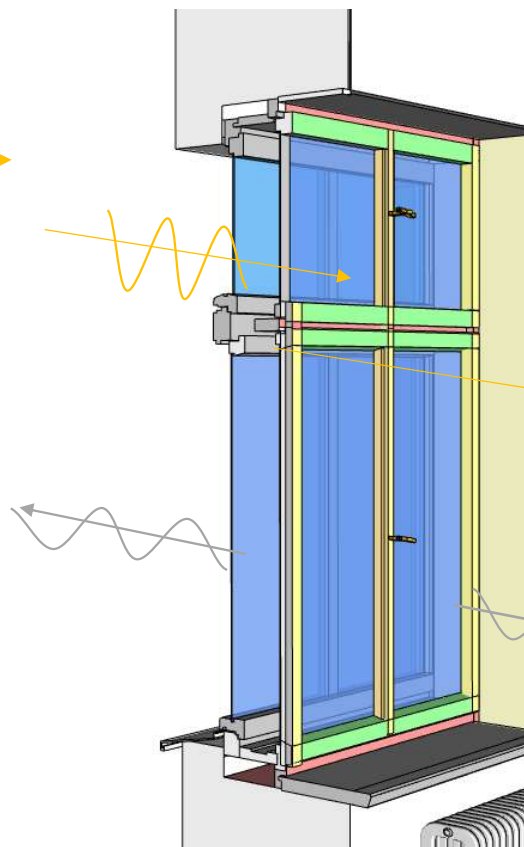
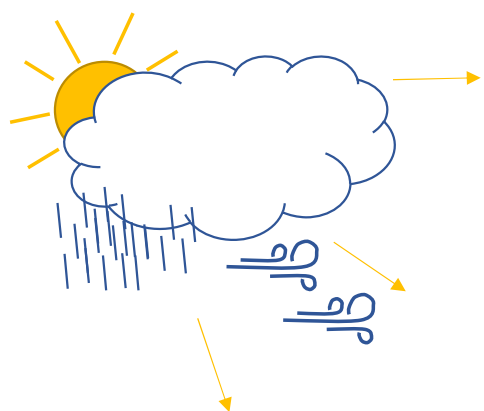


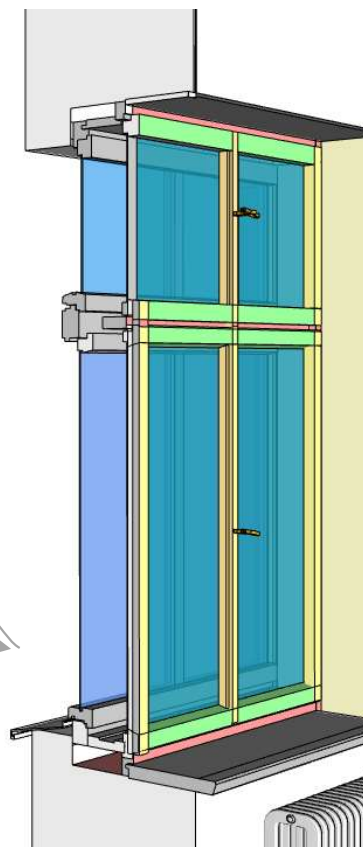
Fenster und Wärme – Fenstervergleich Messkonzept

RS 29.05.2024

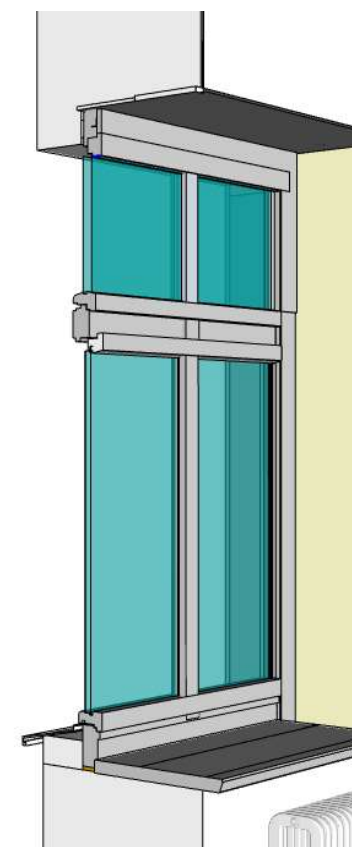
Wärmebilanz von Sanierungsvarianten zum Kastenfenster



Kastenfenster orig.

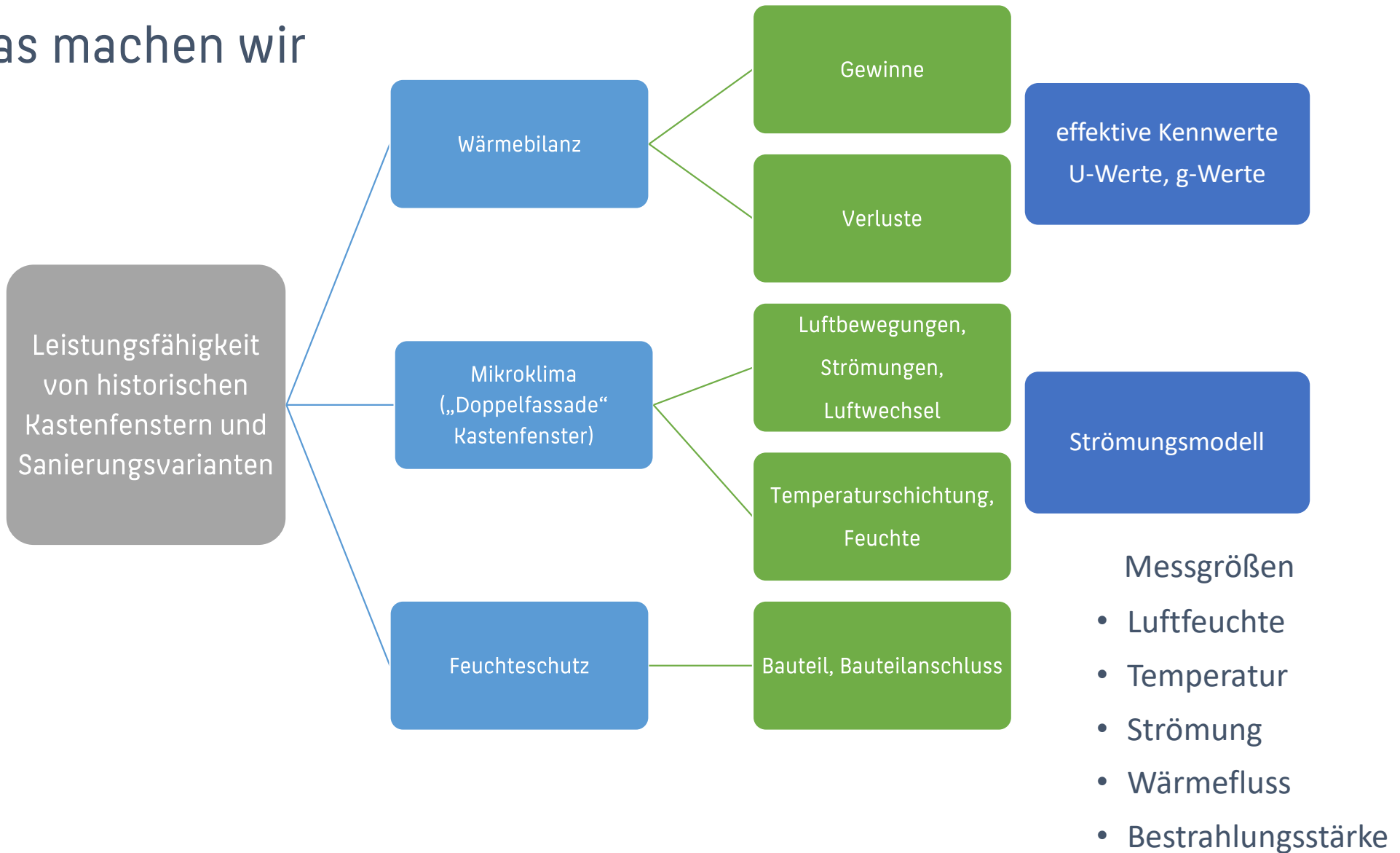


Kastenfenster MIG



Austausch MIG

Was machen wir



Inhalt



Vorbetrachtung HTW: Messungen Temperaturschichtung, Energieverbrauchsmessung FV



Zwei wesentliche Messaufgaben im Projekt Fenster und Wärme



Vergleich und Bewertung von Ergebnissen aus Messung und Simulation

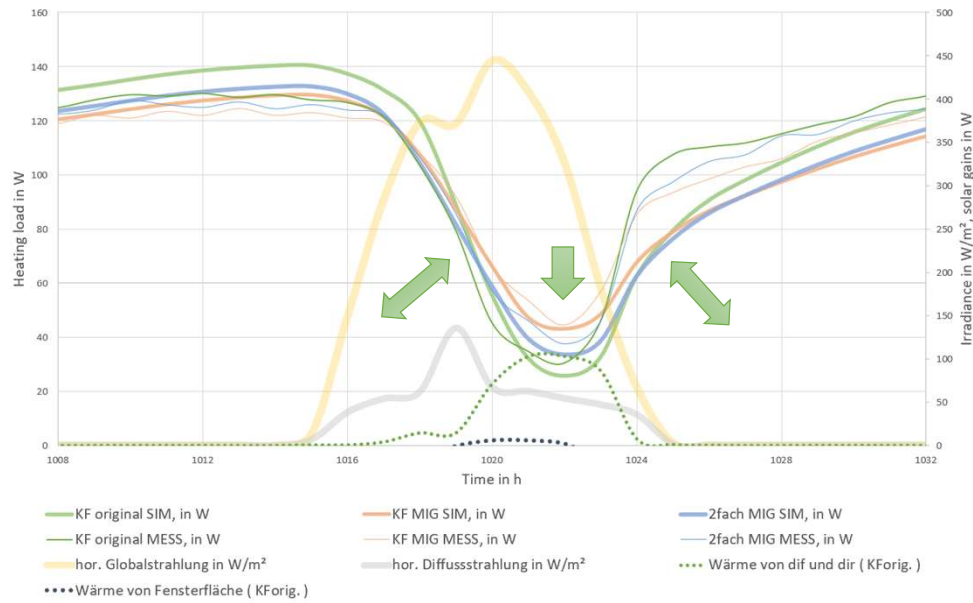


Zusammengefasst

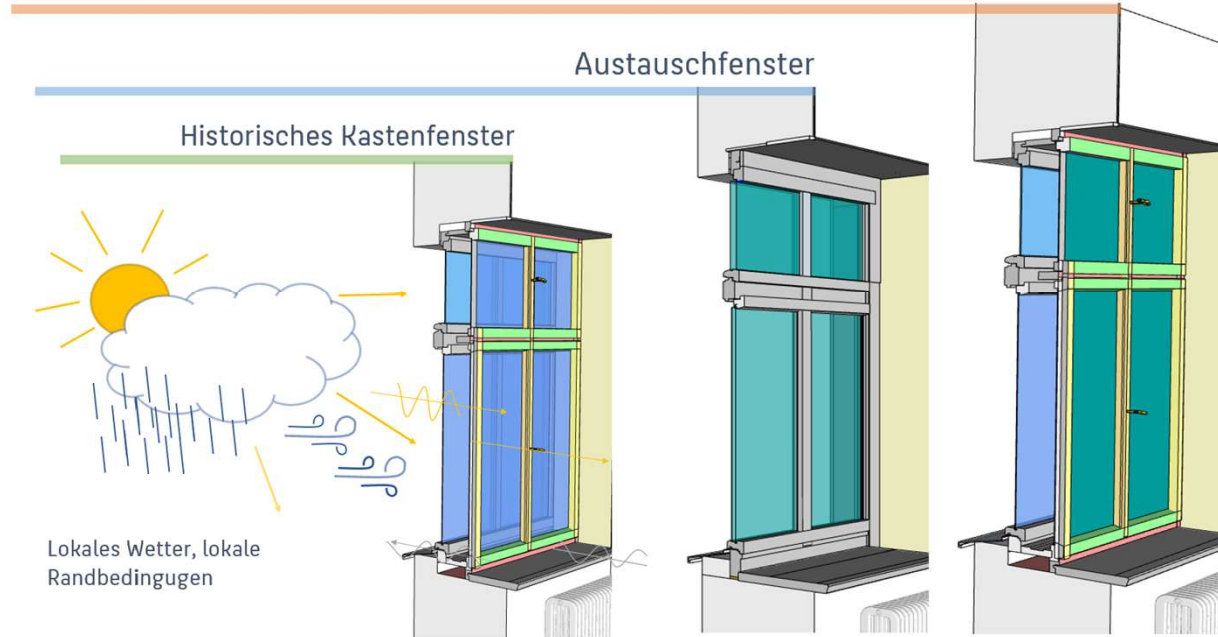


Vorbetrachtung HTW: Vergleich Messung und Simulation

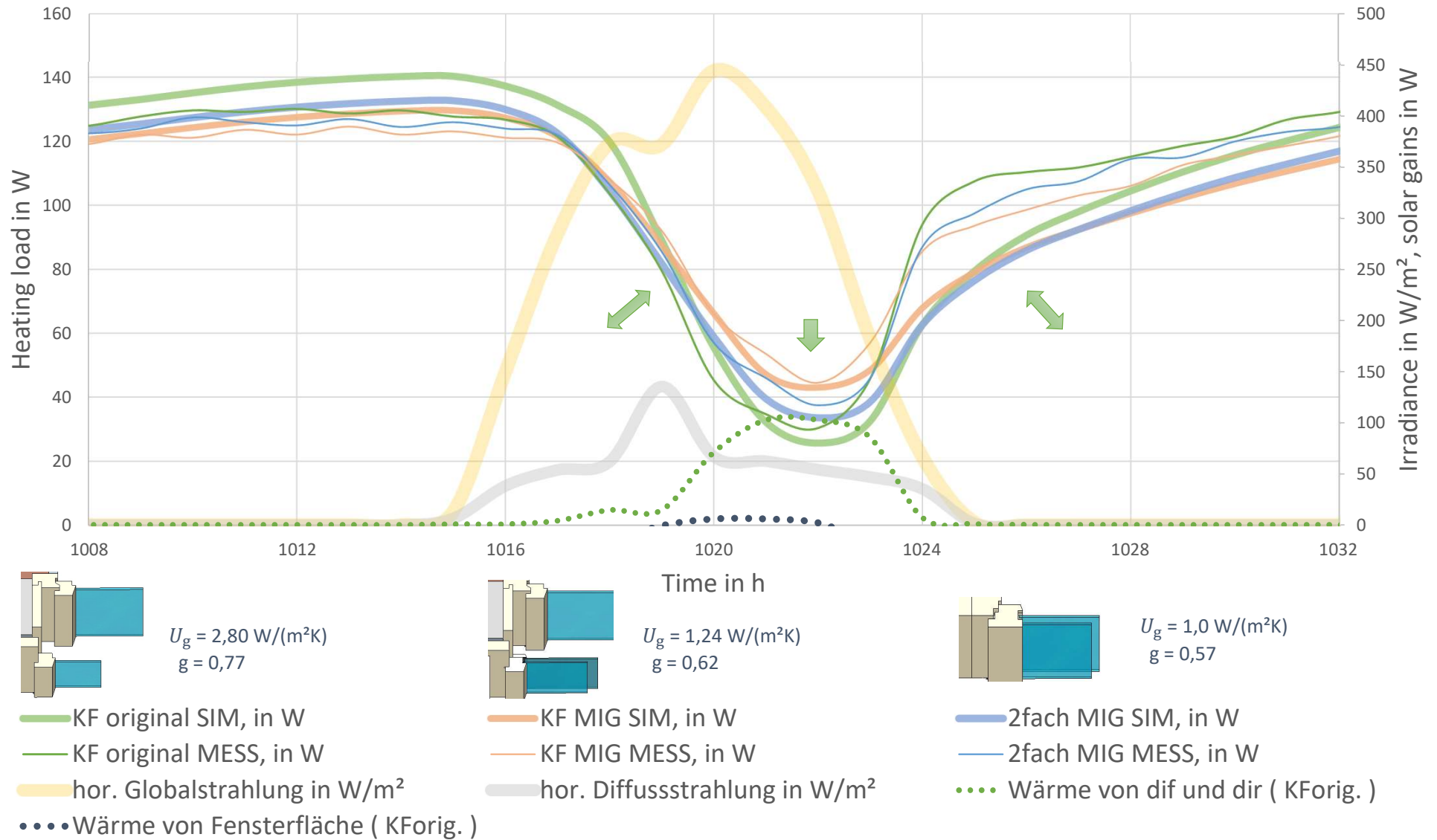
Detail: Vergleich der Heizlastkurven aus Messung und Simulation (IDA ICE), 12.02.2021,
Wetterdaten: Wetterstation HTW Berlin



Kastenfenster mit Wärmeschutzverglasung



Detail: Comparison of heating load curves from measurement and simulation (IDA ICE), 12.02.2021, Weather data: Weather station HTW Berlin





Zwei wesentliche Messaufgaben

1. Messaufgabe

Wetterstation (lokale Wetterdaten)

Temperaturen:

- NTC, Thermdraht (Fläche und Luft)

Strömungsgeschwindigkeit:

- Thermoanemometer

Feuchte:

- Relative Luftfeuchte

Herausforderung:
Luftwechsel,
Strömungsmodell

➔ **Ziel:** Mikroklima, thermisch induzierte Strömung, T-Verteilung, Luftwechsel, Modell

2. Messaufgabe

Bestrahlungsstärke:

- Pyranometer Wetterstation

Temperaturen:

- NTC (Fläche und Luft)

Wärmestromdichte:

- Wärmeflussplatten

Strömungsgeschwindigkeit:

- Thermoanemometer

Feuchte:

- Relative Luftfeuchte

Herausforderung:
Zeitgleiche Ermittlung der sekundären Wärmeabgabe während der Bestrahlungsmessung en. (spez. Wärmefluss und Temperaturen)

➔ **Ziel:** Wärmebilanz, effektive Kennwerte (g-Wert, U-Wert)



Zwei wesentliche Messaufgaben

1. Messaufgabe

Messung der Luft- und Oberflächentemperaturen in einem Messraster. Die T-Sensoren werden auf die Verglasung sowie in die Luft des SZR gebracht. Es wird das Kastenfenster in Höhe und Tiefe gemessen.

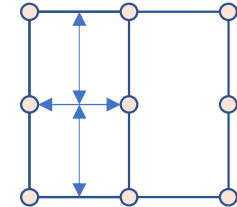
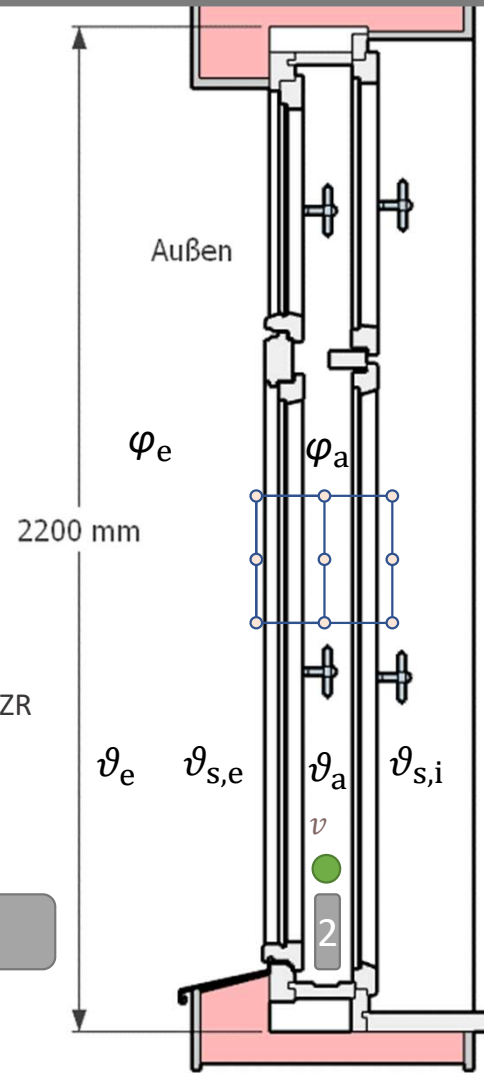
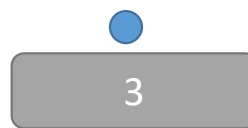
- ϑ_i Lufttemperatur innen in °C
- $\vartheta_{s,i}$ Scheibentemperatur innen in °C
- ϑ_a Lufttemperatur im SZR in °C
- $\vartheta_{s,e}$ Scheibentemperatur außen in °C
- ϑ_e Scheibentemperatur außen in °C

● Datenübertragung: kabelgebunden
ca. 120 Messwerte

● Datenübertragung: drahtlos
ca. 120 Messwerte

● Datenübertragung: drahtlos/kabelgebunden
ca. 120 Messwerte

v Strömung im SZR



Innen

Außen

Nur max. 5 Messungen über die Höhe des KF, SZR

- φ_i Rel. Luftfeuchte innen
- φ_a Rel. Luftfeuchte im SZR
- φ_e Rel. Luftfeuchte außen

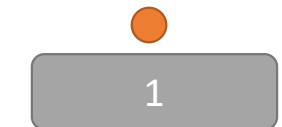
ϑ_i

ϑ_e

$\vartheta_{s,e}$

ϑ_a

$\vartheta_{s,i}$



Datenerfassung

Abbildung: K. Thurow, HTW Berlin 2021

1. Messaufgabe Messebenen für Temperaturen

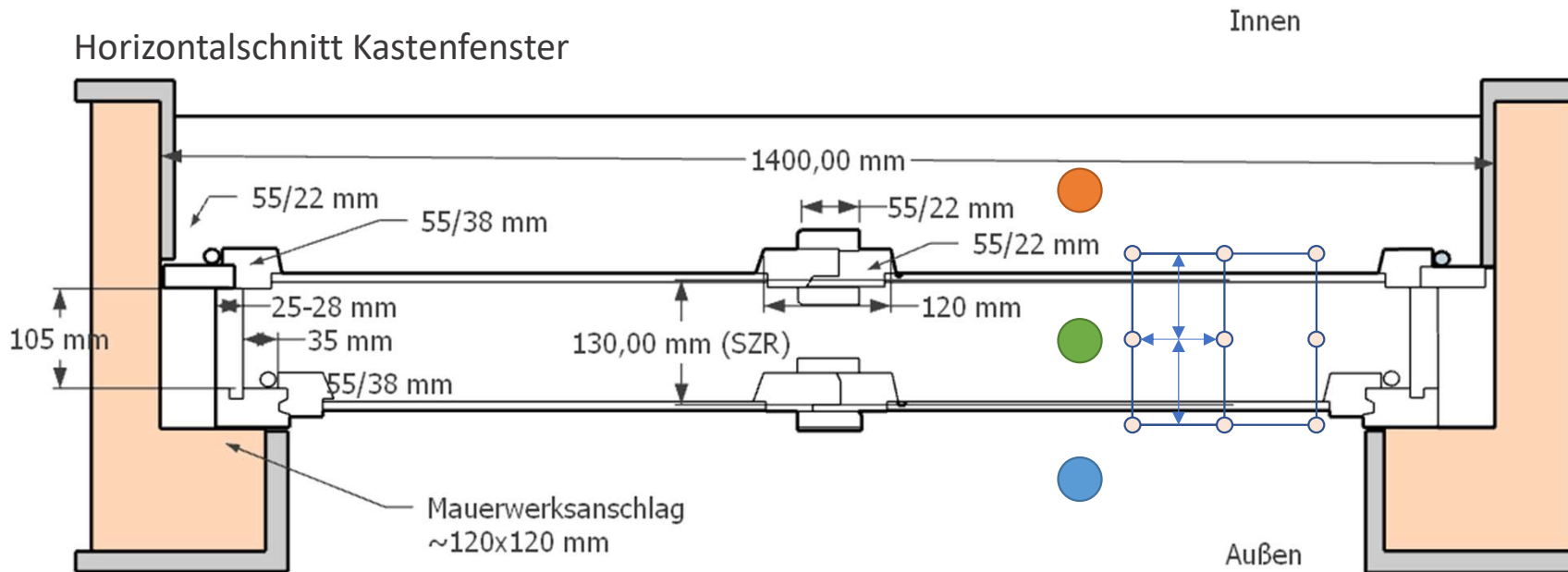


Abbildung: K. Thurow, HTW Berlin 2020

ca. 120 Messwerte

● Datenübertragung: kabelgebunden

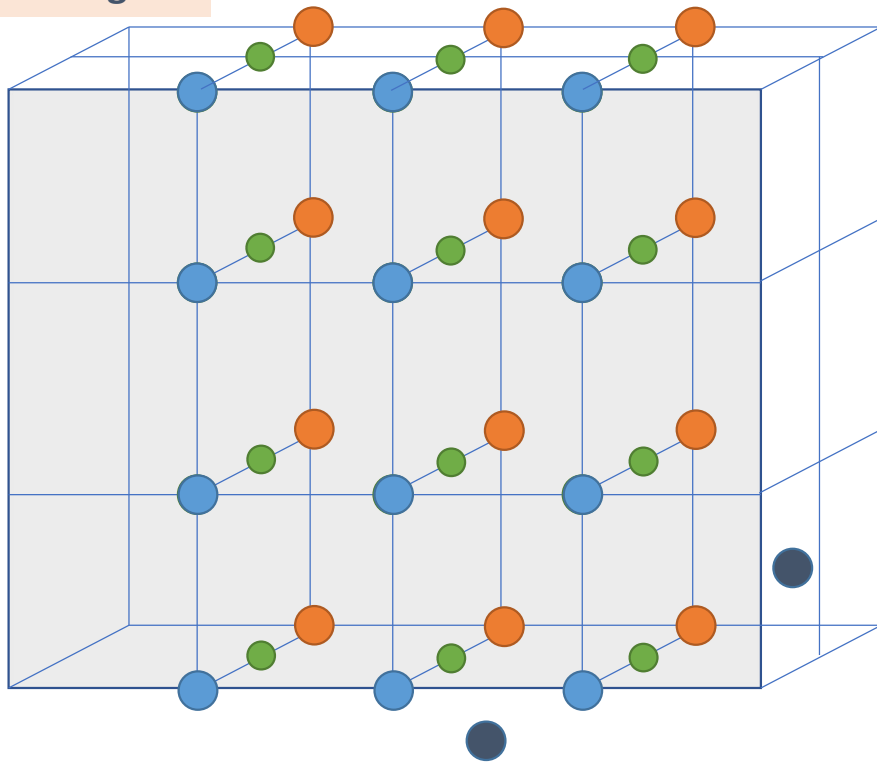
ca. 120 Messwerte

● Datenübertragung: drahtlos

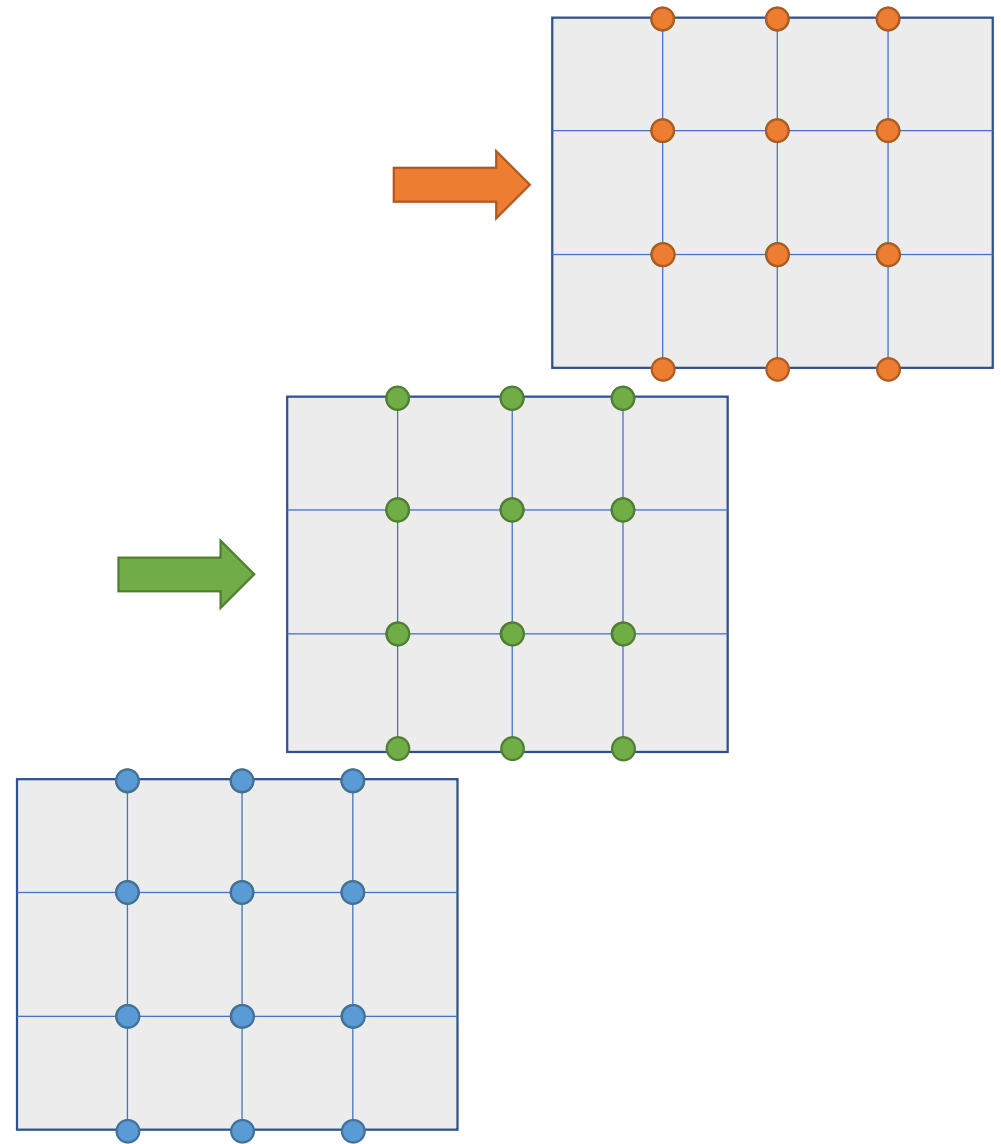
ca. 120 Messwerte

● Datenübertragung: drahtlos/kabelgebunden

1. Messaufgabe



- ϑ_i Lufttemperatur innen in °C
- $\vartheta_{s,i}$ Scheibentemperatur innen in °C
- ϑ_a Lufttemperatur im SZR in °C
- $\vartheta_{s,e}$ Scheibentemperatur außen in °C
- ϑ_e Scheibentemperatur außen in °C



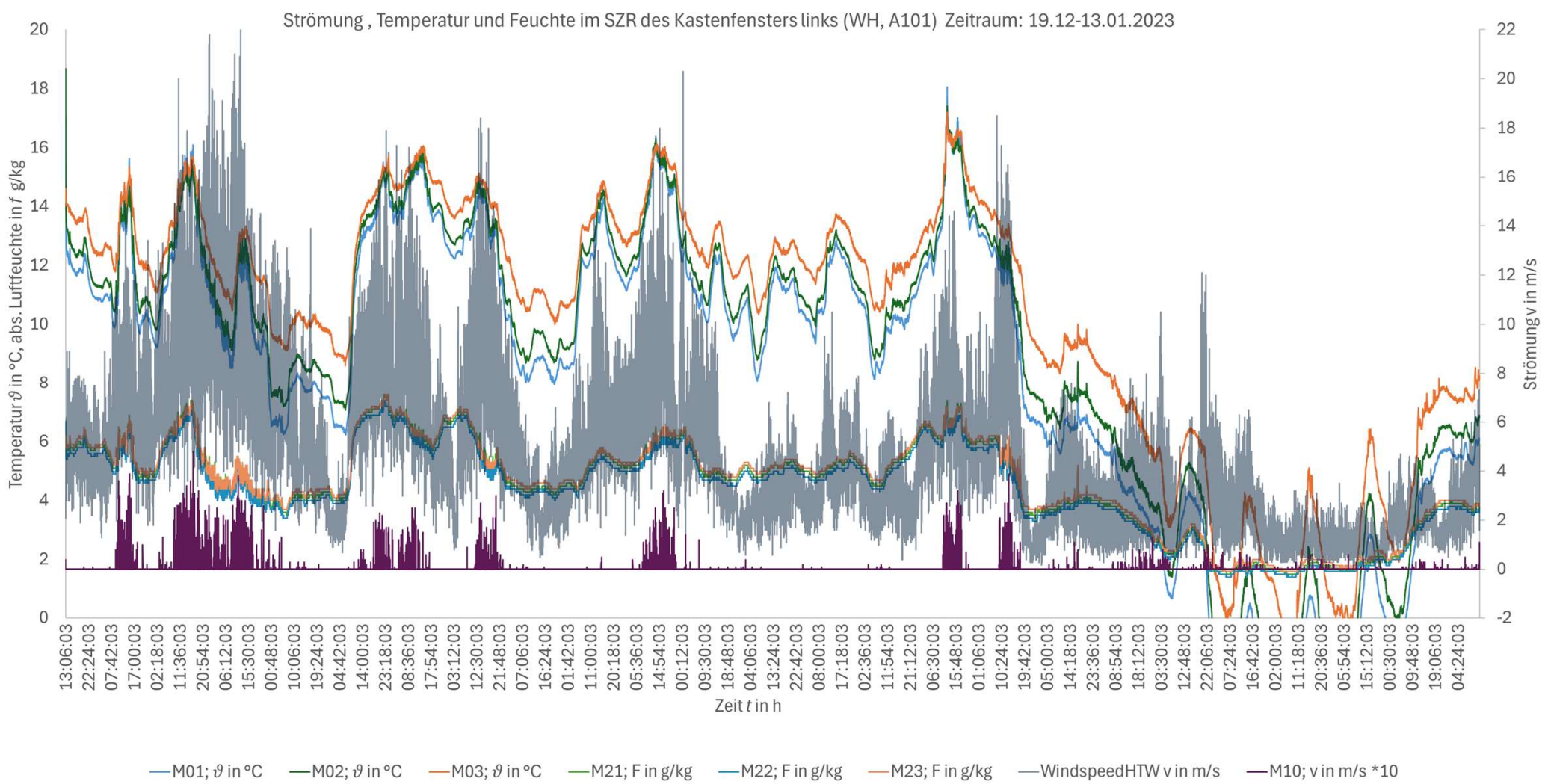


HTW Berlin Campus
Wilhelminenhofstraße Gebäude A 101



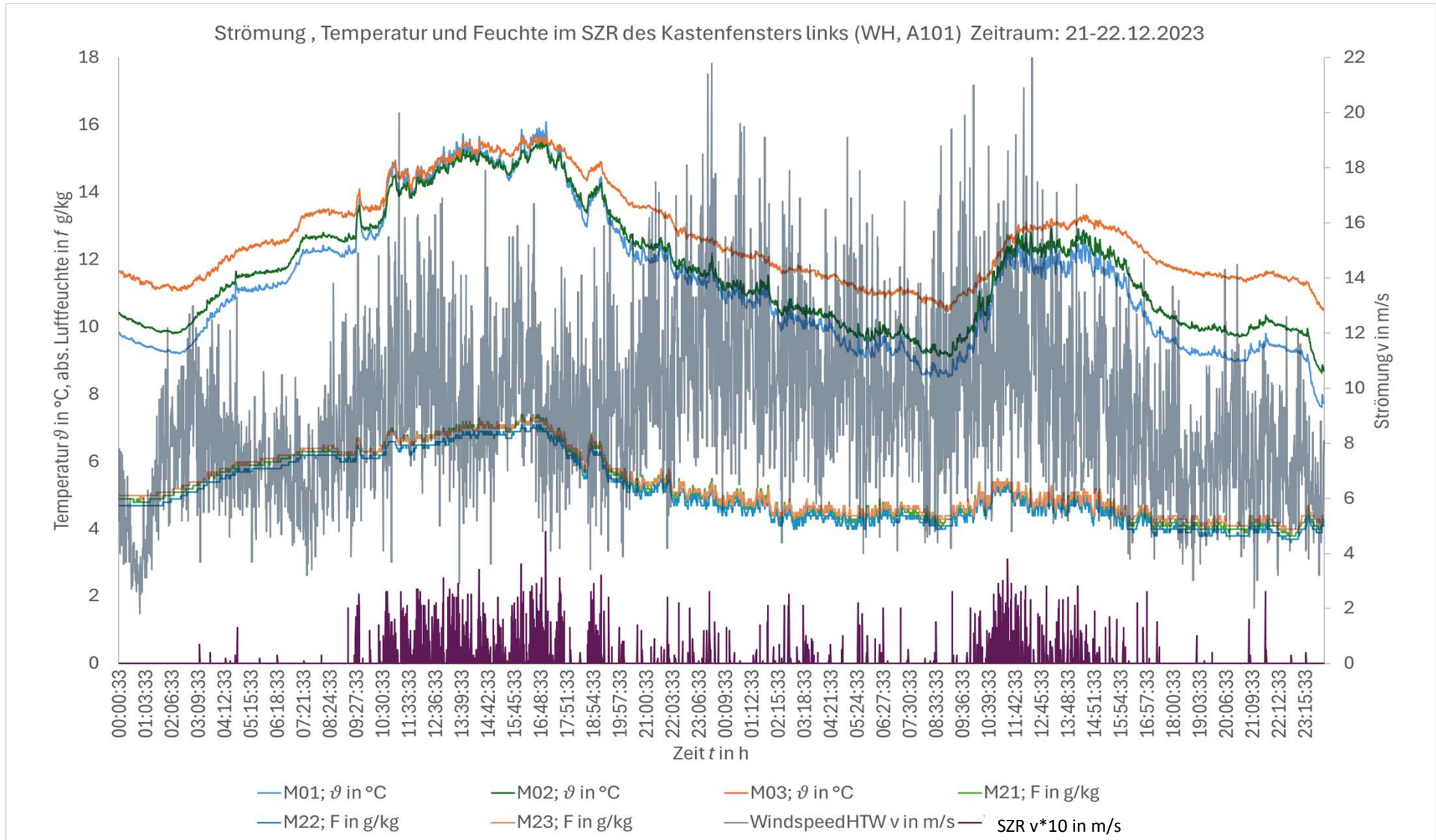


Beispiel Temperaturverlauf, Einfluss der Windgeschwindigkeit auf Strömung im Scheibenzwischenraum



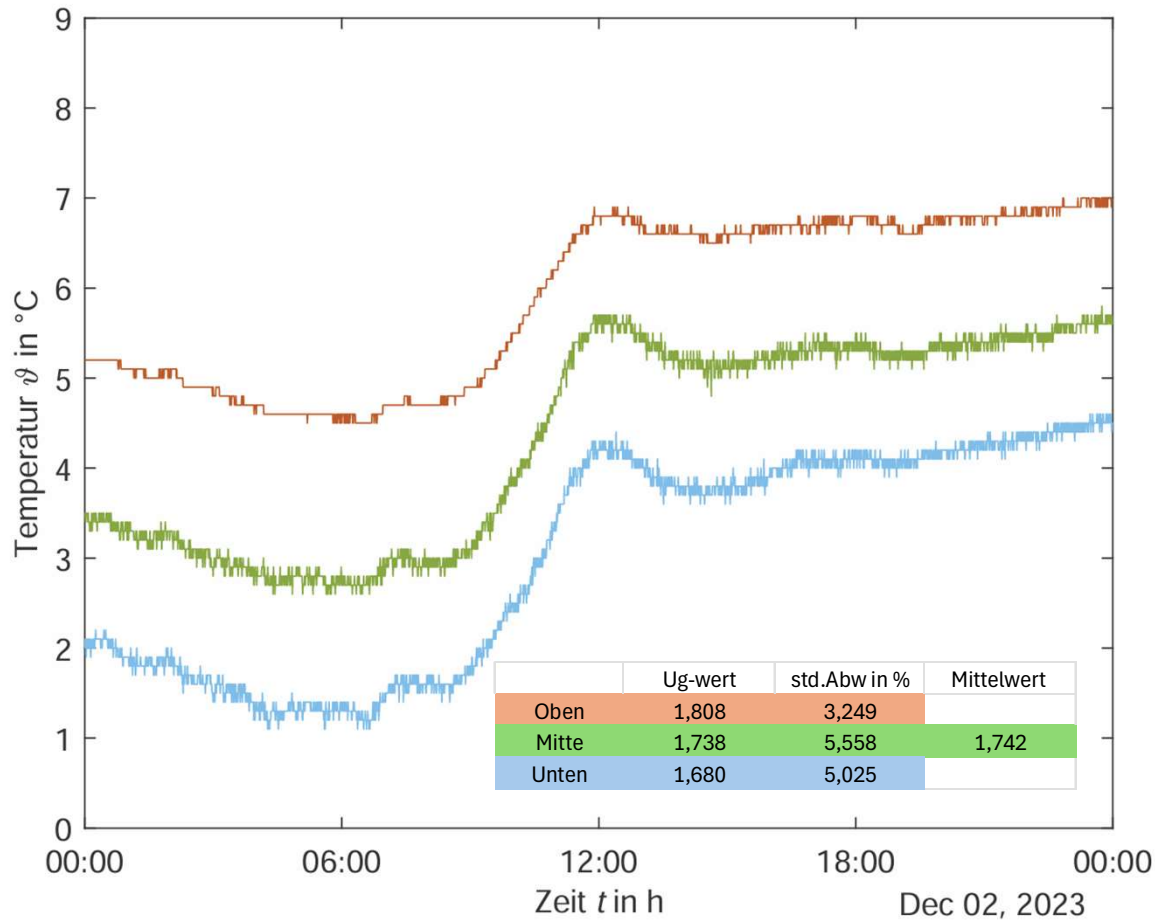


Beispiel Temperaturverlauf, Einfluss der Windgeschwindigkeit auf Strömung im Scheibenzwischenraum

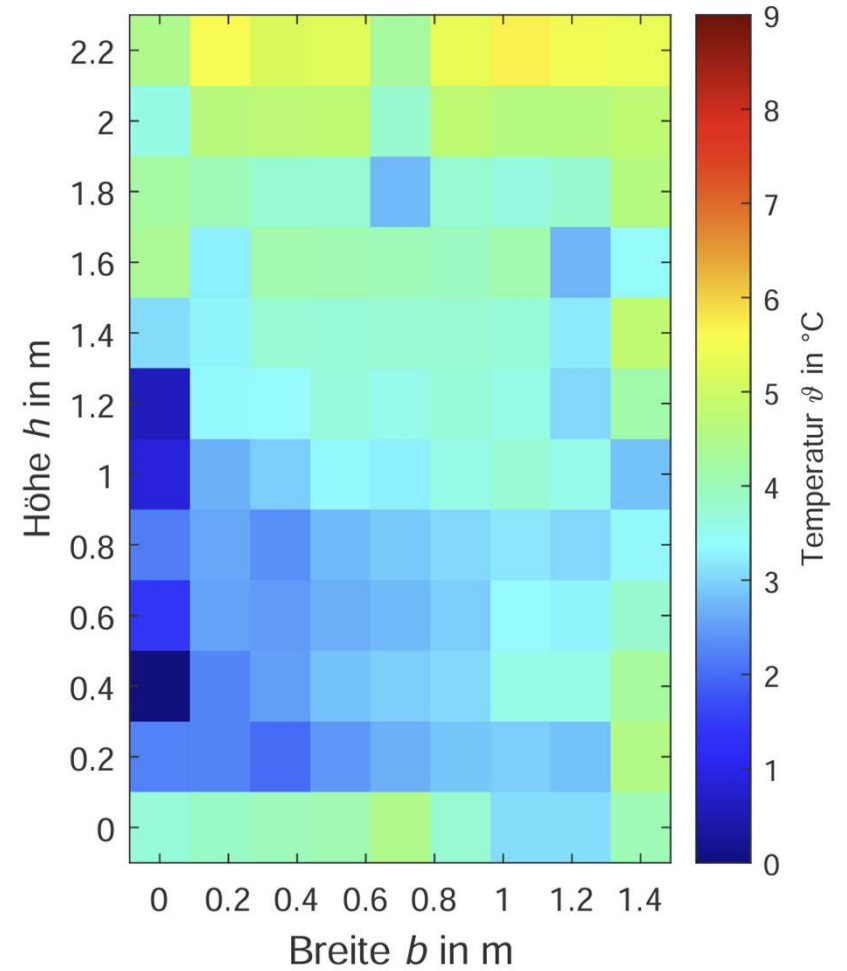




Beispiel Temperaturverlauf und -verteilung über die Höhe des Scheibenzwischenraums, Datum: 02.12.2023 (kein Wind)

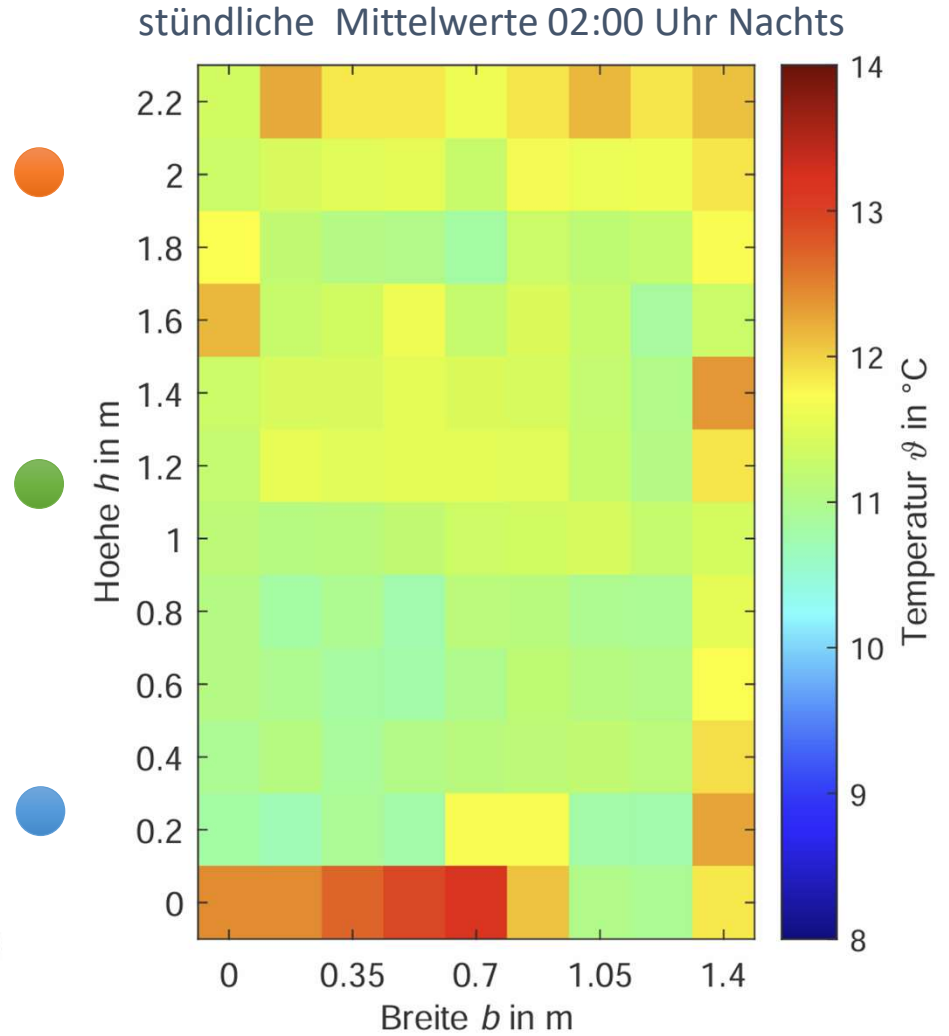
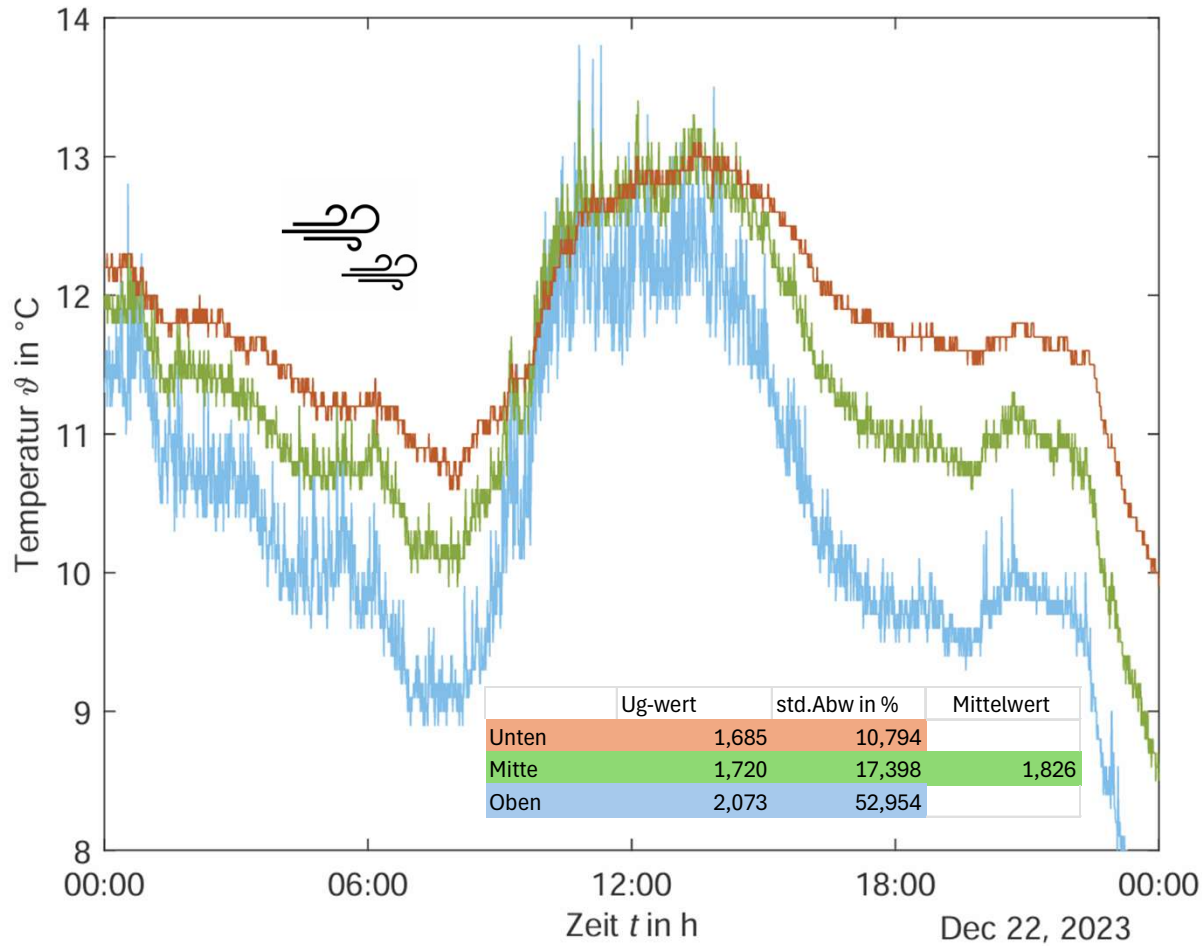


stündliche Mittelwerte 02:00 Uhr Nachts





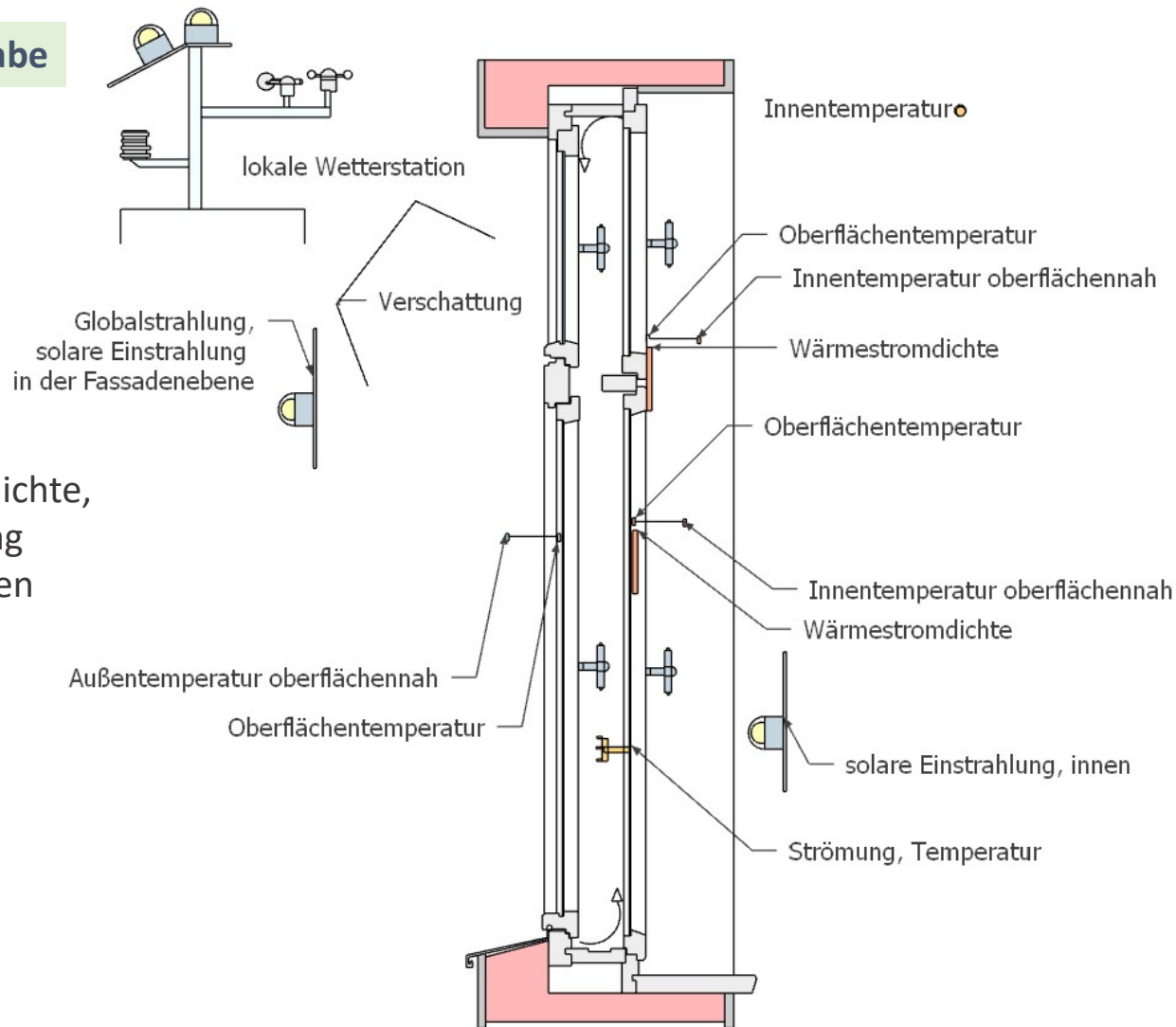
Beispiel Temperaturverlauf und -verteilung über die Höhe des Scheibenzwischenraums, Datum: 22.12.2023 (Wind)





Messaufbau: Berücksichtigung solarer Gewinne, Wärmebilanz, benötigte Messtechnik

2. Messaufgabe



Messung der Wärmestromdichte, Globalstrahlung für äquivalenten U-g-Wert, U-Wert g-Wert

Messtechnik Ahlborn für diesen Messaufbau:

Bestrahlungsstärke:

- Pyranometer + Wetterstation

Temperaturen:

- NTC (Fläche und Luft)

Wärmestromdichte:

- Wärmeflussplatten

Strömungsgeschwindigkeit:

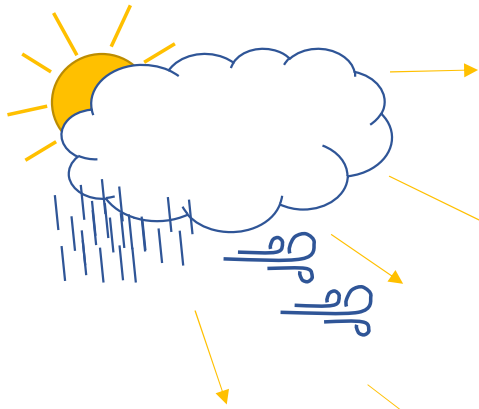
- Thermoanemometer

Feuchte:

- Relative Luftfeuchte

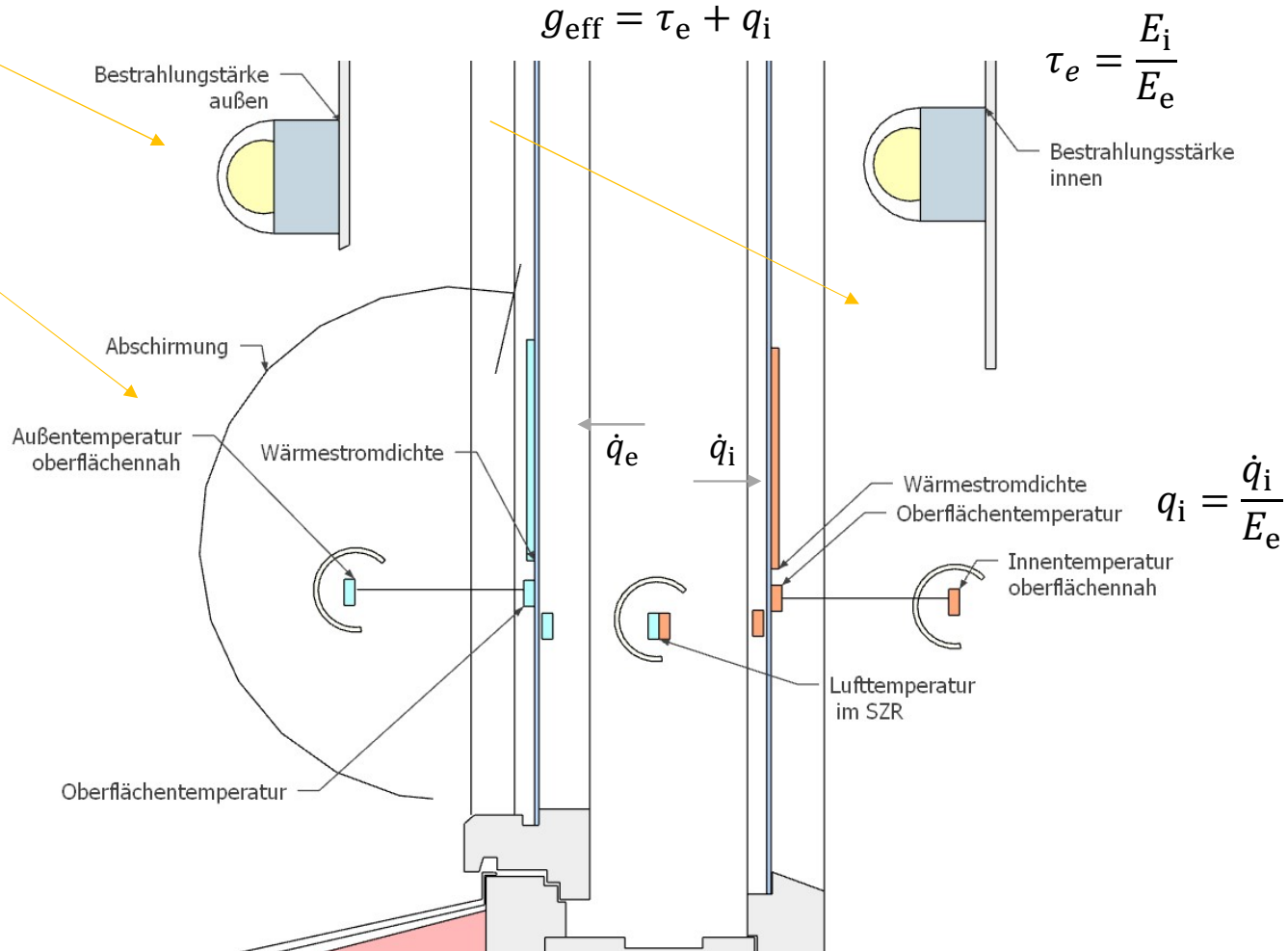


Messaufbau: Berücksichtigung solarer Gewinne, Wärmebilanz, benötigte Messtechnik



2. Messaufgabe

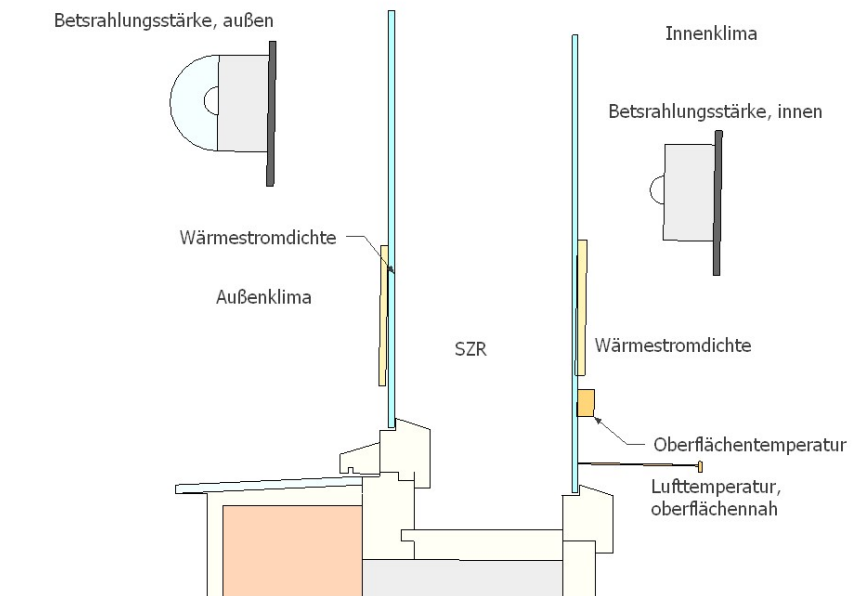
Vertikalschnitt, Detail Kastenfenster solare Gewinne, effektiver g-Wert



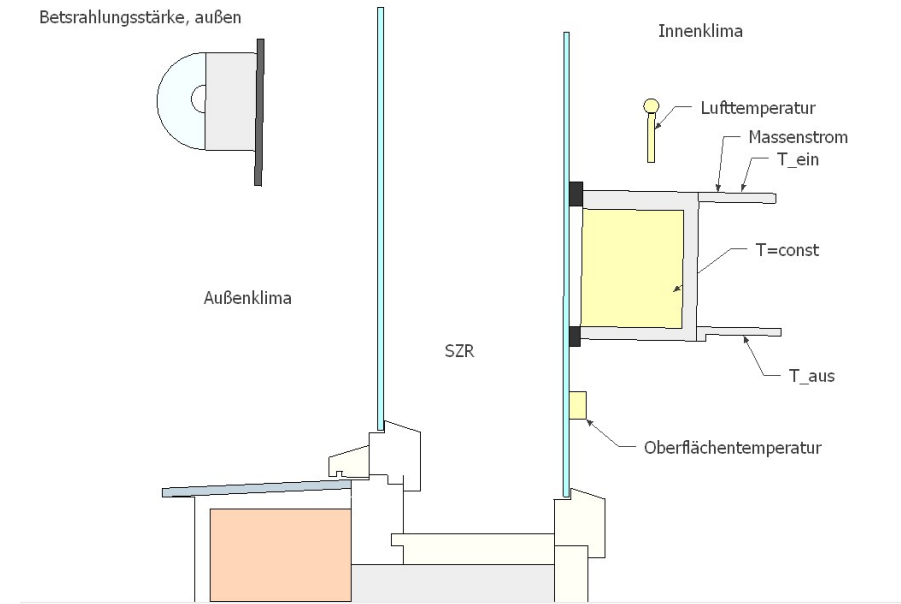
Herausforderung : **mobile** Erfassung von solaren Gewinnen bzw. effektiven Kennwerten (g-Wert)

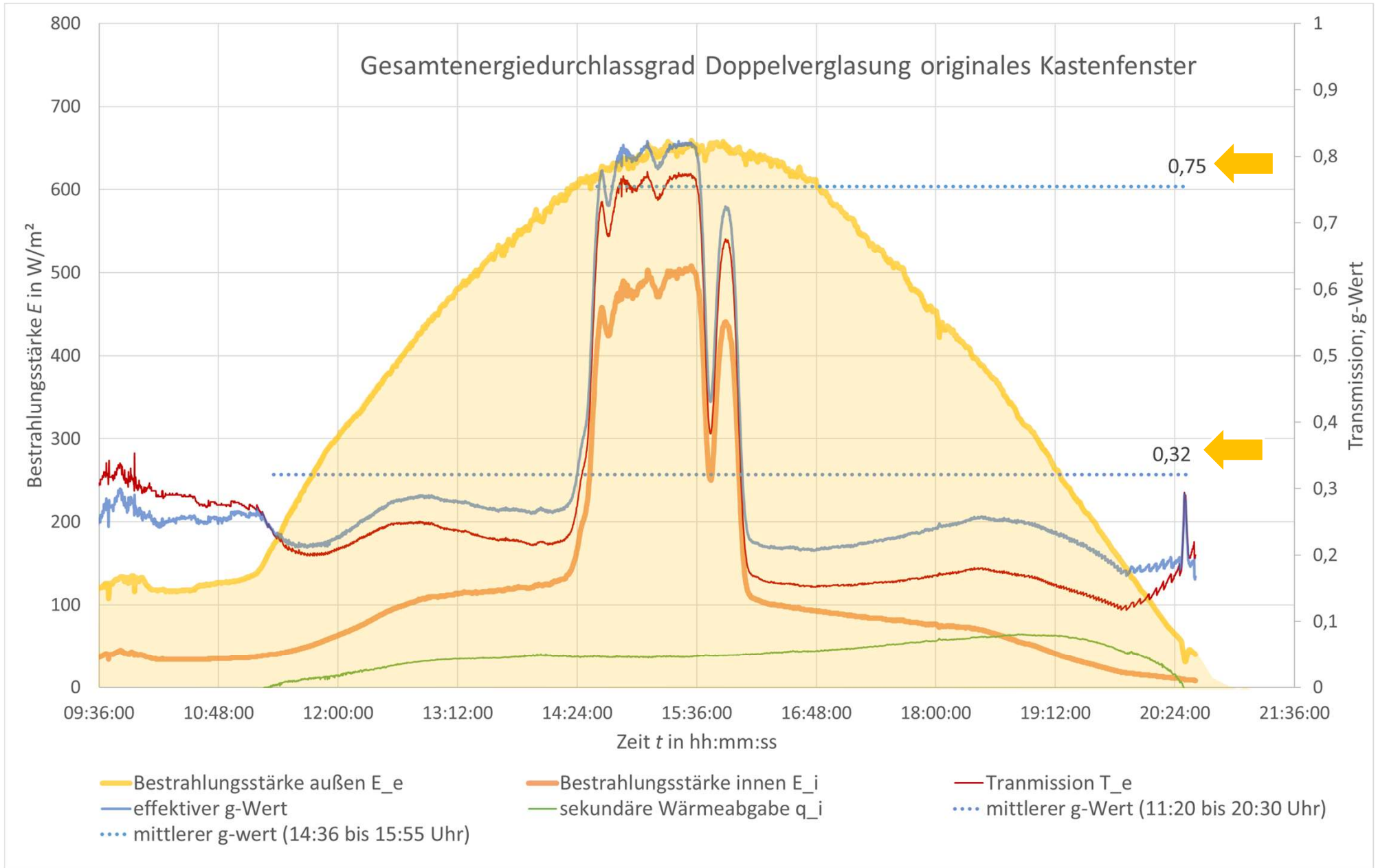
2. Messaufgabe

Bilanz aus der Messung von spez. Leistung (Wärmestromdichte, Bestrahlungsstärke) und Temperaturen



Bilanz aus kalorimetrischer Messung, Energieeintrag aus Wärmekapazität, Massenstrom und Temperatur von Wasser

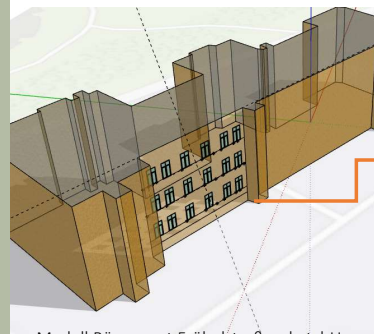
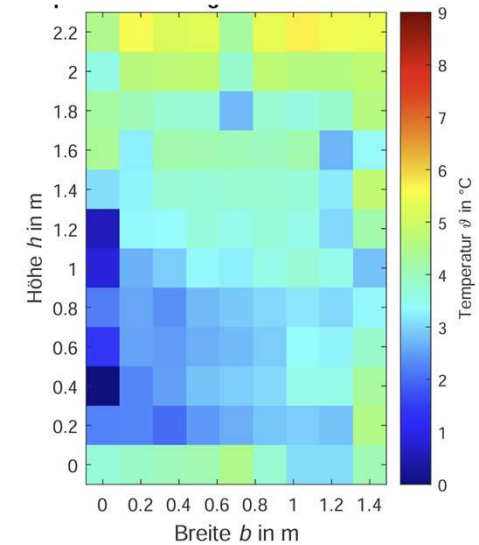
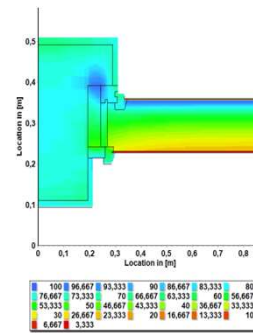




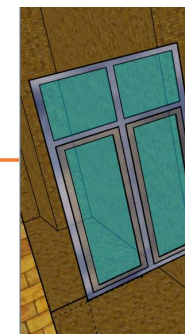


Vergleich und Bewertung von Ergebnissen aus Messung und Simulation

- Wärme- und Stofftransport, Wärmedurchgang, DELPHIN (FEM), Horizontal -und Vertikalschnitte, 2d
- Strömung Wärme- und Stofftransport im SZR, ANSYS FLUENT CFD (FVM), 2d, 3d, MATLAB (mit Dr. Stephan Kusche)
- Dynamische Gebäudebilanz, thermisch-energetisches Gesamtsystem, Wärmebilanz, IDA ICE, TRNSYS

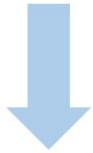


Modell Bürgeramt Fröbelstraße, sketchUp

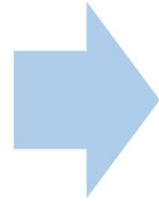


Zusammengefasst

Temperaturrestermessung,
Relative Luftfeuchte,
Luftströmung



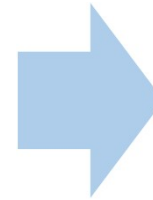
Ermittlung von Zonen für
Wärmestromdichte
(U-Werte),
Mikroklima



Messung der
Wärmestromdichte,
Globalstrahlung für
äquivalente Kennwerte



Übertragung auf weitere
Messtellen (Fenster)



Vergleich Fenstervarianten



Auswertung und Vergleich
mit einer Vielzahl von
Messtellen und
theoretischer Berechnung

Messkonzept



Vereinfachung, Weiterentwicklung
(mobiles Kalorimeter, Thermografie, Hybridmodell)

Betrachtung von Sanierungsvarianten des Kastenfensters um 1900

Projekt: Fenster und Wärme - Fenstervergleich Messkonzept

- HTW Berlin, FB 1 Studiengang Regenerative Energien
Prof. Dr.-Ing. Susanne Rexroth

Projektunterstützung

- Ahlborn GmbH

Fördermittelgeber:

- © Deutsche Bundesstiftung Umwelt
<https://www.dbu.de/projektdatenbank/38141-01/>

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Susanne Rexroth,
Susanne.Rexroth@htw-berlin.de
Konstantin Thurow, M.Sc. ,
Konstantin.Thurow@htw-berlin.de
Nikolai Rief, B. Sc.

Projektinformationen

<https://fensterundwaerme.htw-berlin.de/>
<https://fenstervergleich.htw-berlin.de/index.php/category/aktuelles/>
<https://fenstervergleich.htw-berlin.de/index.php/forschungsprojekt/zusammenfassung/>

Bürgeramt Fröbelstraße, Bildquelle: https://media04.berliner-woche.de/article/2018/01/26/4/8984_XXL.jpg?1564183507