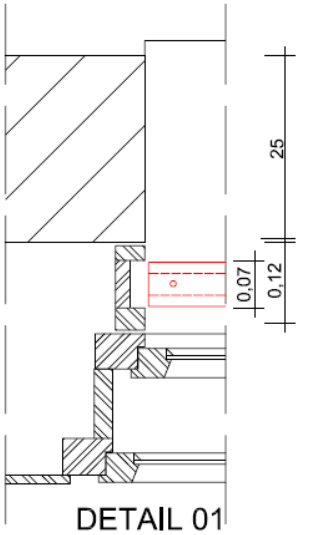
Kastenfenster – Bauphysik – Sonnenschutz

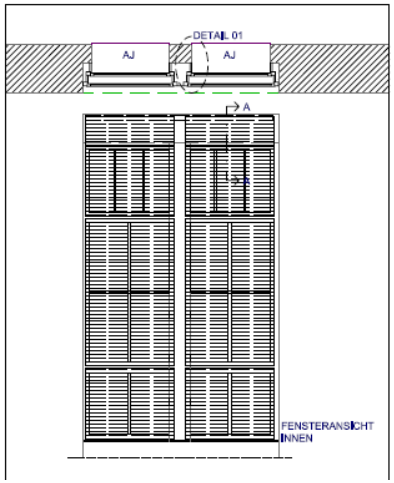


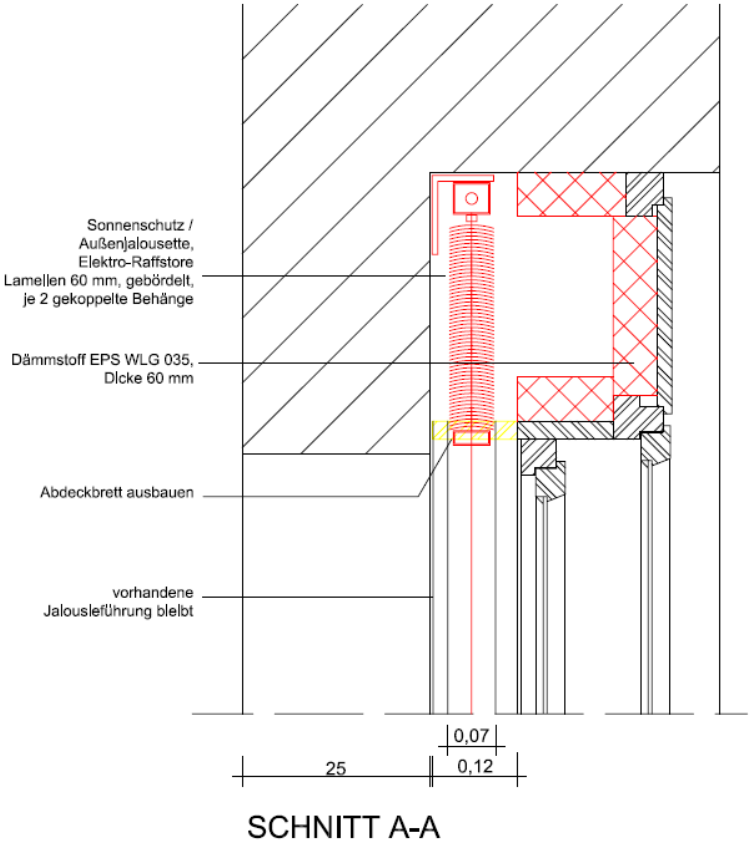
Bauzeitlicher Sonnenschutz in Wohngebäuden

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Bauphysik – Sonnenschutz







Beispiel:
Institutsgebäude der
HU Berlin, Baujahr 1913

Sind heutige moderne Fenster besser als Kastenfenster?

Kastenfenster – Nachhaltigkeitsaspekte

- Ressourcenschonung bei Erhalt und Ertüchtigung
- Abfallvermeidung, Abfalltransportvermeidung
- Langlebigkeit, Reparaturfähigkeit

3.
Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitfaden HO.09

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Instandsetzung oder Ertüchtigung?

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Empfohlener Ablauf

1. Beratung
2. Bestandsaufnahme und Klärung Nutzungsanforderungen, der technischen und formalen bzw. behördlichen Anforderungen (z. B. Denkmalschutz), Prüfung Fördermöglichkeiten
3. Detaillierte Bestandsaufnahme und Feststellung, ob reparaturfähig
4. Grobkosten-/Nutzenanalyse, Vorprüfung Förderung, Entscheidung der Ausführung
5. Planung, Beantragung Fördermittel
6. Ausschreibung / Beauftragung
7. Ausführung, Baubegleitung und Abnahme
8. Nutzung, Pflege, Wartung

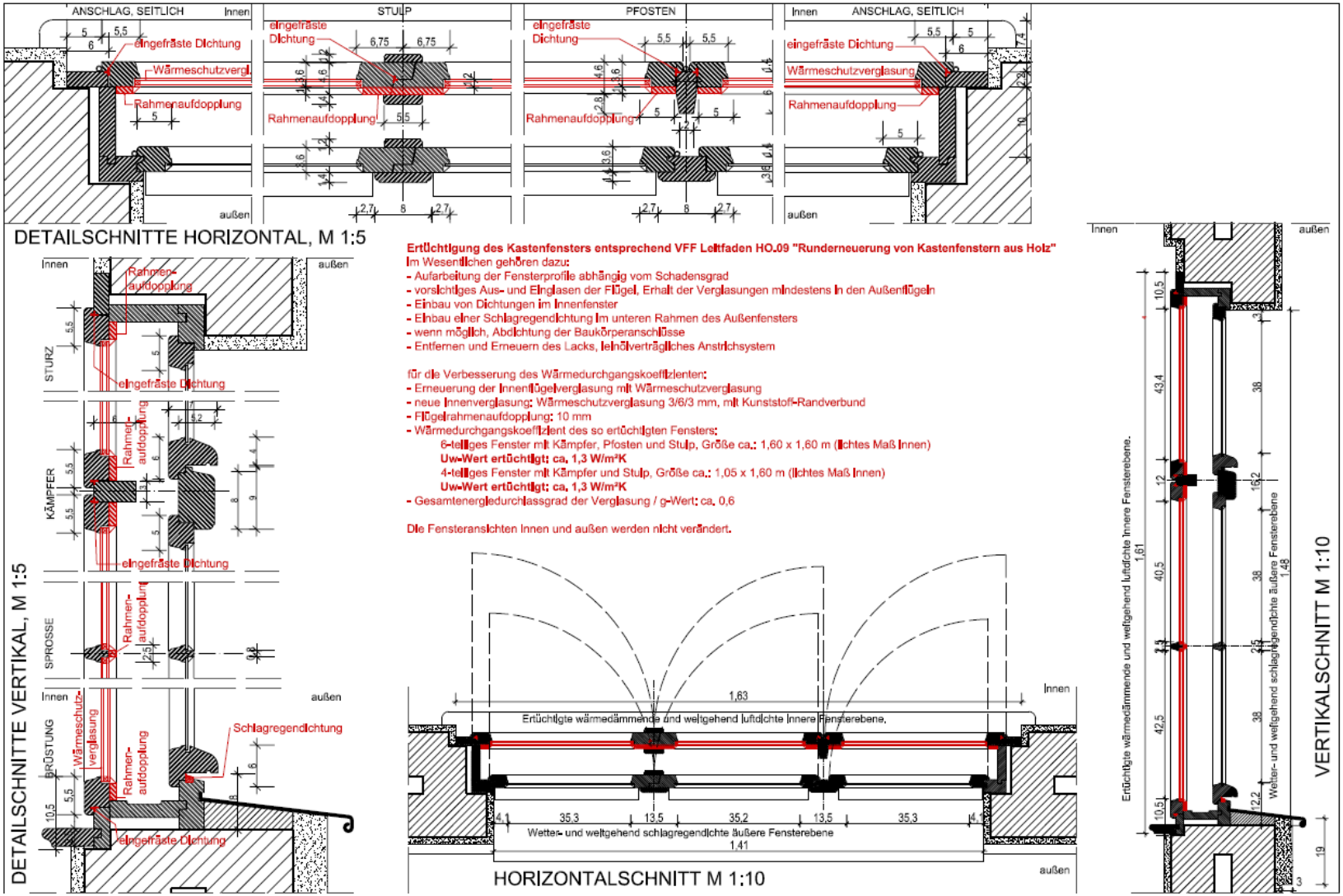
Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Kastenfenster-Ertüchtigung in der Praxis

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

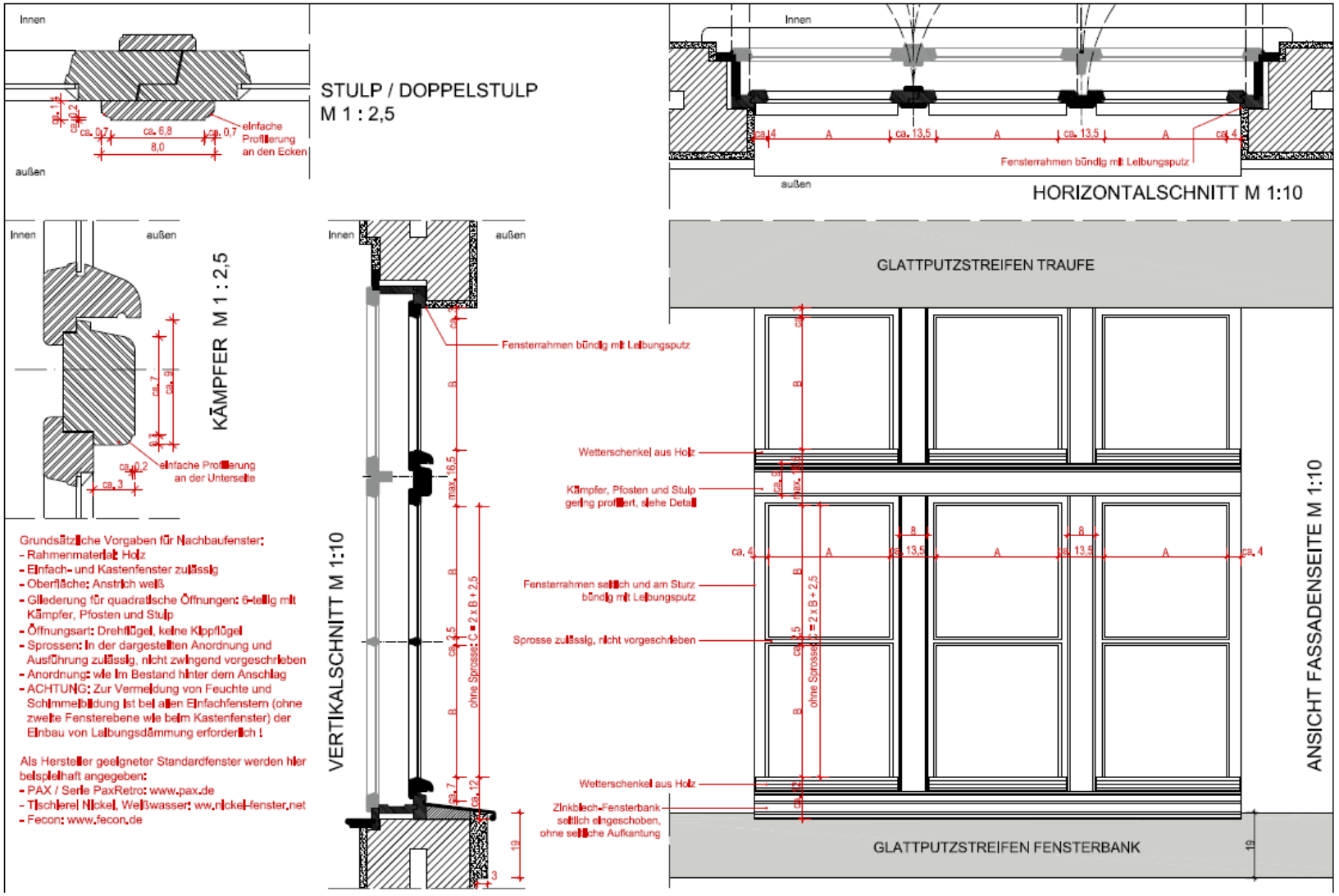


Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09



Diana Hasler Architekt – Vortrag Kastenfenstersanierung 16.10.2018

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09



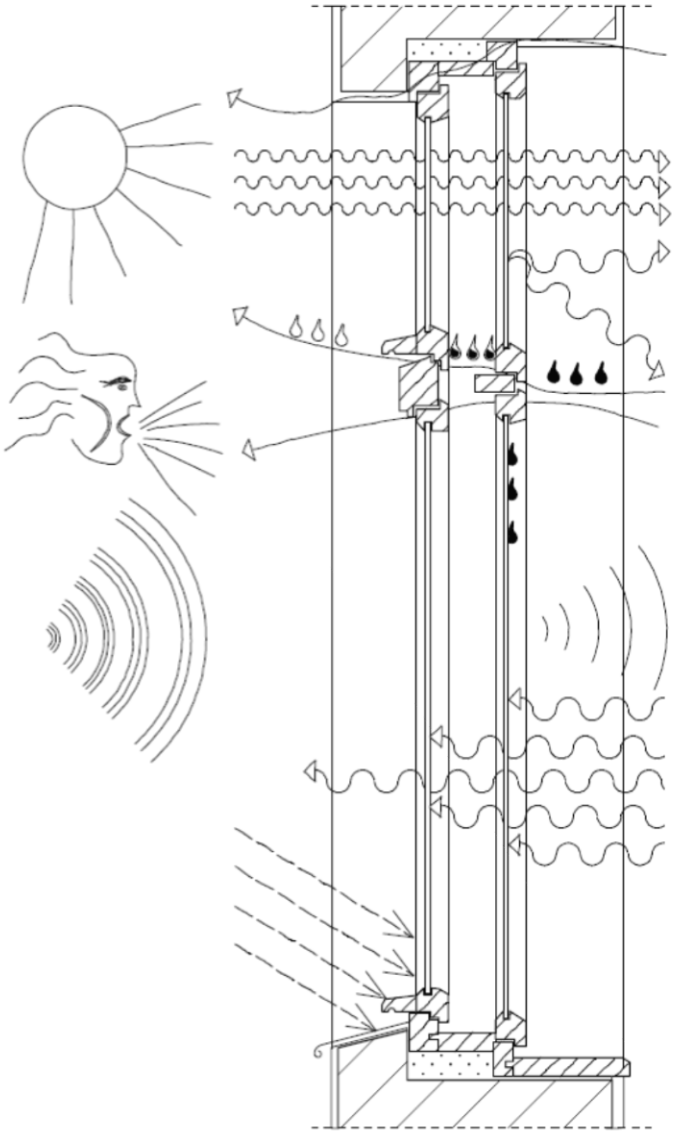
Grundsätzliche Vorgaben für Nachbaufenster:
- Rahmenmaterial: Holz
- Einfach- und Kastenfenster zulässig
- Oberfläche: Anstrich weiß
- Gliederung für quadratische Öffnungen: 6-teilig mit Kämpfer, Pfosten und Stulp
- Öffnungsart: Drehflügel, keine Klappflügel
- Sprossen: In der dargestellten Anordnung und Ausführung zulässig, nicht zwingend vorgeschrieben
- Anordnung: wie im Bestand hinter dem Anschlag
- ACHTUNG: Zur Vermeidung von Feuchte und Schimmelbildung ist bei allen Einfachfenstern (ohne zweite Fensterebene wie beim Kastenfenster) der Einbau von Leibungsdämmung erforderlich !

Als Hersteller geeigneter Standardfenster werden hier beispielhaft angegeben:
- PAX / Serie PaxRetro: www.pax.de
- Tischlerei Nickel, Weißwasser: ww.nickel-fenster.net
- Fecon: www.fecon.de

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Fensterplanung

- Wärmeschutz
- Luftdichtheit
- Schlagregendichtheit
- Schallschutz
- Standsicherheit
- Einbruchhemmung
- Sonnenschutz
- Brandschutz
- Lüftung
- Gesundheitliche Bewertung eingesetzter Baustoffe



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Detaillierte Bestandsaufnahme





Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Detaillierte Bestandsaufnahme





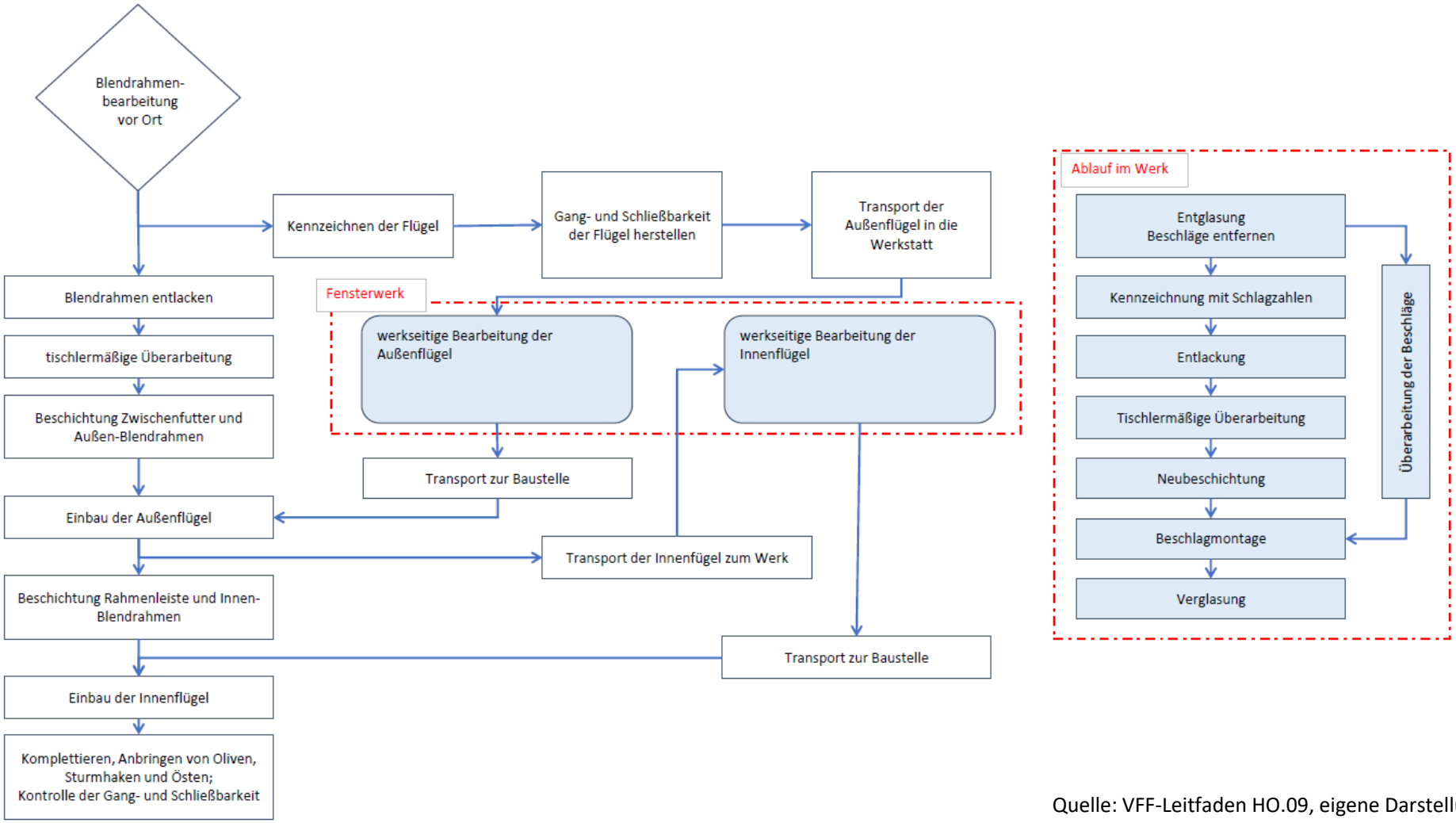
Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Logistische Abwicklung

- Gemeinsame Planung mit ausführender Firma
- Festlegung, was vor Ort und was in der Werkstatt gemacht wird (Fensterausbau vs. Flügelausbau)
- Festlegung, von Arbeiten am Bauteilanschluss (abhängig von Bestandssituation und Anforderung Bauteilanschluss)

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Ablauf der Bearbeitungsschritte vor Ort und im Fensterwerk

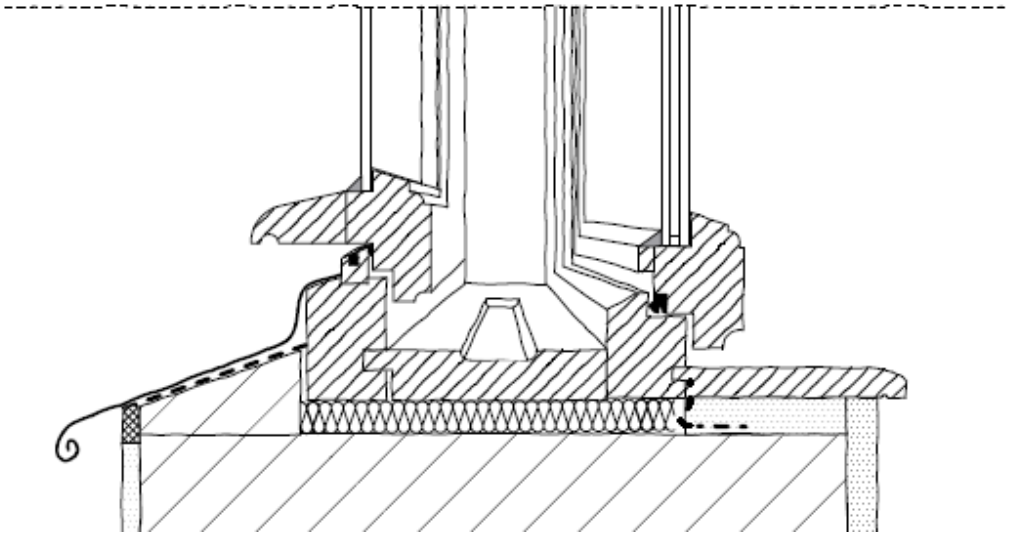


Quelle: VFF-Leitfaden HO.09, eigene Darstellung

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Holztechnische Überarbeitung

- Nachverkleben defekter Eckverbindungen
- Verschließen offener Brüstungsfugen
- Verschließen von Rissen
- Überarbeiten der Blendrahmenunterstücke
  Verbesserung der Schlagregendichtheit am Stufenfalz



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Holztechnische Überarbeitung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Holztechnische Überarbeitung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Holztechnische Überarbeitung

- Nachverkleben defekter Eckverbindungen
- Verschließen offener Brüstungsfugen
- Verschließen von Rissen
- Überarbeiten der Blendrahmenunterstücke
  Verbesserung der Schlagregendichtheit am Stufenfalz
- Erneuern defekter oder unzureichend dimensionierter Wassernasen und Wetterschenkel
- Erneuern von stark geschädigten Rahmen- und Flügelteilen

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Entlackung

Entlackungsverfahren auswählen

- Warmluftverfahren (empfohlen)
- Abbeizverfahren (für Zierstücke)

Ungeeignete Verfahren:

- Maschinelle Entlackung mit rotierenden Maschinen
- Hochdruckstrahlen
- Ablaugen

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Entlackung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Neubeschichtung

- Lösemittelhaltige Grundierung erforderlich (!)
  (nur so kann Harz-/Leinölfirnis angelöst werden und die Grundierung in das Holz eindringen)
- Beschichtung gem. VFF-Merkblatt HO.03
  - Gründlich schleifen und entstauben (!)
  - Imprägnieren neuer Holzteile mit Holzschutzmitteln
  - Zwei Mal grundieren (!)
  - Zwischenschliff
  - Hirnholzschutz
  - Zwischen- und Endbeschichtung mit wasserlöslichen Produkten*

*Diskussionsbedürftig

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

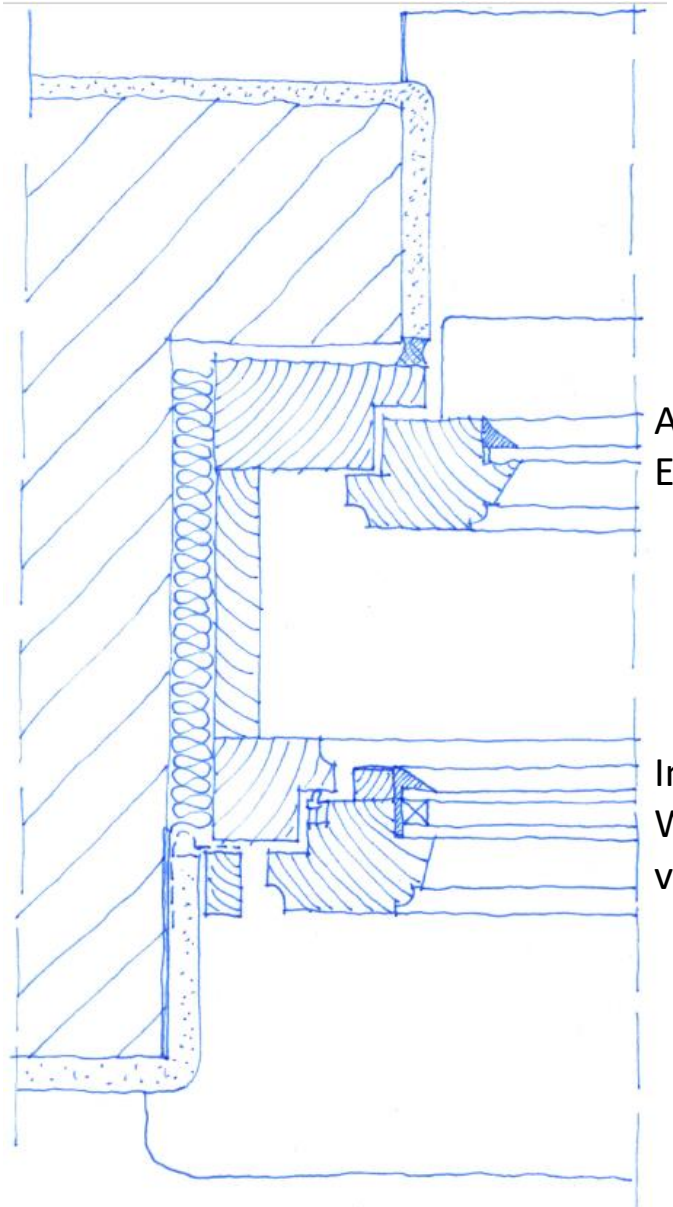
Runderneuerung – Neubeschichtung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Entglasung

- Entfernen der Scheiben (zerstörend oder: zerstörungsfrei – Kittlampe mit Infrarotwärme)
- Bearbeitung des Glasfalzes (Kittreste ausfräsen, scharfkantige Falzprofilierung herstellen; breiteres Falzmaß für Wärmeschutzglas im Innenflügel)
- Auch die Falze müssen endbeschichtet sein



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Neuverglasung

- Neuverglasung mit freier Dichtstoff-Fase
  in Anlehnung an DIN 18545-3
- Verglasung mit Vorlegeband, Verklotzung und Dichtstoffen
  gem. DIN 18545-2
- Leinölkitte sind ausgeschlossen, es werden Kitt-Ersatzmassen verwendet, die den Anforderungen nach DIN 18545-2, Gruppe E und der ift-Richtlinie entsprechen
- Empfohlen ist elastischer Einkomponenten-Dichtkitt
  auf Basis modifizierter Siloxanharze,
  wetterbeständig, wartungsfrei und überstreichbar (DIN 18545, A, B)
- Die Verträglichkeit zum gewählten Beschichtungssystem muss sichergestellt werden

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Neuverglasung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Überarbeitung der Beschläge

- Gang- und Schließbarkeit herstellen
- Historische Beschläge nach Möglichkeit erhalten und ergänzen



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Einbau von Dichtungen

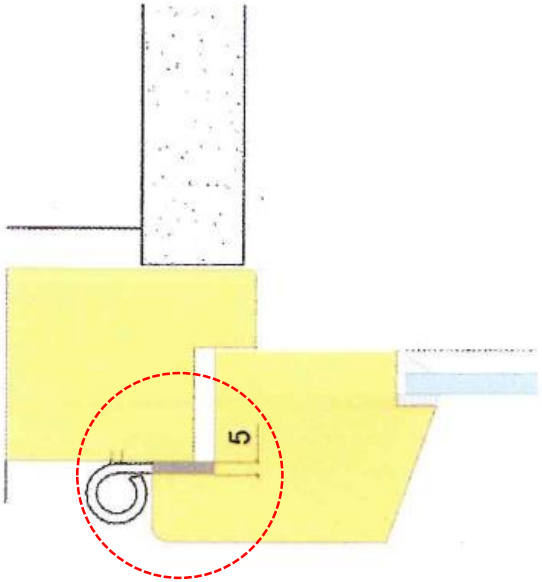
- Grundsätzlich: Einbau in Innenflügeln
- Abstimmung der Lage und Anzahl der Dichtungsebenen abhängig vom jeweiligen Fenster und den Schallschutzanforderungen
- Schlagregendichtheit am Außenfenster verbessern



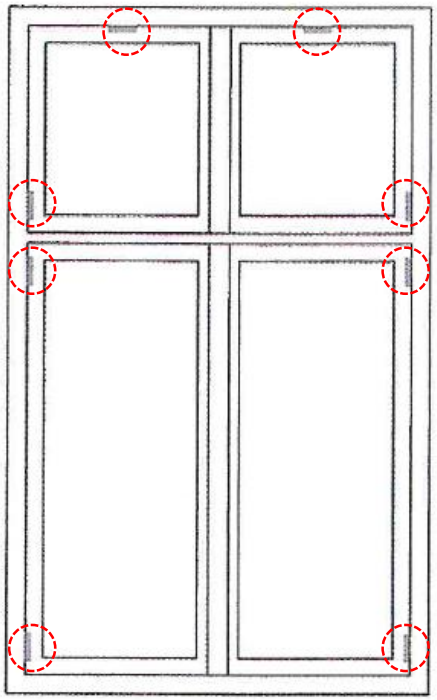
Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Einbau von Wärmeschutzverglasungen

- In der Regel Einbau in Innenflügeln (dichte Ebene)
- Belüftung des durch die verbesserte Verglasung kälteren Fensterzwischenraum zur Vermeidung von Kondensat am Außenflügel (Belüftungsfräsung am Flügelüberschlag)



Belüftungsfräsung
am Flügelüberschlag
Länge 80 mm



Quelle:
VFF-Leitfaden HO.09

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Baukörperanschluss

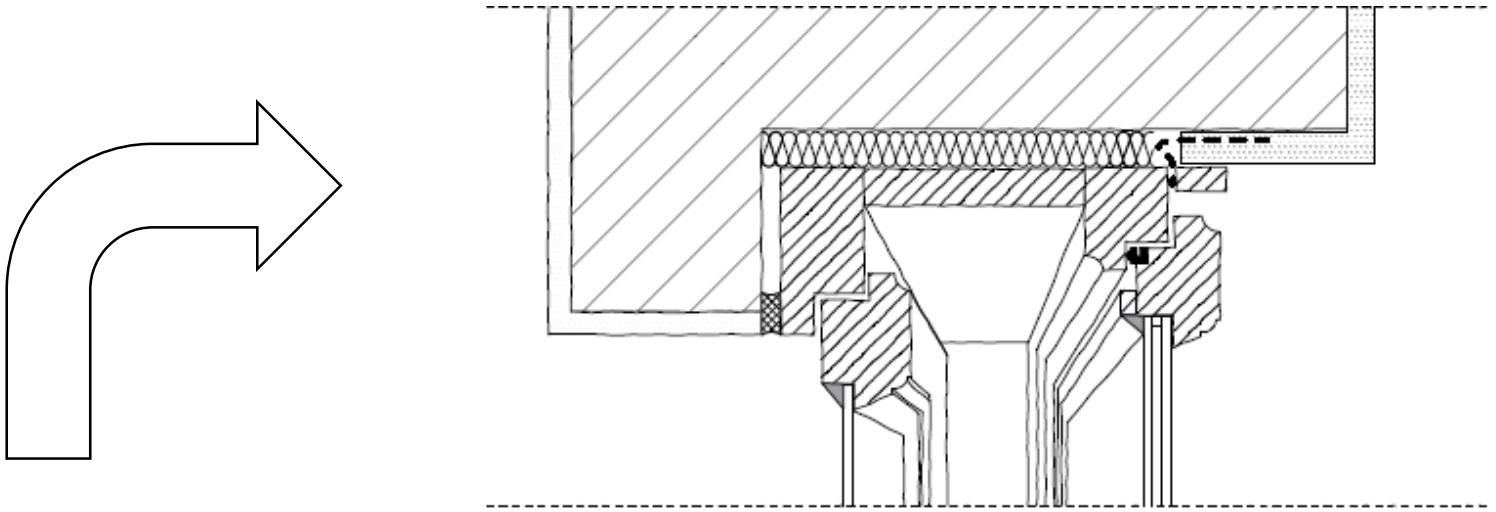
- Drei Ebenen
  - Luftdichtheitsebene (Innen)
  - Funktionsebene (Kasten, Befestigungsebene, Wärmeschutz)
  - Wetterschutzebene (Außen, Schlagregen, Wind)

- Verbesserung des Baukörperanschlusses bei Fensterausbau
  - Komplette Erneuerung gem. aktueller Norm

- Verbesserung des Baukörperanschlusses bei eingebautem Rahmen
  - z. B. Einbau vorkomprimiertes Dichtband außen
  - Optimierung oder Erneuerung der Fensterbankabwässerung
  - ggf. Öffnung des Putzanschlusses und Ausstopfen der Anschlussfuge zwischen Rohbauwand und Kasten, überputzbares Putzband (luftundurchlässig), neu verputzen oder verleisten

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

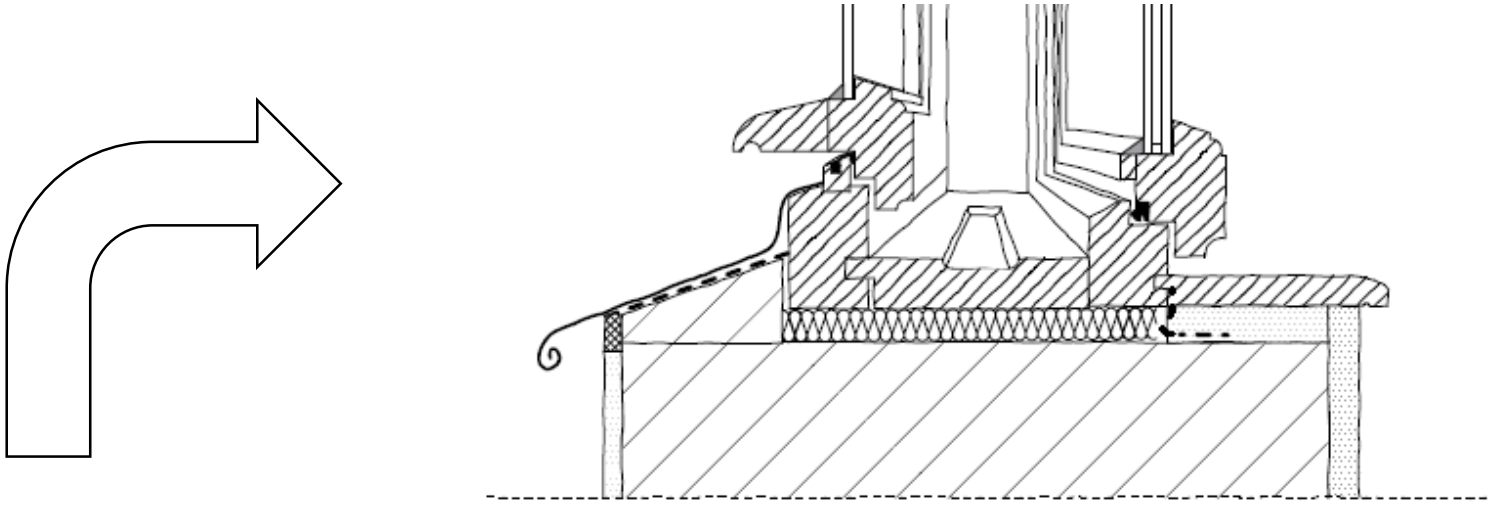
Runderneuerung – Baukörperanschluss



- Verbesserung des Baukörperanschlusses bei eingebautem Rahmen
  - z. B. Einbau vorkomprimiertes Dichtband außen
  - Optimierung oder Erneuerung der Fensterbankabwässerung
  - ggf. Öffnung des Putzanschlusses und Ausstopfen der Anschlussfuge zwischen Rohbauwand und Kasten, überputzbares Putzband (luftundurchlässig), neu verputzen oder verleisten

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Baukörperanschluss



- Verbesserung des Baukörperanschlusses bei eingebautem Rahmen
  - z. B. Einbau vorkomprimiertes Dichtband außen
  - Optimierung oder Erneuerung der Fensterbankabwässerung
  - ggf. Öffnung des Putzanschlusses und Ausstopfen der Anschlussfuge zwischen Rohbauwand und Kasten, überputzbares Putzband (luftundurchlässig), neu verputzen oder verleisten

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Qualitätssicherung

- Firmeninterne Qualitätsüberwachung
- Qualitätsprüfung durch die Bauüberwachung*
- Empfehlung: Luftdichtheitstest (blower door)*
- Firmeninterne Dokumentation (für die Bearbeitung)
  - Dokumentation der Bestandsaufnahme
  - Objektbezogener Nummernschlüssel für die Zuordnung von Blendrahmen und Flügel
  - Handlungsanweisung für die Bearbeitung vor Ort und im Werk
  - Maßnahmen zur Ertüchtigung

* Ergänzungen aus Architektensicht

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Qualitätssicherung





Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Qualitätssicherung





Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Qualitätssicherung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Qualitätssicherung



Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Abnahme und Gewährleistung

- Dokumentation (Übergabe an Bauherrn)*
  - Produktinformationen für alle eingesetzten Materialien
    - Rahmenmaterial
    - alle Beschichtungsstoffe
    - Farbton
    - Dichtungsprofile
    - Verglasungen
    - Glaseindichtungen
    - Beschläge
    - Sonstige
  - Realisierte Verbesserungen
    - Wärmeschutz
    - Schallschutz
    - Einbruchschutz

* Ergänzungen aus Architektensicht

Kastenfenstersanierung nach VFF-Leitlinie HO.09

Runderneuerung – Abnahme und Gewährleistung

- Dokumentation (Übergabe an Bauherrn) – Fortsetzung*
  - Fachunternehmererklärung
  - Hinweise zu Raumklima und Lüftungsverhalten (!)
  - Reinigungsanleitung
    (besonders wichtig beim Einsatz von K-Glas)
  - Hinweise zur Instandhaltung
  - Empfehlungen zur Wartung und Inspektion

* Ergänzungen aus Architektensicht

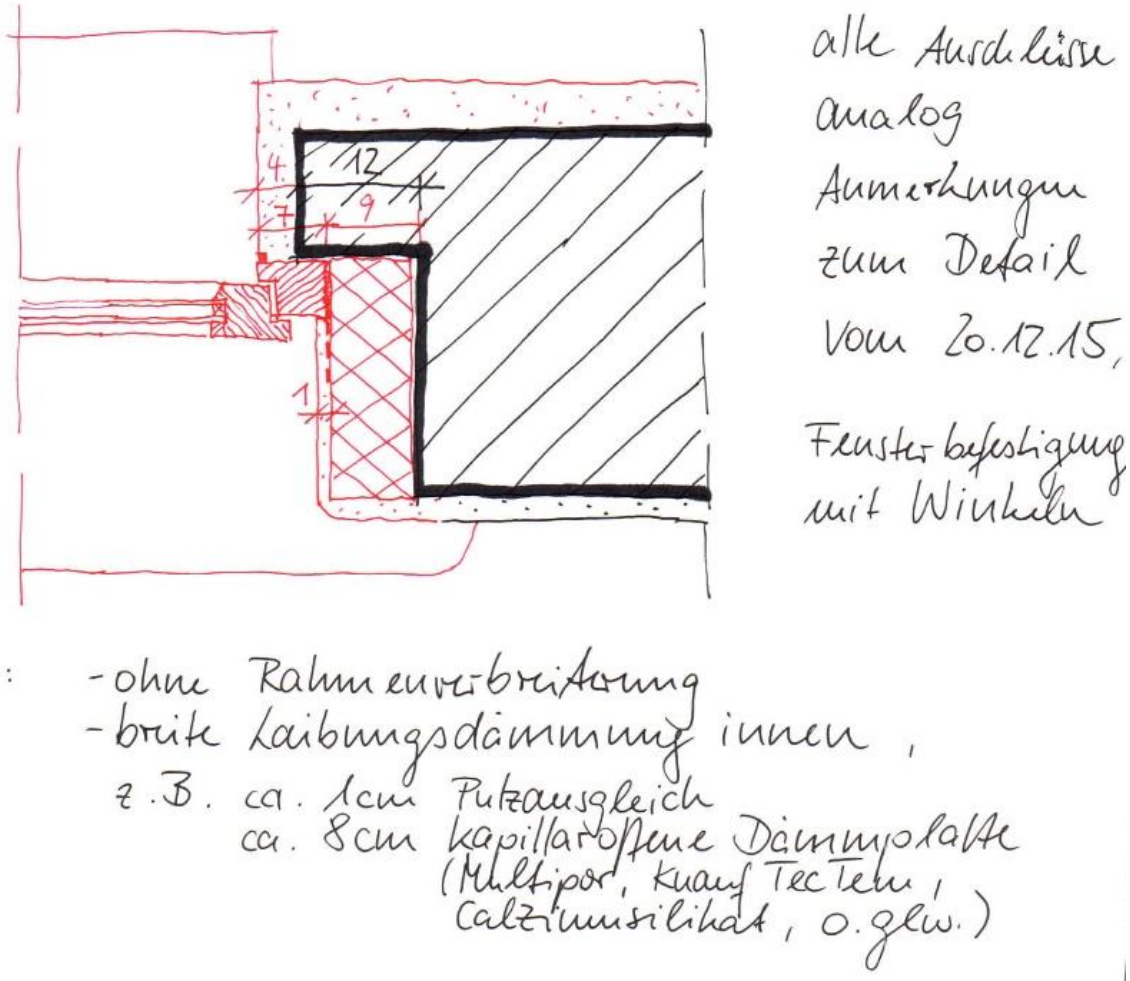
4.
Kosten und Finanzierung

Kosten und Finanzierung

Kostenvergleich
Saniertes Kastenfenster vs. Neues Holzfenster mit Anschlüssen (gern vergessen)

Kosten und Finanzierung

Kostenvergleich
Saniertes Kastenfenster vs. Neues Holzfenster mit Anschlüssen (gern vergessen)



Kosten und Finanzierung

Kostenvergleich
Saniertes Kastenfenster vs. Neues Holzfenster mit Anschlüssen (gern vergessen)



Kosten und Finanzierung

Fördermöglichkeiten

KfW Einzelmaßnahme

KfW Energieeffizienzhausstandard (z. B. KfW-Denkmal)

Berliner Schallschutzfensterprogramm

Kosten und Finanzierung

Fördermöglichkeiten

KfW Einzelmaßnahme

KfW Energieeffizienzhausstandard (z. B. KfW-Denkmal)

Technische Mindestanforderungen an Ertüchtigung von Fenstern

- nicht Denkmal oder BEBS U_W von 1,3 W/m²K
- Denkmal oder BEBS U_W von 1,6 W/m²K

Technische Mindestanforderungen an Erneuerung von Fenstern

- nicht Denkmal oder BEBS U_W von 0,95 W/m²K
- Denkmal oder BEBS U_W von 1,4 W/m²K
  (bei glasteilenden Sprossen) U_W von 1,6 W/m²K

https://kfw.de

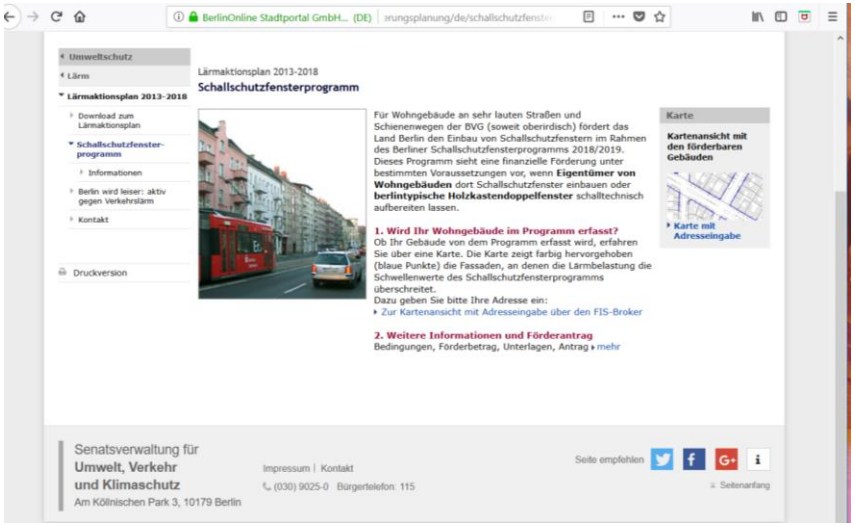
Kosten und Finanzierung

Fördermöglichkeiten

Berliner Schallschutzfensterprogramm

Gefördert wird die Runderneuerung berlintypischer Holzkastendoppelfenster, wenn diese anschließend die erforderliche Schalldämmung erreichen.

Die akustische Sanierung von **berlintypischen Holzkastendoppelfenstern** wird mit 400 Euro je m² Einbaufläche gefördert, sowie **Lüftungseinrichtungen** mit einer Pauschale von jeweils 250 Euro pro Raum (Schlafzimmer und Kinderzimmer)



https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/laerm/laermminderungsplanung/de/schallschutzfenster/

5.
Instandhaltung und Pflege

Instandhaltung und Pflege

Empfohlen: Wartungsvertrag (HO.09)

Erreichbare Lebensdauer von sanierten Kastenfenstern:
100 Jahre + 100 Jahre + …

Kein Vergleich zum Kunststofffenster
(Erreichbar 30 Jahre +, reparabel?)

Weitere Fragen?

Innenluftqualität ?

Reduzierte Luftwechselrate muss kompensiert werden
(Feuchtigkeit, CO_2, Schadstoffe)

- In Wohnräumen: mindestens Lüftungskonzept DIN 1946-6
- Im Nichtwohnungsbau: Fachplanung Lüftung

Energie drinnen, Schall draußen
– mit sanierten Kastenfenstern –

Diana Hasler
Dipl. Ing. Architekt
Energieberaterin für Baudenkmale

Anklamer Straße 38, VH . 10115 Berlin
0172 9454487 . info@dianahasler.de
www.dianahasler.de