



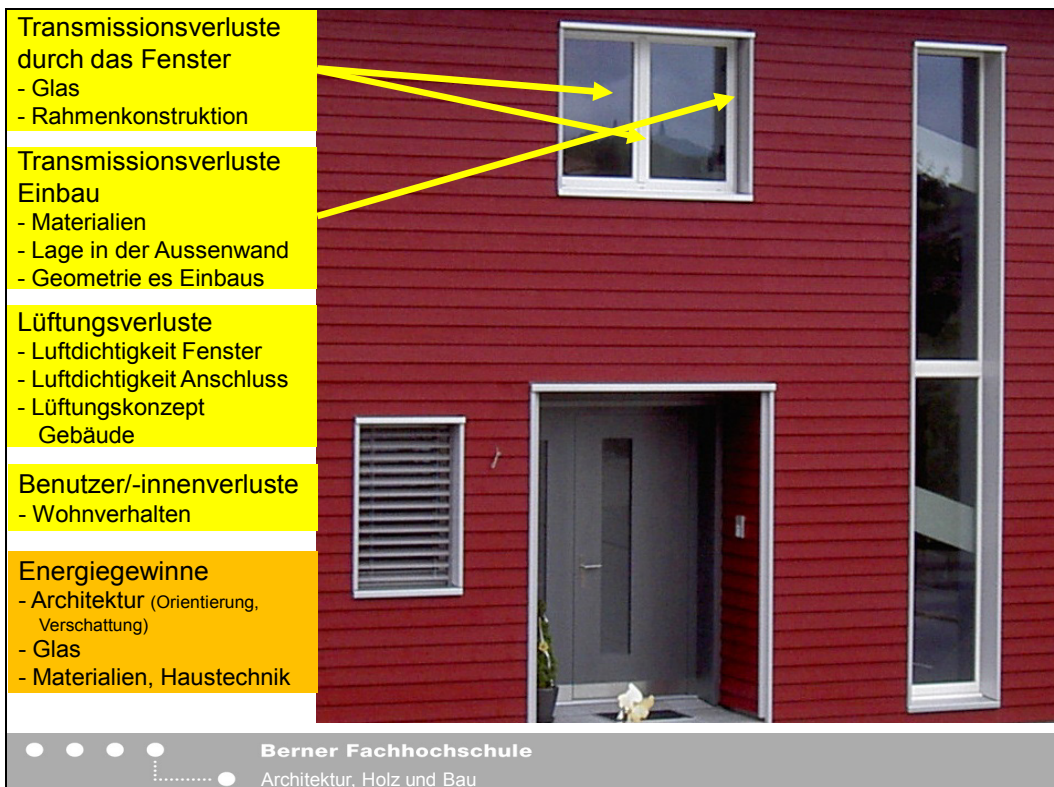
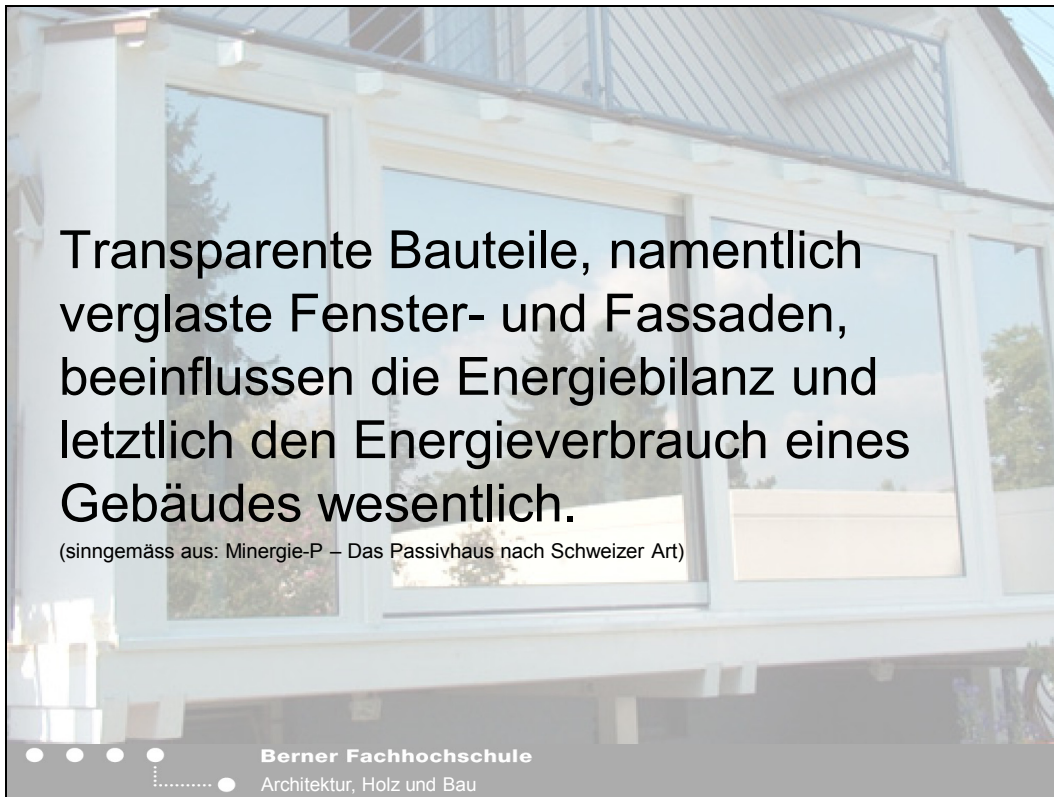
*Christoph Rellstab
Dipl. Ing. HTL/STV
Leiter Technikerschulen HF Holz
Biel, Mitglied der Departementslei-
tung, Berner Fachhochschule
Biel, Schweiz*

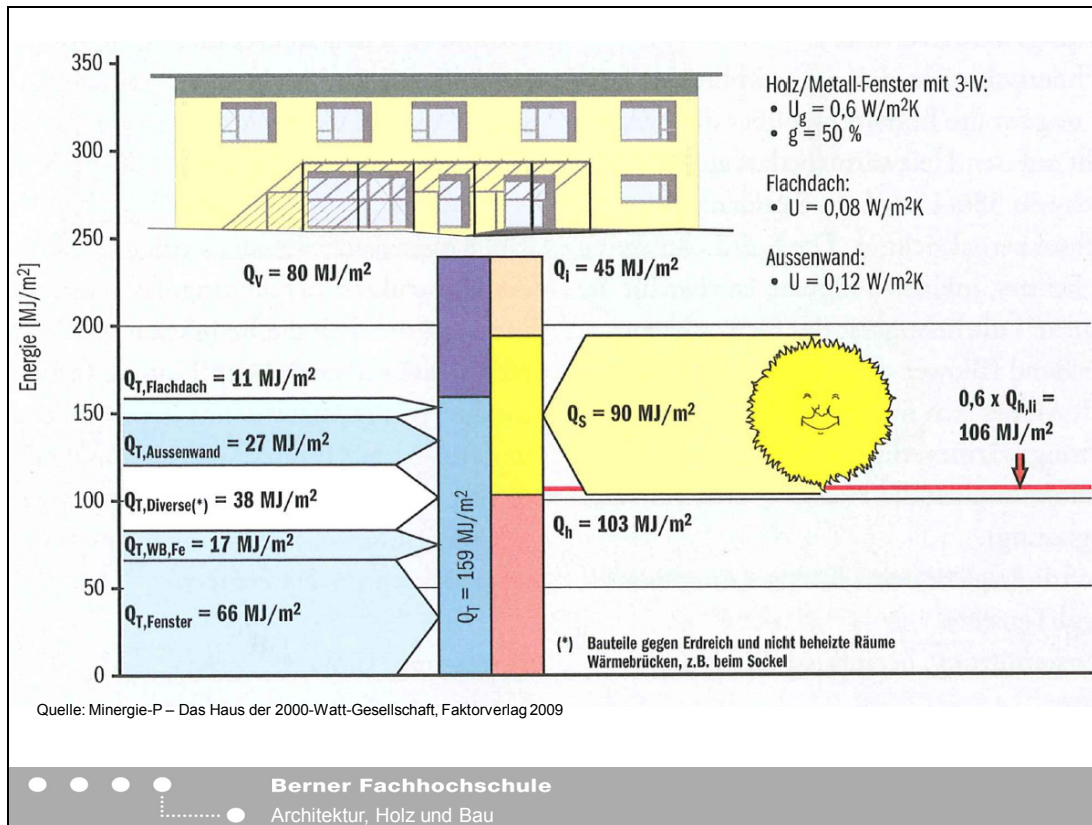
Sanierung von Fenstern

Anforderungen, Herausforderungen und Lösungsansätze

Sanierung von Fenstern

Anforderungen, Herausforderungen und Lösungsansätze





Gesetzliche Anforderungen, Grenzwerte Anforderungen nach SIA 380/1

1. Systemnachweis (Energiebilanz)

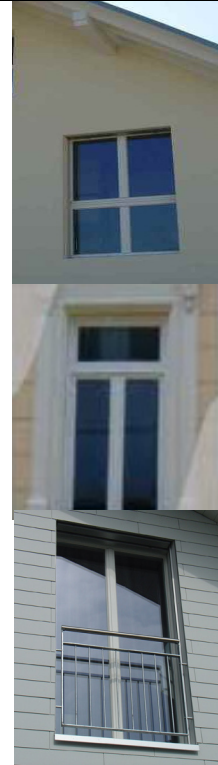
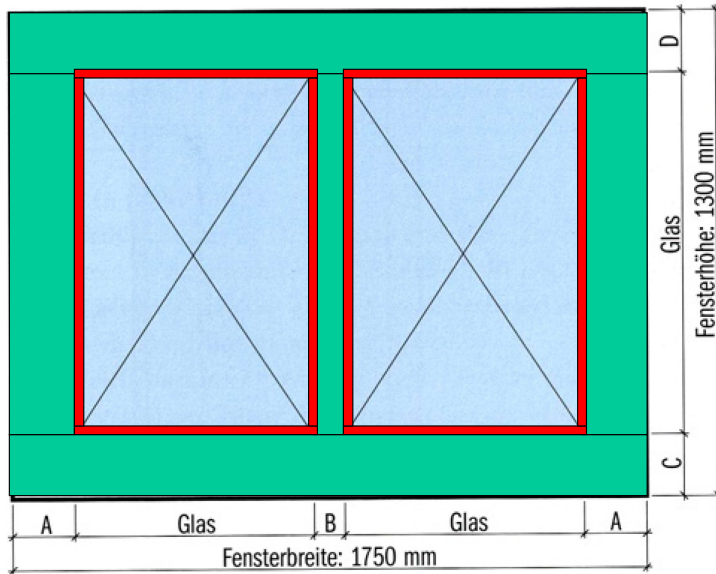
2. Einzelbauteilnachweis

2-flg. Fenster Netto-Abmessung (im eingebauten Zustand): b x h = 1,55 m x 1,15 m

Grenzwert: U_w ≤ 1,3 W/m²K

Kann mit heutigen Fenstersystemen mit einem 2-IV-Glas i.d.R. eingehalten werden.

U-Wertbestimmung von Fenstern



Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau

U-Wert Fenster:

$$U_w = \frac{A_{f,licht} \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w} \quad [W/m^2K]$$



Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau

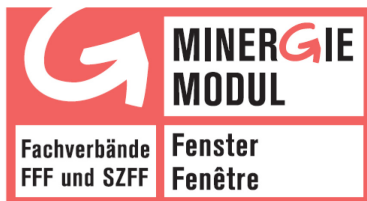
Eigenschaften von Fenstern, welche die Anforderungen der SIA 380/1 erfüllen (Grenzwerte)

	Glasanteil 75%		Glasanteil 80%		Glasanteil 85%	
	≤ 1.2	≤ 1.4	≤ 1.2	≤ 1.5	≤ 1.2	≤ 1.7
U_f in W/m^2K						
U_g in W/m^2K	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0
Ψ_g in W/mK	0.06		0.06		0.06	

Berner Fachhochschule

Architektur, Holz und Bau

Anforderungen an Minergie-Fenster



2-flg. Fenster mit Netto-
Abmessung (im eingebauten
Zustand):

bxh = 1,55 m x 1.15 m

Grenzwert: $U_w \leq 1.0 W/m^2K$

Glas: $U_g = 0.7 W/m^2K$

Glasabstandhalter:

$\Psi = 0.06 W/mK$

(Edelstahl oder besser)

Glasanteil: $\geq 75\%$

Fensterliste: www.minergie.ch

Berner Fachhochschule

Architektur, Holz und Bau

Eigenschaften von Minergie-Fenstern

	Glasanteil 75%	Glasanteil 80%	Glasanteil 85%
U_f in W/m ² K	≤ 1.2	≤ 1.3	≤ 1.4
U_g in W/m ² K	0.7	0.7	0.7
Ψ_g in W/mK	0.06	0.06	0.06

Berner Fachhochschule
 Architektur, Holz und Bau

Die Energieeffizienz von Fenster- und Fassadenkonstruktion

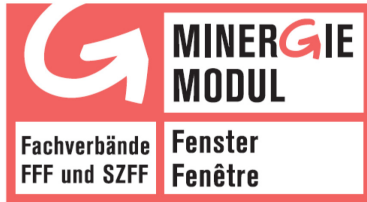
Konstruktionsweisen und Wärmeverluste von Fenstern

Konstruktionsweise	U_g (W/m ² K)	U_f (W/m ² K)	Verbrauch Heizöl (Liter/m ²)
Alte Doppelverglasung	3.0	3.0	27
Alte Isolierverglasung	2.0	2.0	-
Zweifachverglasung mit Argon	1.1	1.3	20
Zweifachverglasung mit Krypton	1.0	1.2	36
Dreifachverglasung Argon	0.7	1.0	42
Dreifachverglasung Krypton	0.5	0.8	7
Minergie-Modul Fenster	0.7	1.0	9
Topfenster Minergie-P	0.5	0.8	7

Fenstermass: 1,75 m auf 1,3 m
 Quelle: www.topfenster.ch

Berner Fachhochschule
 Architektur, Holz und Bau

Anforderungen an Minergie-P-Fenster



2-flg. Fenster (dito Minergie):

bxh = 1,55 m x 1.15 m

Grenzwert: $U_w \leq 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$

Glas: $U_g = 0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$

Glasabstandhalter:

Edelstahl o. besser

Glasanteil: $\geq 75\%$

Luftdurchlässigkeit :

Klasse 4

Schlagregendichtigkeit:

Klasse 9A

Verlust über Einbau:

$\Psi_E \leq 0.13 \text{ W/mK}$

Berner Fachhochschule

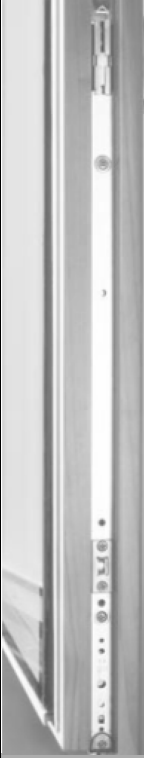
Architektur, Holz und Bau

Eigenschaften von Minergie-P-Fenstern

	Glasanteil 75%	Glasanteil 80%	Glasanteil 85%
U_f in $\text{W/m}^2\text{K}$	≤ 0.9	≤ 0.95	≤ 1.0
U_g in $\text{W/m}^2\text{K}$	0.6	0.6	0.6
Ψ_g in W/mK	0.035	0.035	0.035

Berner Fachhochschule

Architektur, Holz und Bau



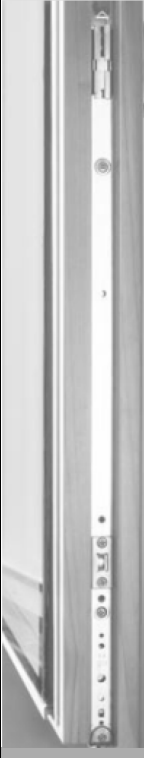
Fensterkonstruktion - Einflussfaktoren

Glas: U-Wert, g-Wert
(→ 3-IV-Glas, hoher g-Wert)

Rahmensystem: Geometrie, Materialien, Dichtungsebenen etc.
(→ Minimierung Rahmenanteil, tiefer U_F -Wert)

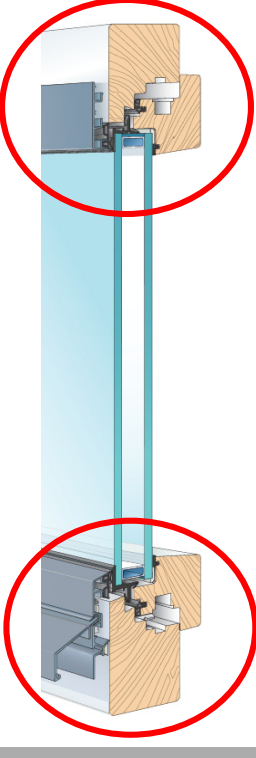
Einbausituation: Lage im Dämmperimeter, Materialien
(→ Konstruktionsplanung, Systemauswahl)

Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau



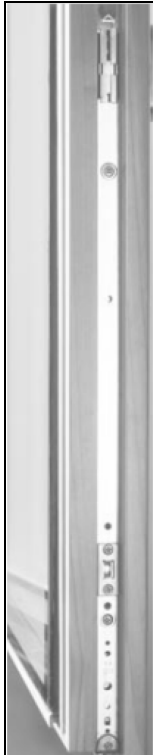
Rahmensystem

- Geometrie
- Materialien
- Konstruktion




Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau

17



Einbausituation

- Lage im Dämmperimeter
- Einfluss der Materialien


Berner Fachhochschule
 ● Architektur, Holz und Bau

19

Inhomogene Holzleichtkonstruktionen

Zwischenleibung innen (Wärmebrückenkatalog BFE Nr. 5.1-H2)

U-Wert Wand [W/m ² K]	Fenster typ Ψ-Wert [W/mK]		
	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
0.10	0.13	0.17	0.15


Zwischenleibung mittig (Wärmebrückenkatalog BFE Nr. 5.1-H3)

U-Wert Wand [W/m ² K]	Fenster typ Ψ-Wert [W/mK]		
	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
0.10	0.12	0.17	0.14

Zwischenleibung aussen (Wärmebrückenkatalog BFE Nr. 5.1-H4)

U-Wert Wand [W/m ² K]	Fenster typ Ψ-Wert [W/mK]		
	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
0.10	0.18	0.21	0.21

Quelle:
Wärmebrückenkatalog für Minergie-
P-Bauten, BFE
www.bfe.admin.ch


Berner Fachhochschule
 ● Architektur, Holz und Bau

Aussenwärmedämmung verputzt oder hinterlüftete Fassadenbekleidung

Zwischenleibung innen (Wärmebrückenatlas BFE Nr. 5.1-A1)

	U-Wert Wand [W/m²K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
	0.10	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
		0.13	0.19	0.15
Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton		+ 0.01 W/mK		

Zwischenleibung aussen (Wärmebrückenatlas BFE Nr. 5.1-A3)

	U-Wert Wand [W/m²K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
	0.10	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
		0.11	0.16	0.12
Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton		+ 0.01 W/mK		

Aussenanschlag auf Mauerwerk

	U-Wert Wand [W/m²K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
	0.10	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
		0.10	0.14	0.11
Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton		+ 0.00 W/mK		

Quelle:
Wärmebrückenatlas für Minergie-
P-Bauten, BFE
www.bfe.admin.ch

Berner Fachhochschule
Architektur Holz und Bau

Inhomogene Holzleichtkonstruktionen

Zwischenleibung innen (Wärmebrückenatlas BFE Nr. 4.1-H3)

	U-Wert Wand [W/m²K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
	0.10	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
		0.16	0.20	0.18
Zuschlag für Rahmenüberdeckung mit 8 cm Wärmedämmung		-0.04 W/mK		

Zwischenleibung mittig

	U-Wert Wand [W/m²K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
	0.10	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
		0.16	0.20	0.18
Zuschlag für Rahmenüberdeckung mit 8 cm Wärmedämmung		-0.04 W/mK		

Zwischenleibung aussen

	U-Wert Wand [W/m²K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
	0.10	Holz	Holz-Metall	Kunststoff
		0.18	0.21	0.21

Quelle:
Wärmebrückenatlas für Minergie-
P-Bauten, BFE
www.bfe.admin.ch

Berner Fachhochschule
Architektur Holz und Bau

Sanierung bestehender Fenster

i.d.R. für schützenswerte Fenster

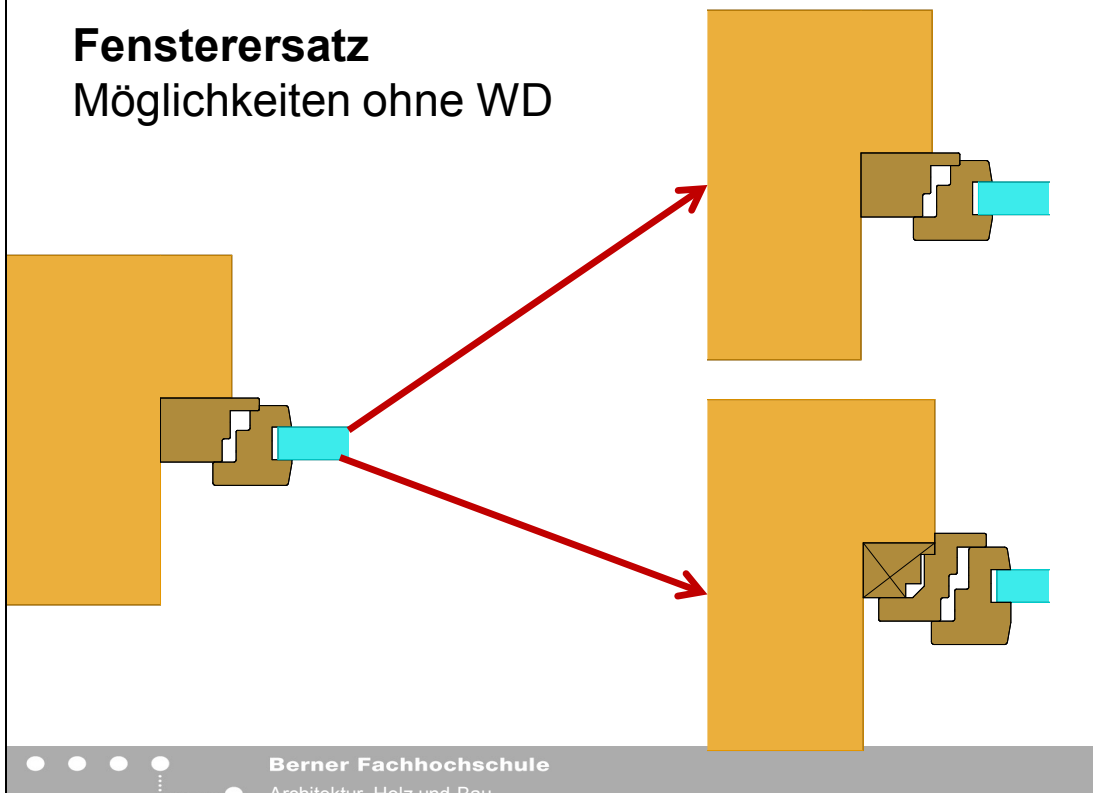
Mögliche Massnahmen am Fenster selber:

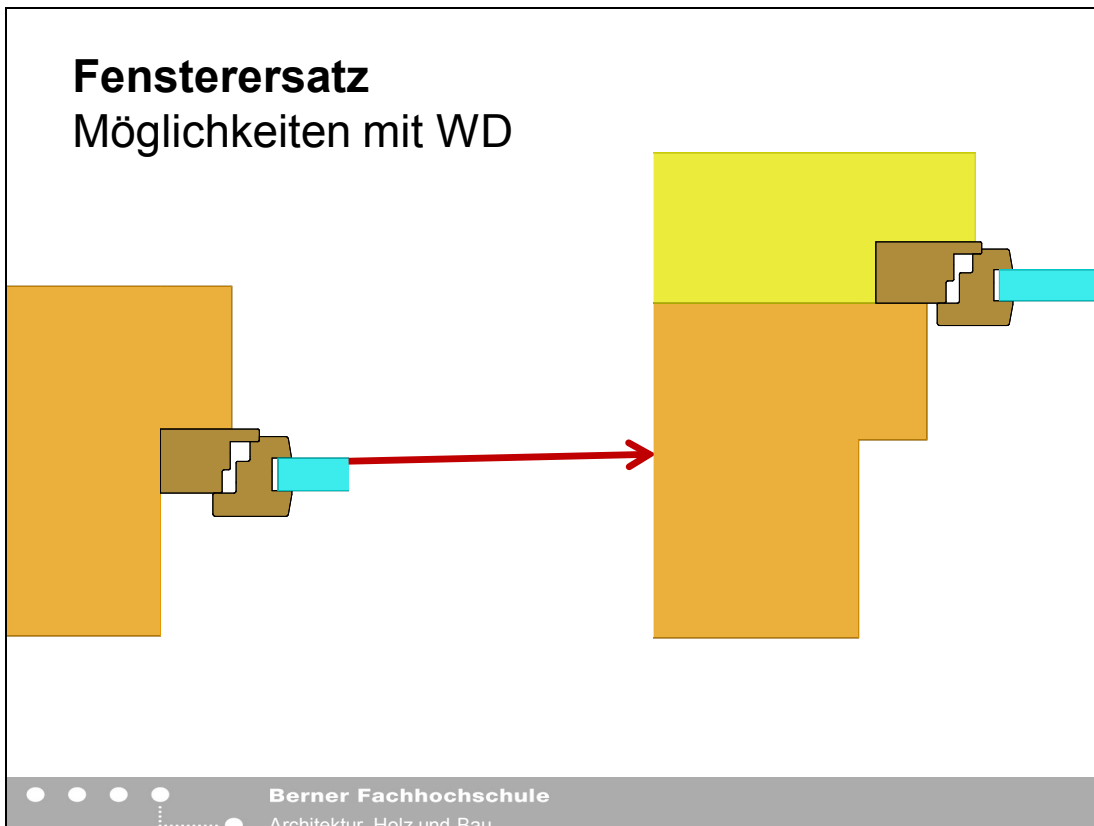
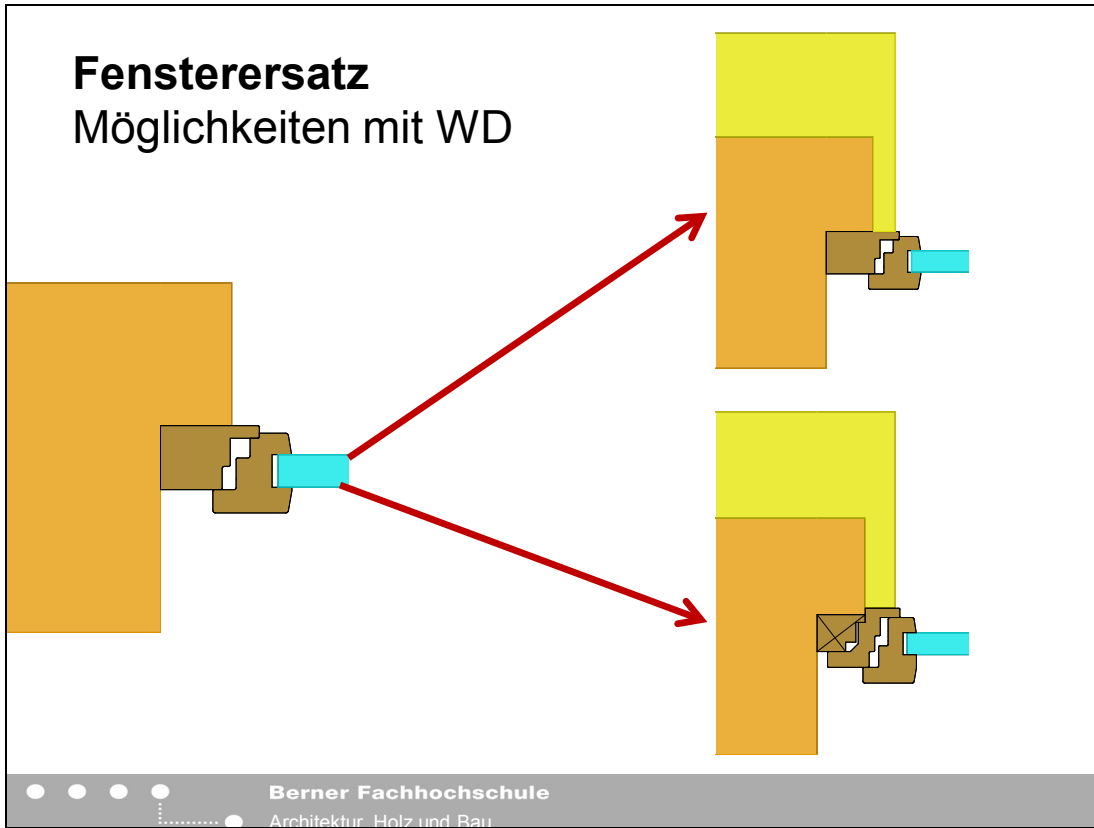
- Einbau von Dichtungsprofilen
→ erhebliche Reduktion der Lüftungsverluste möglich
- Glasersatz
→ Reduktion der Transmissionsverluste möglich
→ Erhöhung der Oberflächentemperatur innen

Mögliche Massnahmen im Bereich des Bauanschlusses:

- Behebung bestehender Undichtigkeiten

Fensterersatz Möglichkeiten ohne WD





Bauanschlüsse - Anforderungen

Fenster müssen so eingebaut werden, dass:

- Auftretende Kräfte aufgenommen und in den Baukörper abgeleitet werden können.
- Gebrauchstauglichkeit dauerhaft erhalten bleibt
- Bedienung gefahrlos möglich ist
- Wärmebrücken und Feuchteschäden vermieden werden
- Anschlussfugen dauerhaft dicht sind
- Anforderungen an die Leistungseigenschaften eingehalten werden (Luftdichtigkeit, Wärmeschutz, Schallschutz etc.)



Was sagt SIA 331 – Fenster und Fenstertüren?

2.4 Anschlüsse

- 2.4.1 Anschlüsse bestehen aus Befestigung und Abdichtung. Für die unteren Anschlüsse der Fenstertüren gilt die Norm SIA 271.
- 2.4.2 Die Befestigung ist so zu dimensionieren, dass die auftretenden Kräfte direkt vom Fenster auf das Tragwerk übertragen werden können.
- 2.4.3 Verformungen der Tragkonstruktion ≥ 5 mm sind zu definieren und in der Konstruktion zu berücksichtigen.
- 2.4.4 Die Massnahmen (Ausführung und Materialisierung) zur dauerhaften Sicherstellung
- der Luftdichtung und Dampfbremse (innen),
 - der Schlagregendichtung und Winddichtung (ausser),
 - des Schall- und Wärmeschutzes (Zwischenraum bzw. Funktionsbereich)
- sind festzulegen.



Energetische Optimierung der Fensterkonstruktion – Faustregeln zur Auswahl

Generell: gutes Rahmensystem, gutes Glas
(→ 3-fach-Glas, hoher g-Wert)

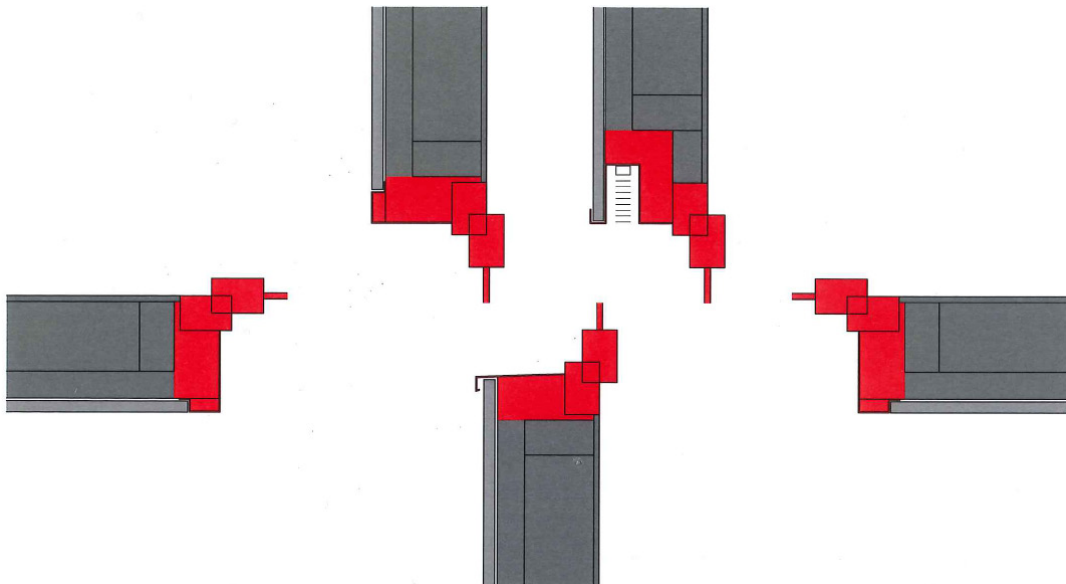
Optimierung der Einbausituation
(→ Überdämmung Blendrahmen)

Optimierung der Fensterkonstruktion
(→ Integrierte Konstruktion, tiefe Rahmen-U-Werte)

Optimierung der Einbausituation
(→ Lage der Fensterkonstruktion in der Fassade)

Substituierung gut wärmeleitender Materialien
(→ Auswahl der richtigen Fenstermaterialien)

Chance Komplettsystem



Quelle:
Alurex AG, Lyss, www.alurex.ch

Schluss/Ausblick

Fenster beeinflussen Energiebilanz / Energieverbrauch eines Gebäudes ganz wesentlich

Realisierung von energetisch optimierten Fensterkonstruktionen bedingt:

- Integrale Planung
 - Richtige Fensterkonstruktionsauswahl
 - Optimierung des Fenstereinbaus
 - Denken im Gesamtsystem

- Konstruktive Weiterentwicklung der Fenstersysteme
 - Energetische Optimierung
 - „Wärmebrückenmanagement“

