

Fenstervergleich

Projektpartner :

- HTW Berlin, FB 1 Studiengang Regenerative Energien
Prof. Dr.-Ing. Susanne Rexroth
- TU Berlin, Fachgebiet Planungs- und Bauökonomie/
Immobilienwirtschaft, Prof. Dr. Kristin Wellner

Die Oberste Denkmalschutzbehörde in der Berliner
Senatsverwaltung für Kultur und Europa begleitet das Projekt.

Das Vorhaben „Fenstervergleich“ (Projektlaufzeit: Phase 1: 01/2017 bis 03/2020, Phase 2: 04/2020 bis 05/2022) wird im Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung (BENE) gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Berlin (Verbundvorhaben Förderkennzeichen 1114-B5-0 und 1145-B5-0)

<https://www.immobilienwirtschaft.tu-berlin.de/menue/forschung/fenstervergleich/>
<https://fenstervergleich.htw-berlin.de/index.php/forschungsprojekt/>



Betrachtung von Sanierungsvarianten des Kastenfensters um 1900

Prof. Dr.-Ing. Susanne Rexroth, Susanne.Rexroth@htw-berlin.de

Konstantin Thurow, M.Sc. , Konstantin.Thurow@htw-berlin.de

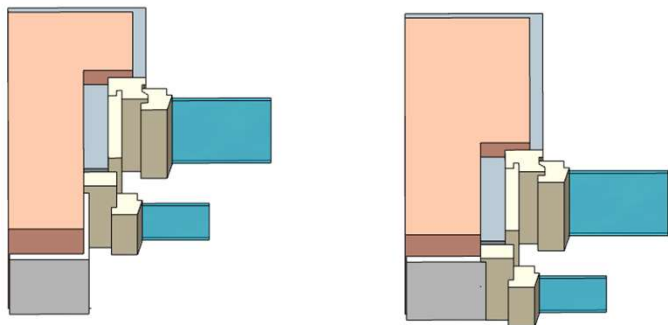
HTW Berlin

Wilhelminenhofstraße 75A · 12459 Berlin, www.htw-berlin.de

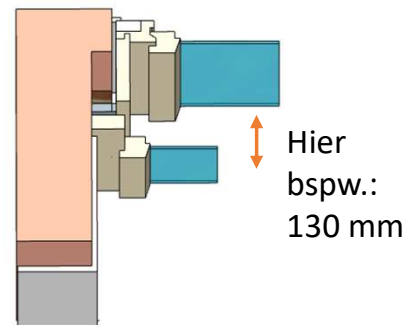
Hintergrundbild: Bürgeramt Fröbelstraße

Kastenfenster, was ist das

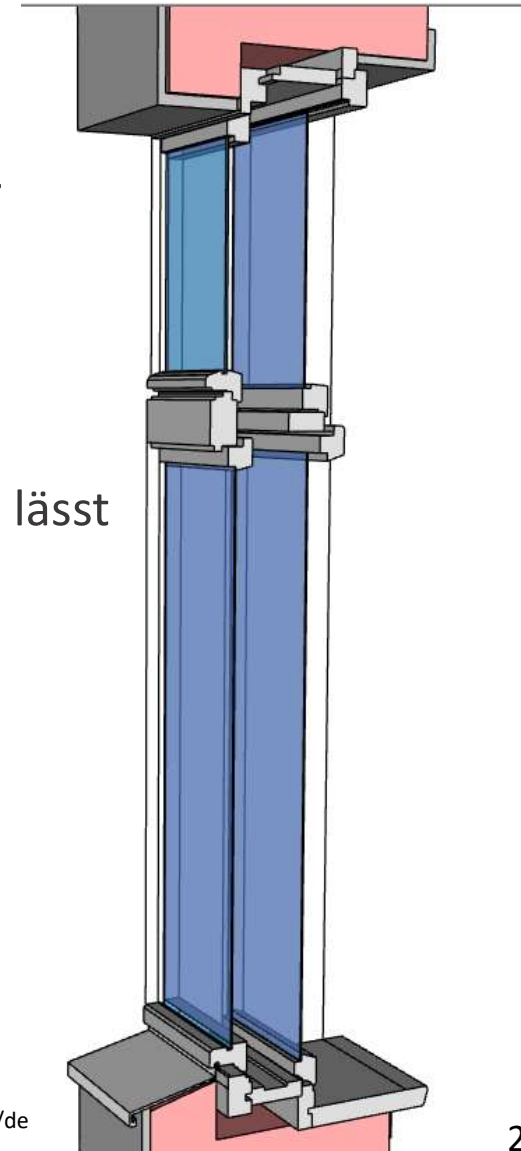
- Weiterentwicklung von temporären Vorfenster (Winterfenster) zur wärmeschutztechnischen Verbesserung von Einfachverglasungen
- konstruktiv verbunden durch einen festen Kasten
- zweischaliges Fenster, was sich nach innen und/oder außen öffnen lässt (eine Doppelfassade)
- charakteristisch ist der breite Scheibenzwischenraum (Luft)



Einbausituationen Vollmauerwerk



Software Info: <https://www.sketchup.com/de>



Vertikalschnitt





Bsp. Austauschfenster PVC - MIG



$$ca. U_g = 1,25 \frac{W}{(m^2K)} \quad g = 0,62$$

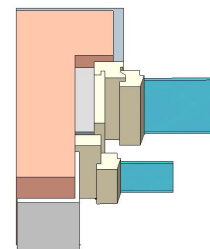


$$ca. U_g = 2,8 \frac{W}{(m^2K)} \quad g = 0,77$$

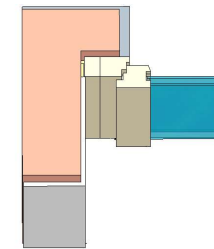
Messaufbau Dach Gebäude F HTW Berlin



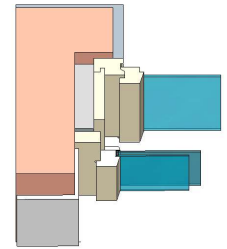
Vergleich des Heizenergieverbrauchs
verschiedener Sanierungsvarianten
für das Kastenfenster in Messkästen



Historisch/
denkmal-
gerecht
saniert

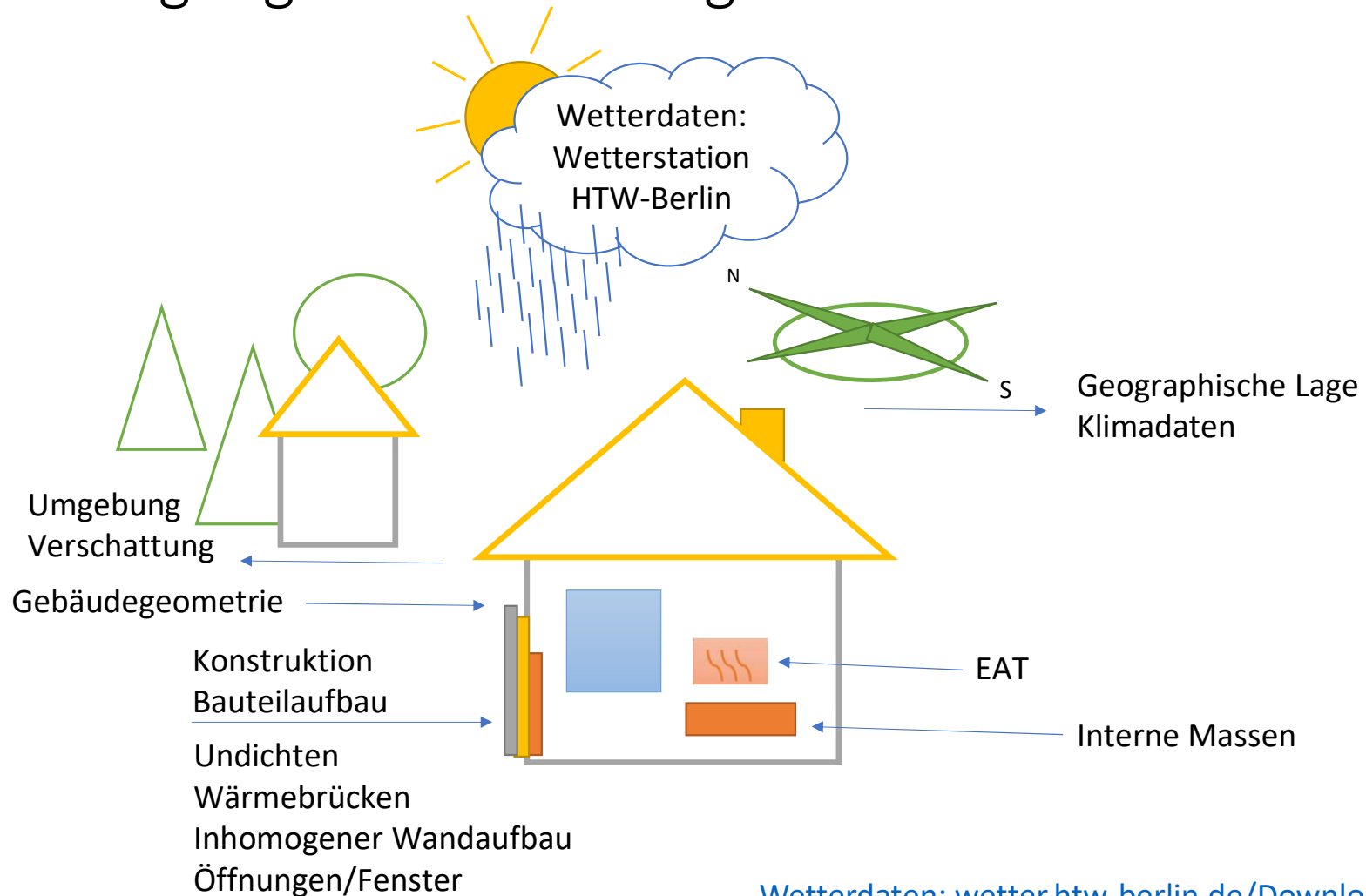


Fenster-
austausch



energetisch
saniert,
Innenflügel
(MIG)

Randbedingungen für die energetische Simulation



[Wetterdaten: wetter.htw-berlin.de/Download](http://wetter.htw-berlin.de/Download)

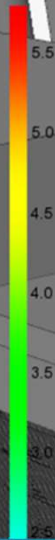
Vergleich Messung und Simulation



Wetterdaten:
Wetterstation
HTW Berlin

Simulation des Messaufbaus mit IDA ICE © EQUA Simulation AB

Glas U, W/(m² K)



Software Info: <https://www.trnsys.de/>

Software Info: <https://equa.se/de/ida-ice>

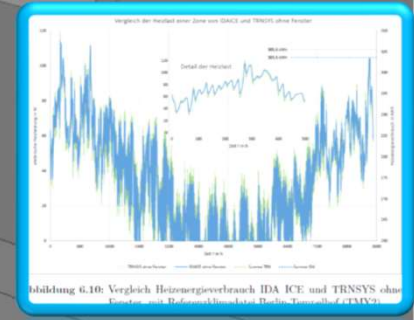
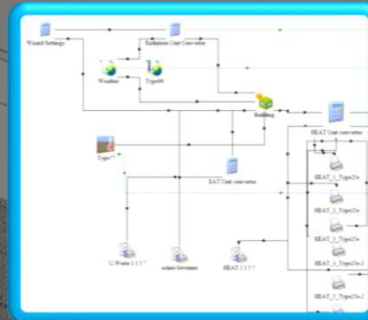
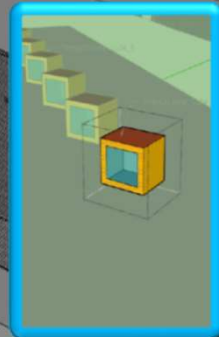
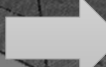
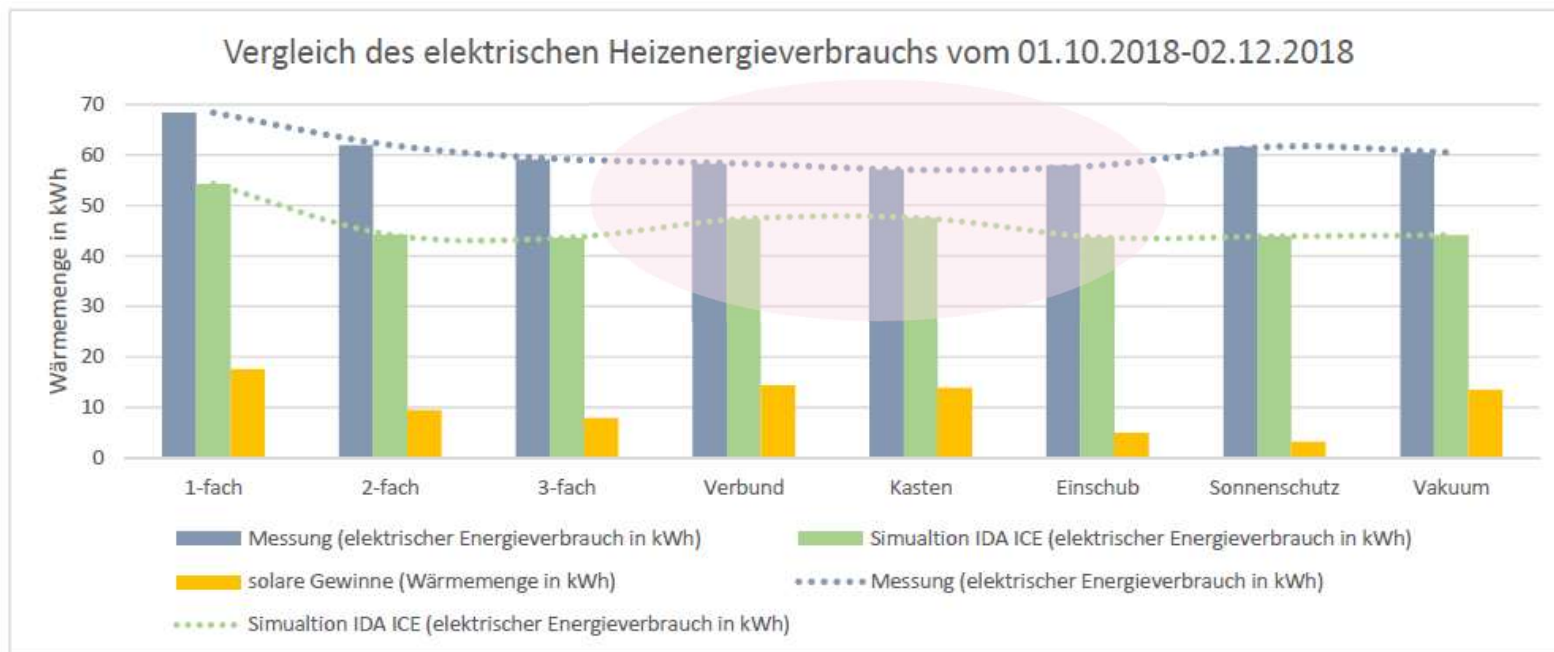


Abbildung 6.10: Vergleich Heizenergieverbrauch IDA ICE und TRNSYS ohne Kondensat mit Referenzklima Berlin, Teilzahl 1 (GAMMA)

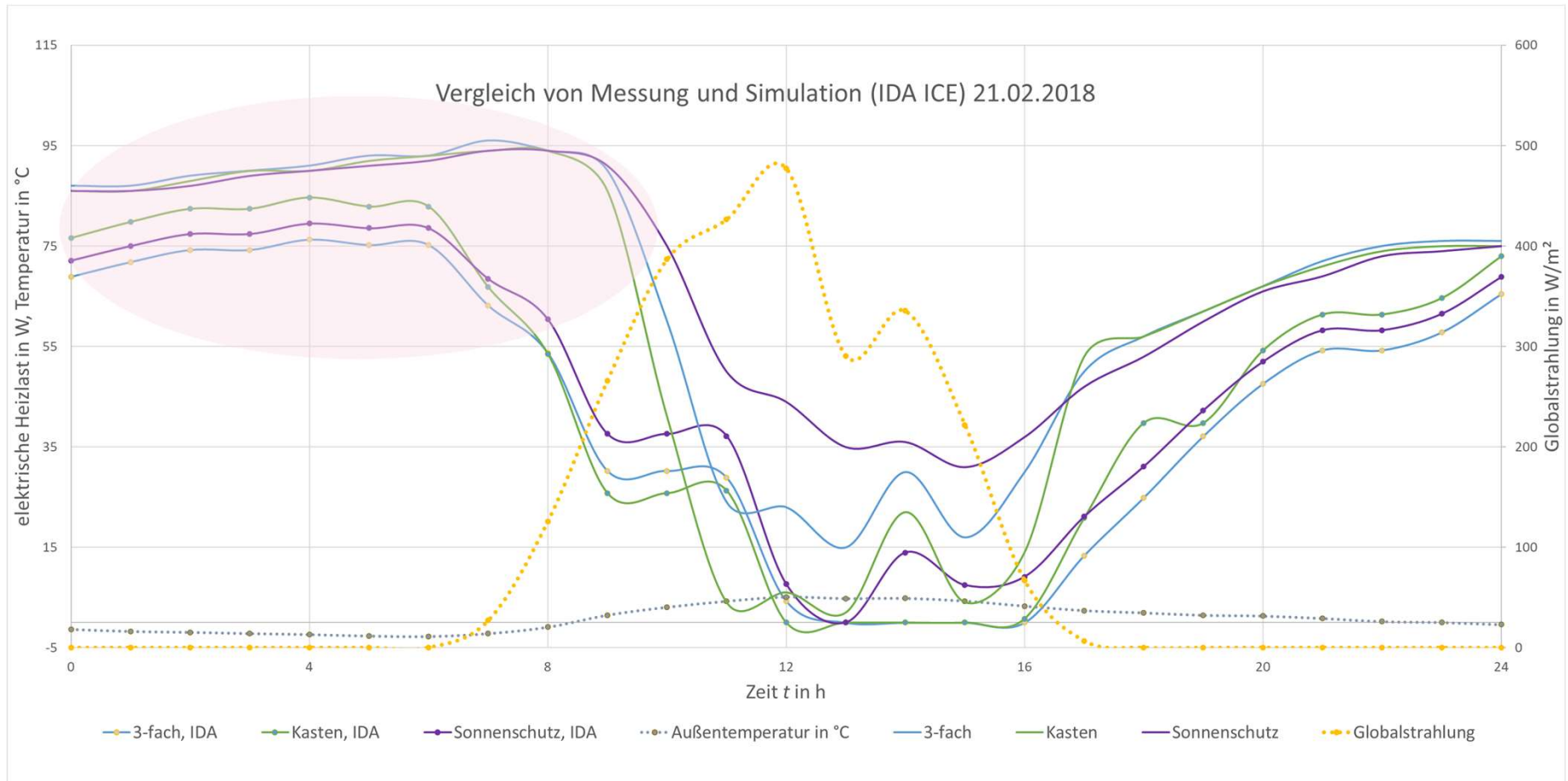


Vergleich von Ergebnissen aus Messung und Simulation (Südausrichtung)



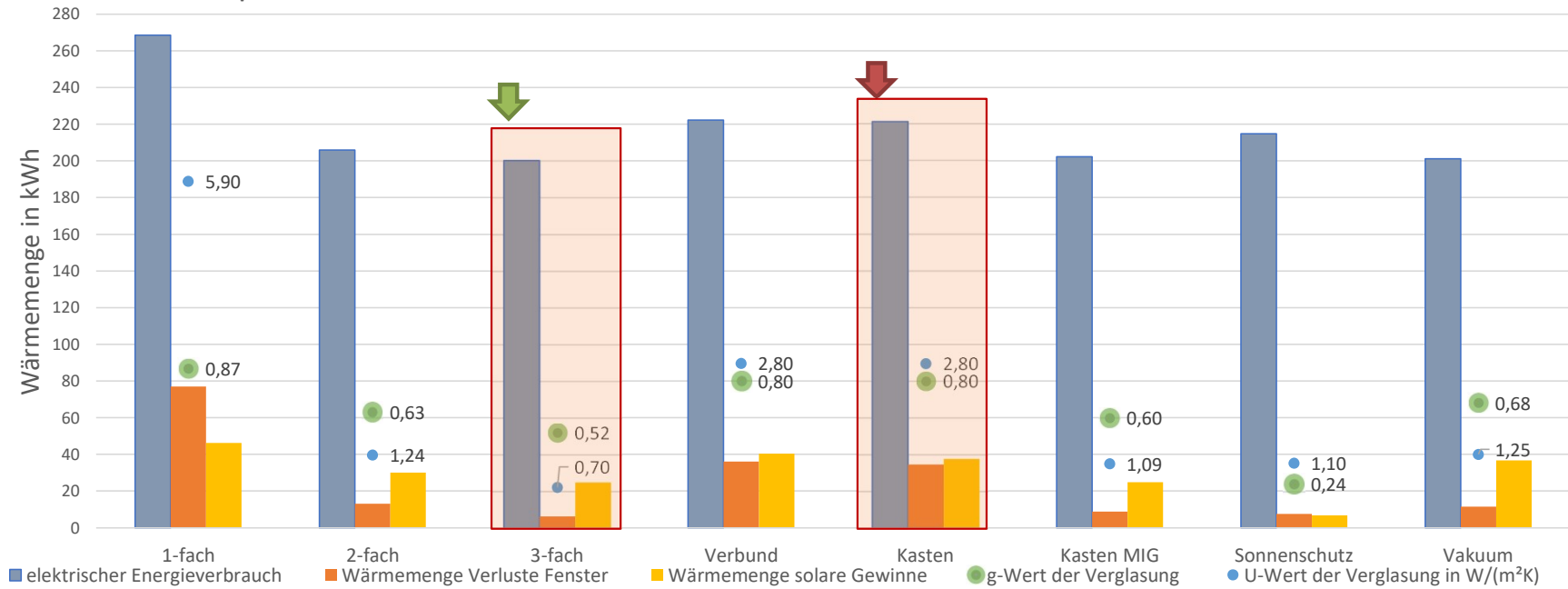


Vergleich von Ergebnissen aus Messung und Simulation (Südausrichtung)

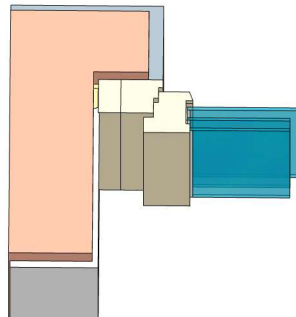


Vergleich Gewinne und Verluste, Südausrichtung

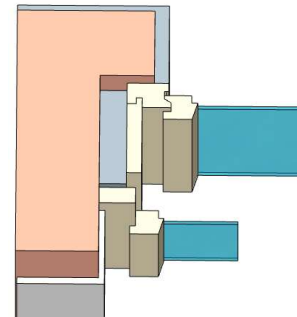
Heizperiode 01.09.2017- 01.05.2018, Klima: HTW Wetterstation, Simulation IDA ICE



$U_g = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $g = 0,52$
 $Q_h = 200,30 \text{ kWh}$
 Gewinn (Q_S) = 25,04 kWh
 Verlust (Q_T) = -6,66 kWh

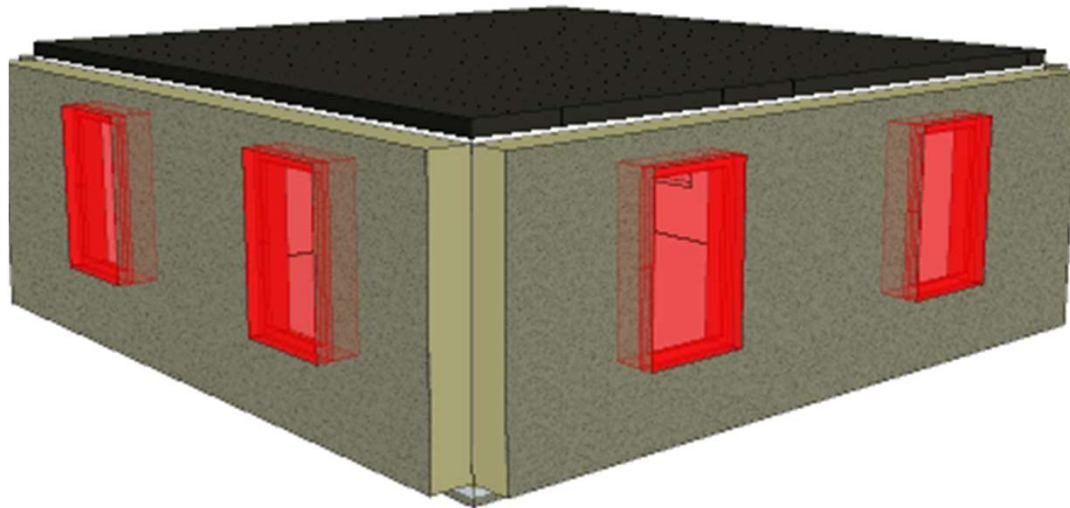


$U_g = 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 $g = 0,8$
 $Q_h = 221,20 \text{ kWh}$
 Gewinn (Q_S) = 37,79 kWh
 Verlust (Q_T) = -34,76 kWh

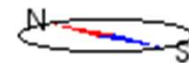




Vergleich Gewinne und Verluste, Skalierung



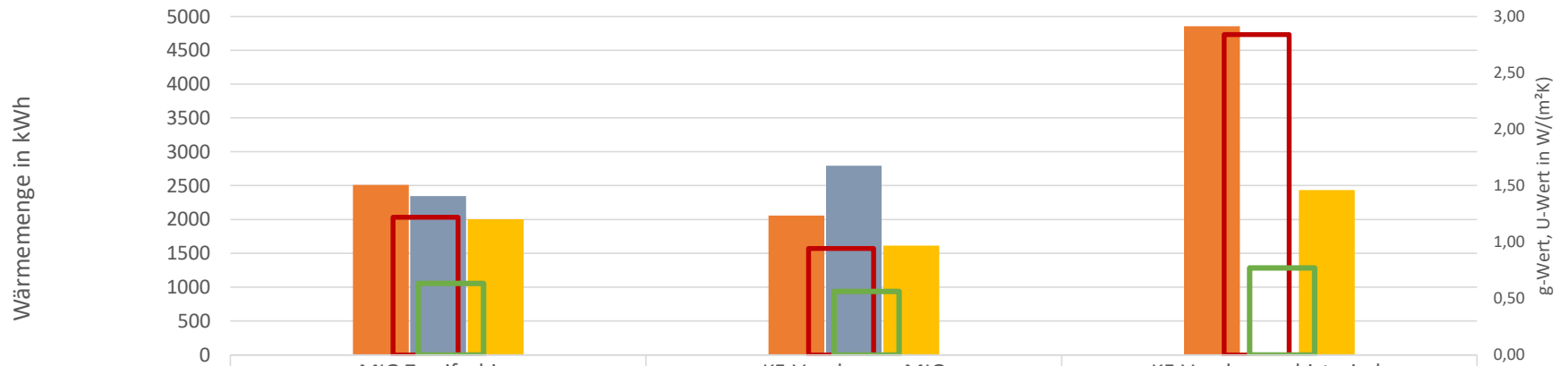
NGF: 100 m²
Ff: 24,64 m²
V: 350 m³



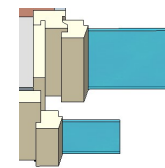
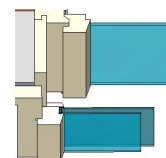
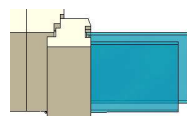


Vergleich Gewinne und Verluste für eine Heizperiode, Skalierung

Heizenergieverbrauch und solare Gewinne über die Fenster, Musterhaus100 Sanierungsvarianten der Verglasung, Heizperiode 01.09 - 01.05



	MIG Zweifachiso	KF-Verglasung MIG	KF-Verglasung-historisch
Verluste durch Verglasung in kWh	2509,19	2059,10	4852,62
Heizenergieeinsparung in kWh	2343,42	2793,52	0,00
solare Gewinne dif+dir in kWh	2004,19	1614,51	2435,92
U-Wert Verglasung in W/(m²K)	1,22	0,94	2,84
g-Wert	0,63	0,56	0,77

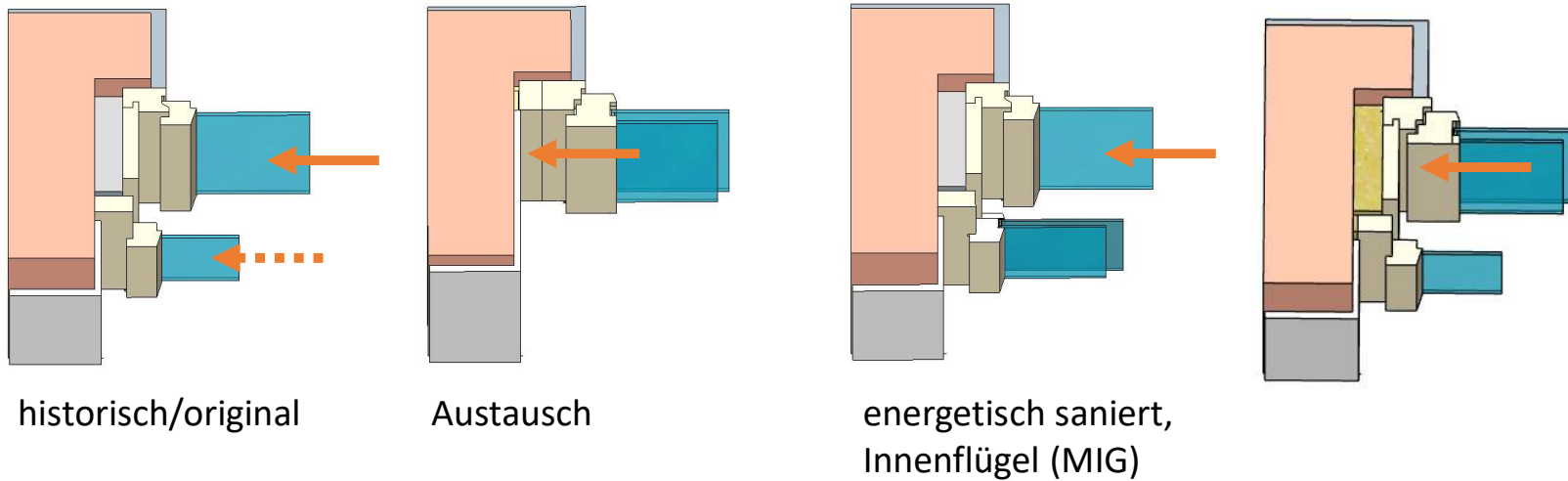




Eigenschaften der Varianten

Bsp. Oberflächenkondensat in Folge geringen

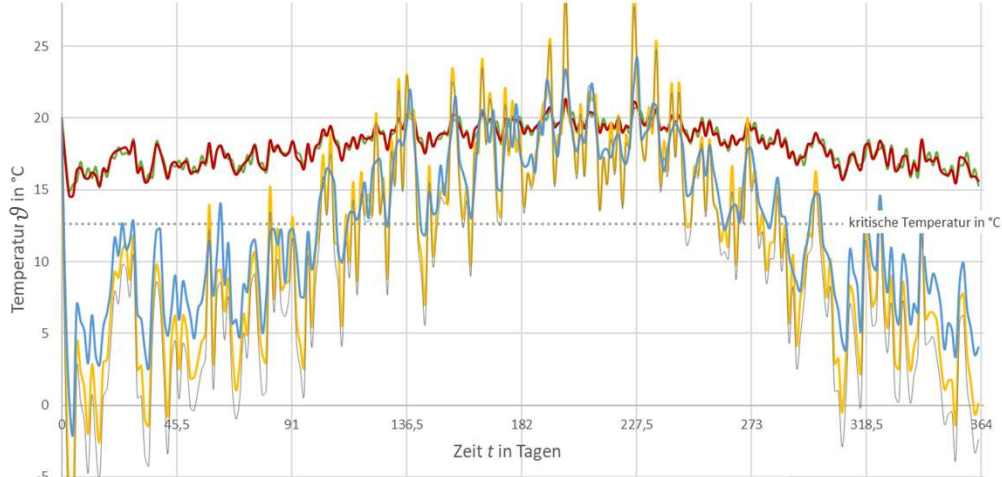
Oberflächentemperaturen bei relativer Normluftfeuchte 50 % (innen)



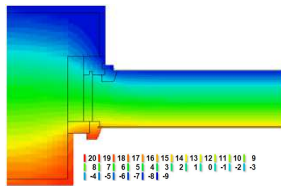
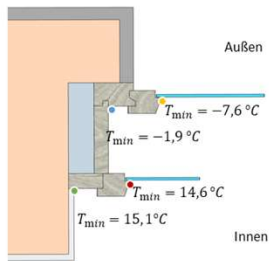


Bauteilanschluss Horizontalschnitt Kastenfenster (KF hist.: 3/130/3) (KF-MIG: 4+/12/4/120/3), DELPHIN

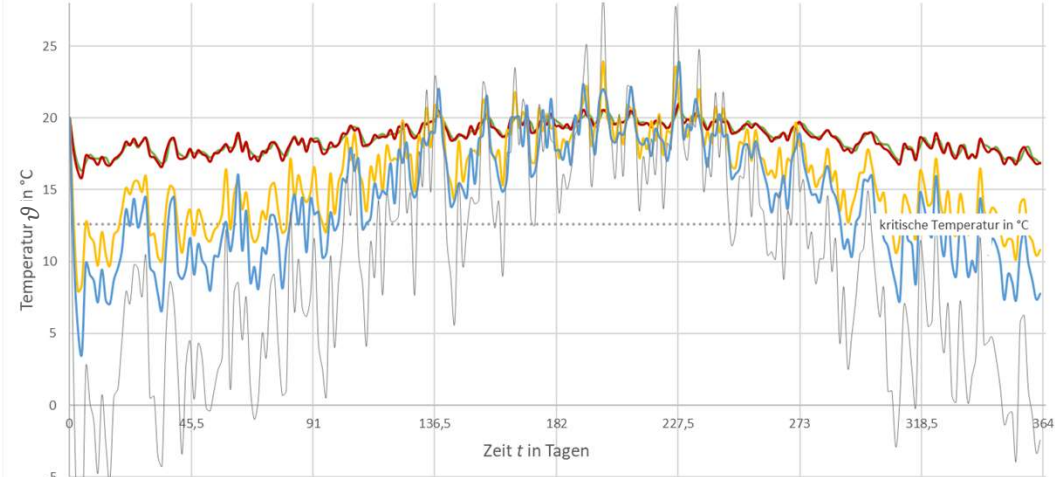
Temperaturverläufe des schadhaften Fensters für betrachtete Punkte im Fensterschnitt



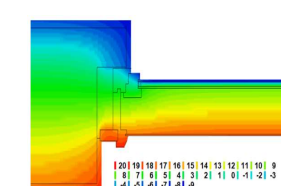
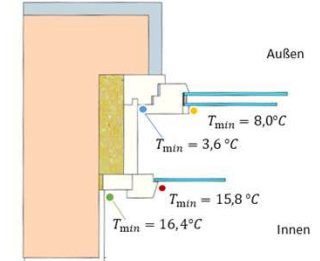
- Temperatur Innenecke Leibung in °C
- Temperatur Innenscheibe, Innenecke in °C
- kritische Temperatur in °C
- Temperatur Außenscheibe, Innenecke in °C
- Temperatur Kasten, Innenecke in °C
- Außentemperatur in °C



Temperaturverläufe des en. sanierten Fensters für betrachtete Punkte im Fensterschnitt



- Temperatur Innenecke Leibung in °C
- Temperatur Innenscheibe, Innenecke in °C
- kritische Temperatur in °C
- Temperatur Außenscheibe, Innenecke in °C
- Temperatur Kasten, Innenecke in °C
- Außentemperatur in °C



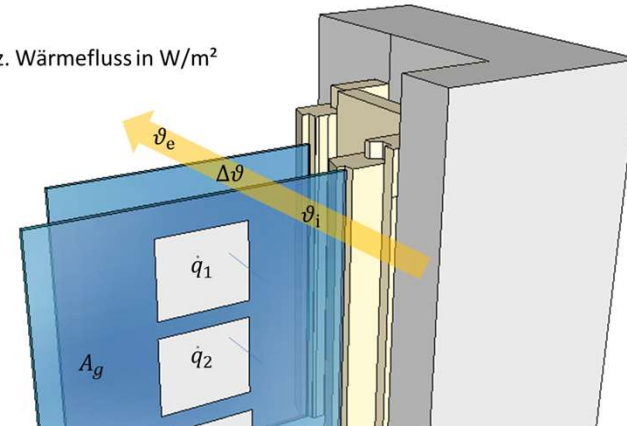
Software Info: <https://www.bauklimatik-dresden.de/delphin/index.php?aLa=en>



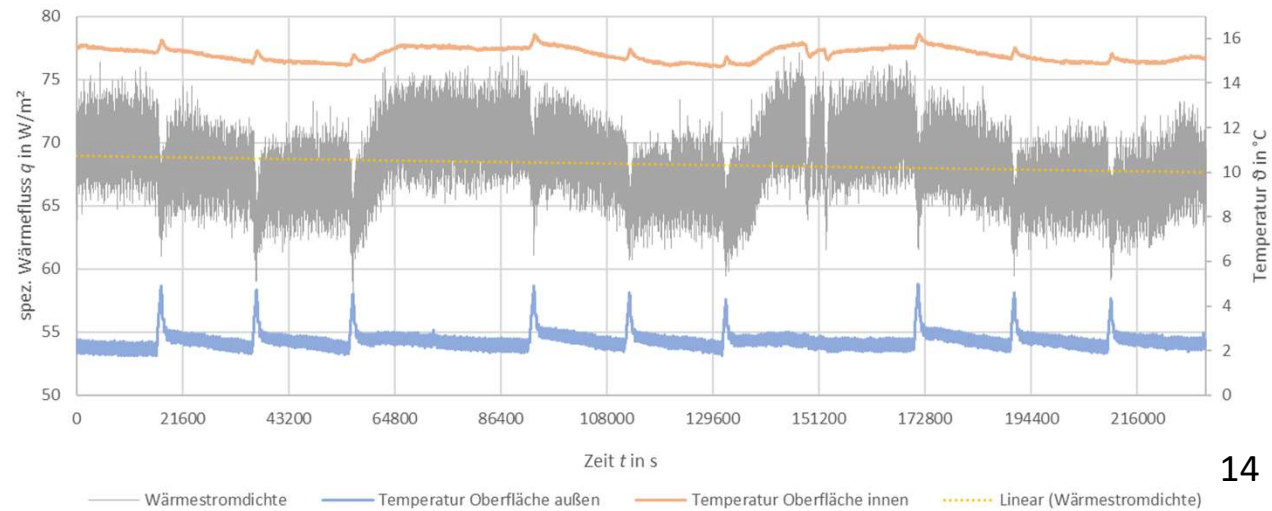
Messung von Wärmestromdichte und Temperaturen in der Doppelklimakammer, Verglasungsvarianten



Spez. Wärmefluss in W/m^2

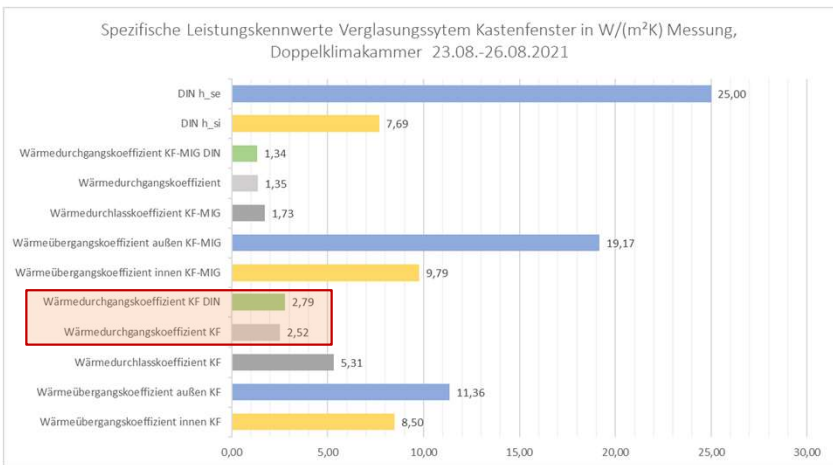
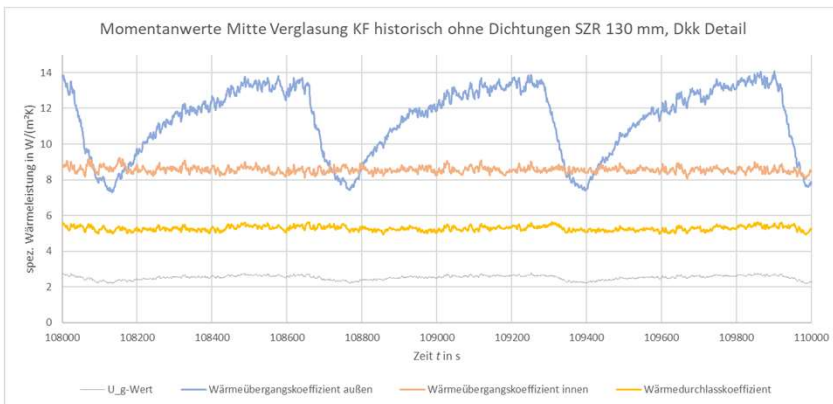


Momentanwerte Mitte Verglasung KF historisch ohne Dichtungen SZR 130 mm, Dkk
Messzeitraum: 23.08.-26.08.2021



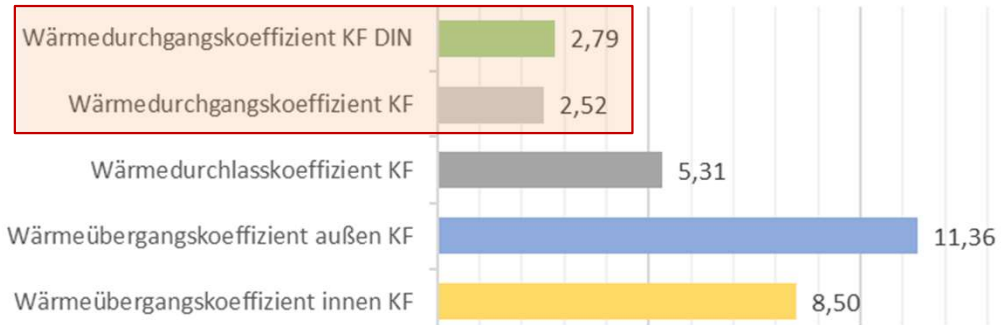


Doppelklimakammer, U-Werte aus Wärmestromdichte, Bsp. U_g - Kastenfenster (3/130/3)



$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$
Wärmeübergangskoeffizient DIN h_{si}	Wärmeübergangskoeffizient DIN h_{se}	Wärmedurchgangskoeffizient KF-MIG DIN	Wärmedurchgangskoeffizient	Wärmedurchlasskoeffizient KF-MIG	Wärmeübergangskoeffizient außen KF-MIG	Wärmeübergangskoeffizient innen KF-MIG	Wärmedurchgangskoeffizient KF DIN	Wärmedurchgangskoeffizient KF	Wärmedurchlasskoeffizient KF	Wärmeübergangskoeffizient außen KF	Wärmeübergangskoeffizient innen KF
7,69	25,00	1,34	1,35	1,73	19,17	9,79	2,79	2,52	5,31	11,36	8,50

U_g in $W/(m^2K)$ mit Wärmeübergangswiderstände bzw. Wärmeübergangskoeffizienten nach DIN 6946 und Messung



U_g



Ausblick: Ökobilanz der Varianten, eLCA, Ökobaudat, Gabi

Ökobilanz, Bauteil Fenster Tool: eLCA (BNB,BBSR) GaBi-Prozess-Mehrfachisolierverglasung

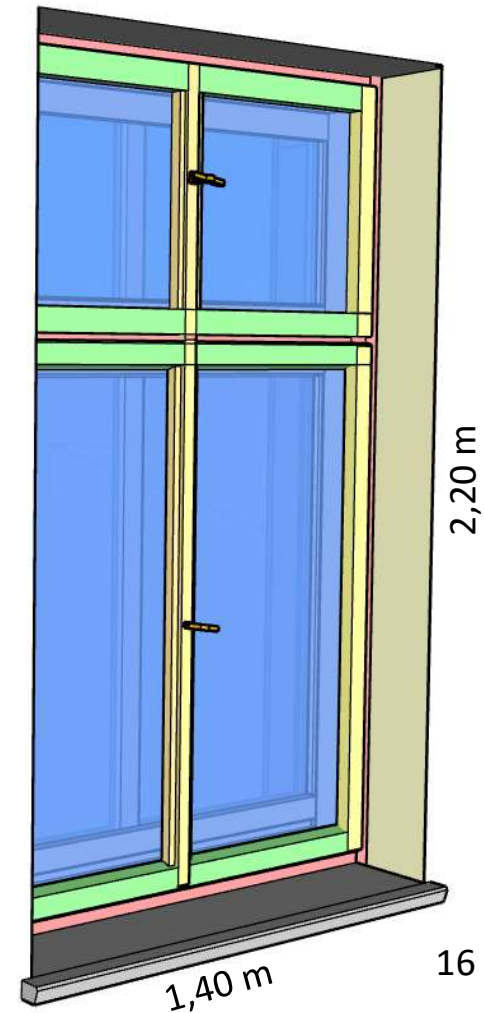
The screenshot shows the 'eLCA' software interface for configuring a window component. The main window is titled '334 Außentüren und -fenster AUSSENWAENDE'. The configuration is for 'Austauschvariante 3.1 [1795589] BAUTEILKOMPONENTE'. The 'Fensterassistent' is set to 'Allgemein'. The window name is 'Austauschvariante 3.1'. The dimensions are: Fenstermaß (Breite: 1,38 m, Höhe: 2,18 m, Fläche: 3,0084 m²), Anschlussfuge (10 mm), Abzugsfläche (3,08 m²), Rahmenbreite (Blendrahmen: 3,5 cm, Flügelrahmen: 7 cm), Teilung (1 Pfosten, 1 Riegel), Breiten von links nach rechts (50,0 %), Höhen von oben nach unten (34,0 %), Feste Pfosten und Riegel (Vorhanden, Höhe: 15 cm), Rahmenanteil (37,3 %), Glasanteil (62,7 %). The material is 'Holz-Blendrahmen' and 'Holz-Flügelrahmen'. The number of double-glazed window units is 2.

The GaBi process diagram shows the following inputs and outputs:

- Inputs: Argon (gaseous), Nitrile-Butadien-Rubber, Polybutadien rubber, WINDOW GLAS, Diesel at refinery, Truck, Ferro chrome mix, Nickel mix, Tin, Silver mix, Nitrogen, Oxygen, Water desalinated; deionised, Power grid mix, Argon (gaseous).
- Process: Insulation glass composite, Window glass coating.
- Output: Landfill for inert matter (Unspecific construction waste).

eLCA: <https://www.oekobaudat.de/home/bewertungssystem-nachhaltiges-bauen-bnb.html>,

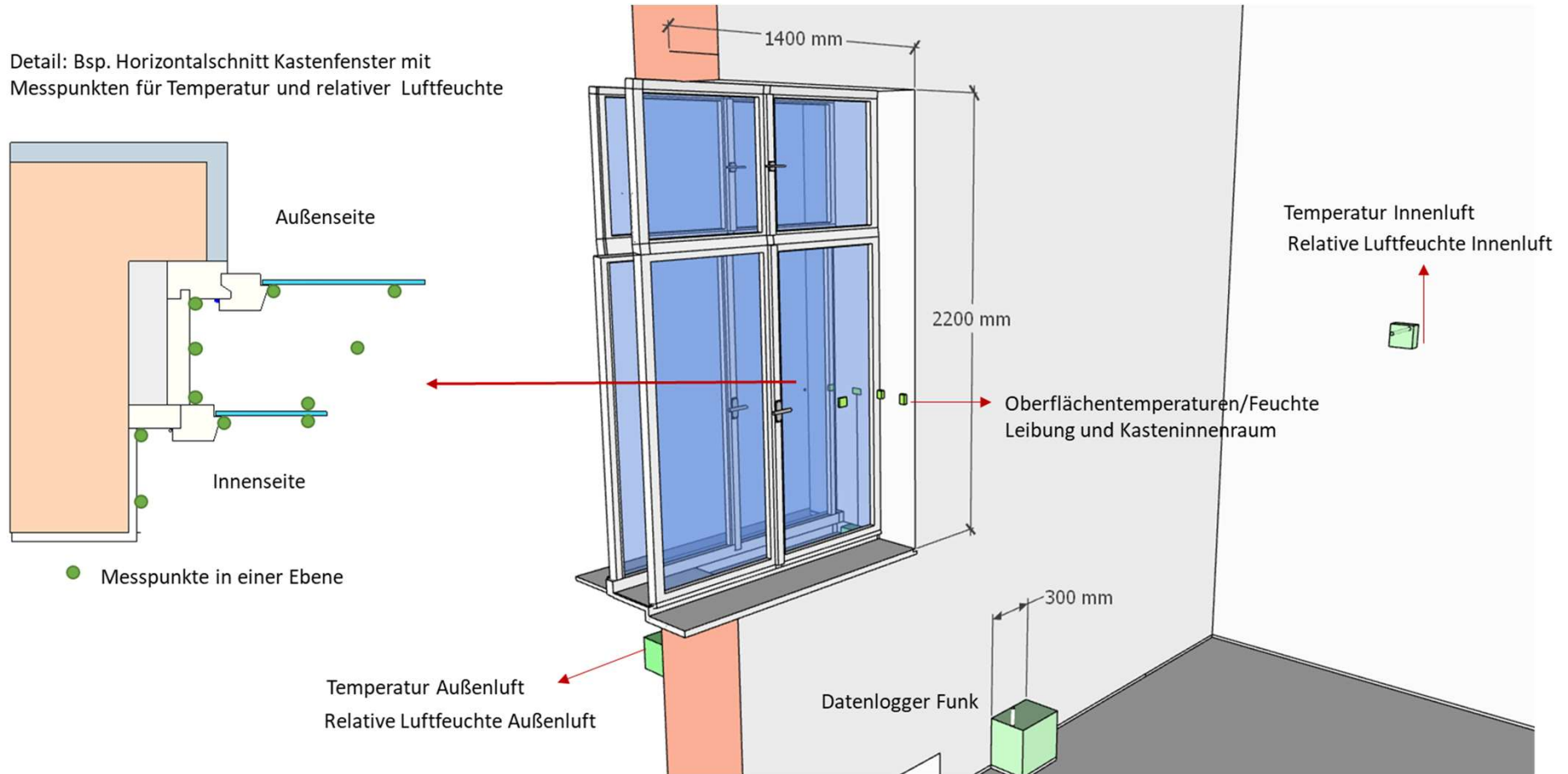
GaBi: <http://gabi-documentation-2021.gabi-software.com/xml-data/processes/c894b103-1633-4448-aeeb-83c430a553d6.xml>





Ausblick, Bauphysikalische Untersuchung für Horizontalschnitt im „Reallabor“

Detail: Bsp. Horizontalschnitt Kastenfenster mit Messpunkten für Temperatur und relativer Luftfeuchte





Messung der
Wärmestromdichte,
Temperaturen,
Strömung,
Bestrahlungsstärke
für effektiven
U-g-Wert,
U-Wert

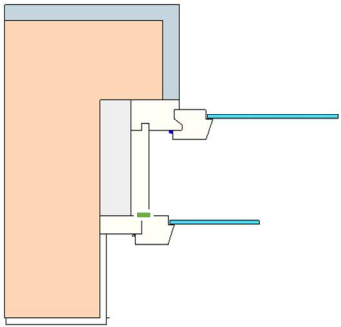
Bild: Messkonzept

Wärmebilanz:

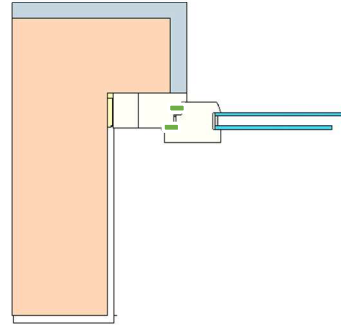
Energiegewinne durch
Sonneneinstrahlung führen zu
geringeren
Gesamtwärmeverlusten. Aus
diesen reduzierten
Gesamtwärmeverlusten lässt
sich ein korrigierter oder
verbesserter
Wärmedurchgangskoeffizient
ermitteln, den man als
effektiven
Wärmedurchgangskoeffizienten
bezeichnen kann.



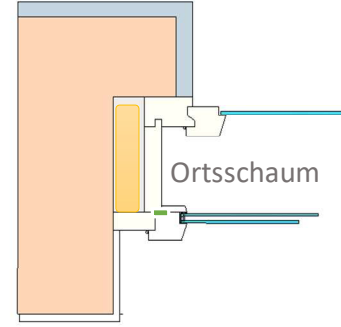
Ausblick : Optionale bzw. bereits sanierte Varianten



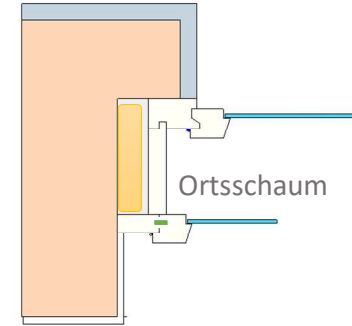
Historisch saniert,
Innenflügel mit Dichtung



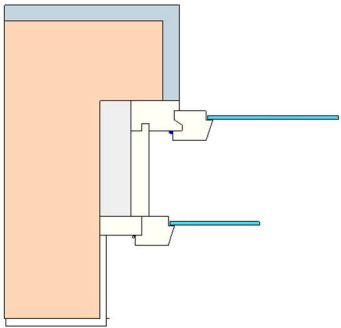
Verschiedene
Austauschfenster,
Standard nicht bekannt



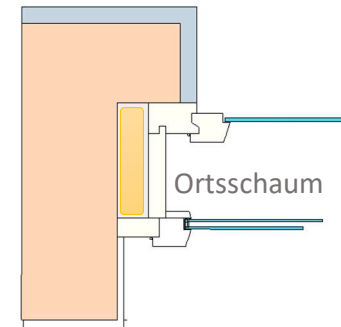
energetisch saniert,
Innenflügel (MIG) mit Dichtung



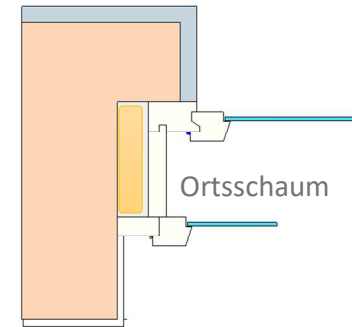
Historisch saniert, Innenflügel
K-Glass, mit Dichtung



Historisch saniert,
Innenflügel ohne Dichtung



energetisch saniert,
Innenflügel (MIG) ohne Dichtung



Historisch saniert, Innenflügel
K-Glass, ohne Dichtung



Projektpartner :

- HTW Berlin, FB 1 Studiengang Regenerative Energien, Prof. Dr.-Ing. Susanne Rexroth
- TU Berlin, Fachgebiet Planungs- und Bauökonomie/ Immobilienwirtschaft, Prof. Dr. Kristin Wellner

Die Oberste Denkmalschutzbehörde in der Berliner Senatsverwaltung für Kultur und Europa begleitet das Projekt.

Das Vorhaben **„Fenstervergleich“** (Projektlaufzeit: Phase 1: 01/2017 bis 03/2020, Phase 2: 04/2020 bis 05/2022) wird im Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung (BENE) gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Berlin (Verbundvorhaben Förderkennzeichen 1114-B5-0 und 1145-B5-0)

<https://www.immobilienvirtschaft.tu-berlin.de/menue/forschung/fenstervergleich/>
<https://fenstervergleich.htw-berlin.de/index.php/forschungsprojekt/>

Vielen Dank