TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

GASSNER & PARTNER
BAUMANAGEMENT GMBH

In-Situ U-Wert-Messung

Dipl.-Ing. Paul Wegerer

Gassner & Partner Baumanagement GmbH

Dipl.-Ing. Christoph Harreither

FH Oberösterreich

BauphysikerInnentreffen 2019, TUtheSky, TU Wien **Donnerstag, 3. Oktober 2019**

Ziele

- R bzw. U vom Bestand ermitteln
- Wirksamkeit einer Sanierungsmaßnahme darstellen
- Überprüfung nach Errichtung
- Wärmeleitfähigkeit bestimmen
- Rechenmodelle validieren

Messanordnung

zerstörungsfrei

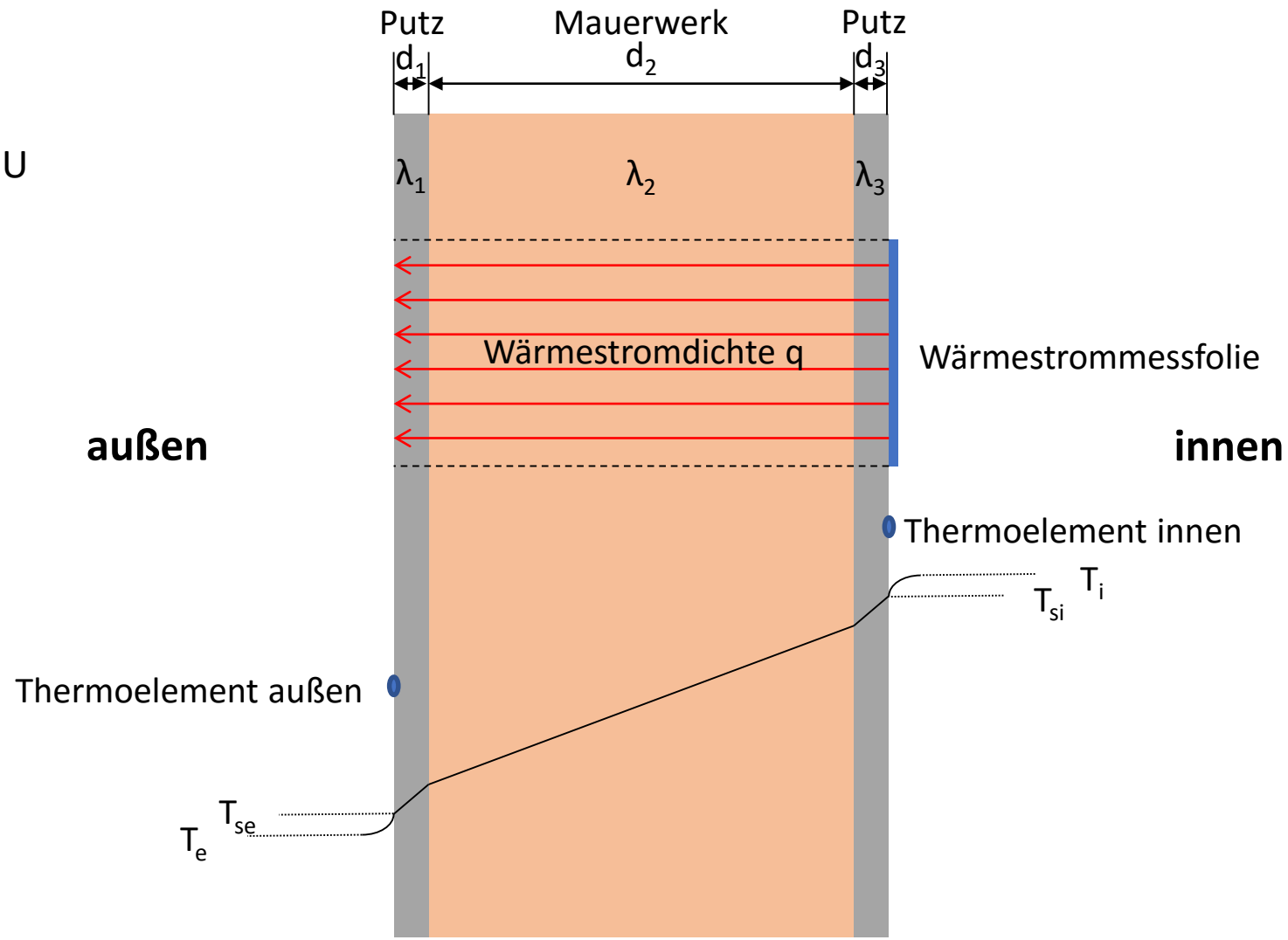
ISO 9869-1 (2014) in-situ-Messung von R und U

- dynamischer U-Wert
- kein Energieeintrag

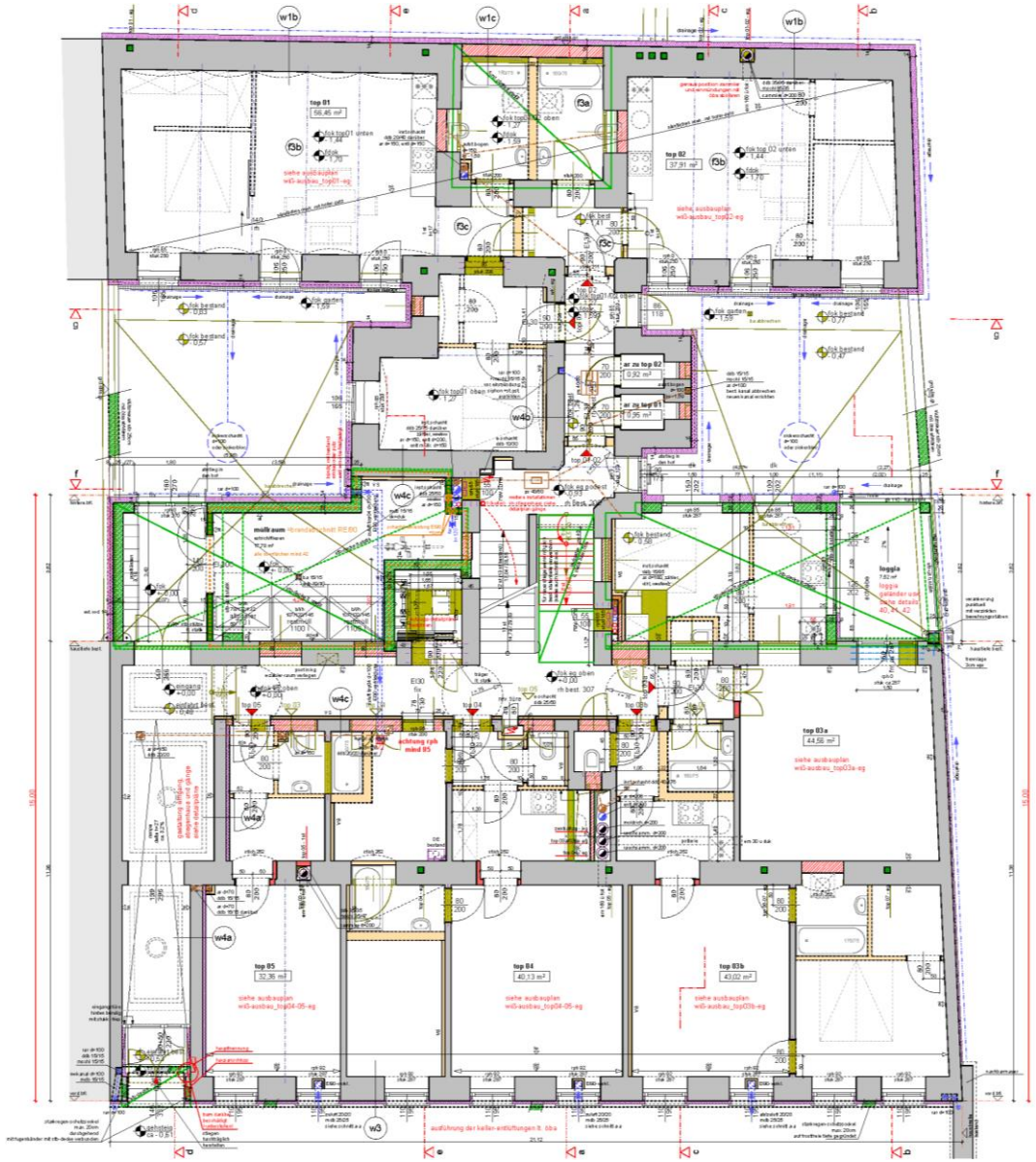
$$\frac{1}{U} = R_{si} + R + R_{se} = R_{si} + \frac{T_{si} - T_{se}}{q} + R_{se}$$

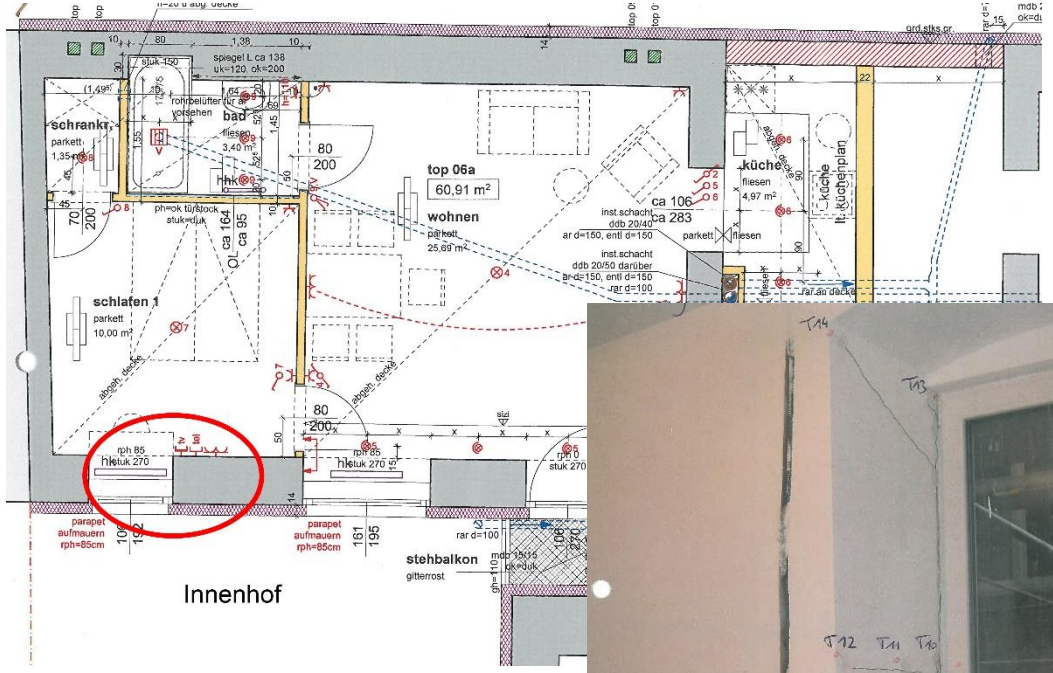
$$\frac{1}{U} = R_T = \frac{T_i - T_e}{q}$$

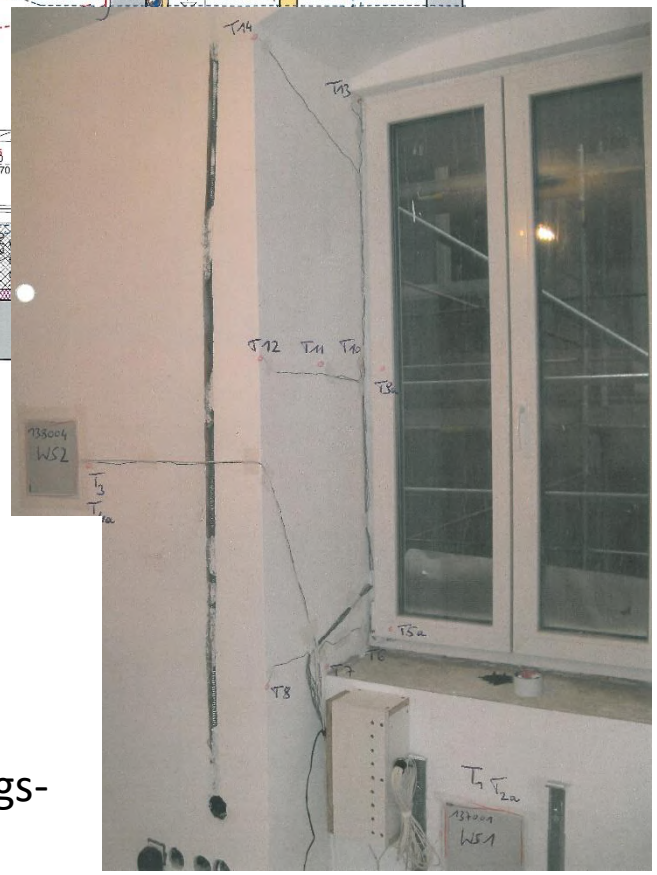
- Messdauer
- notwendige Genauigkeit
- mögliche Korrekturen



Projekt Wißgrillgasse 10

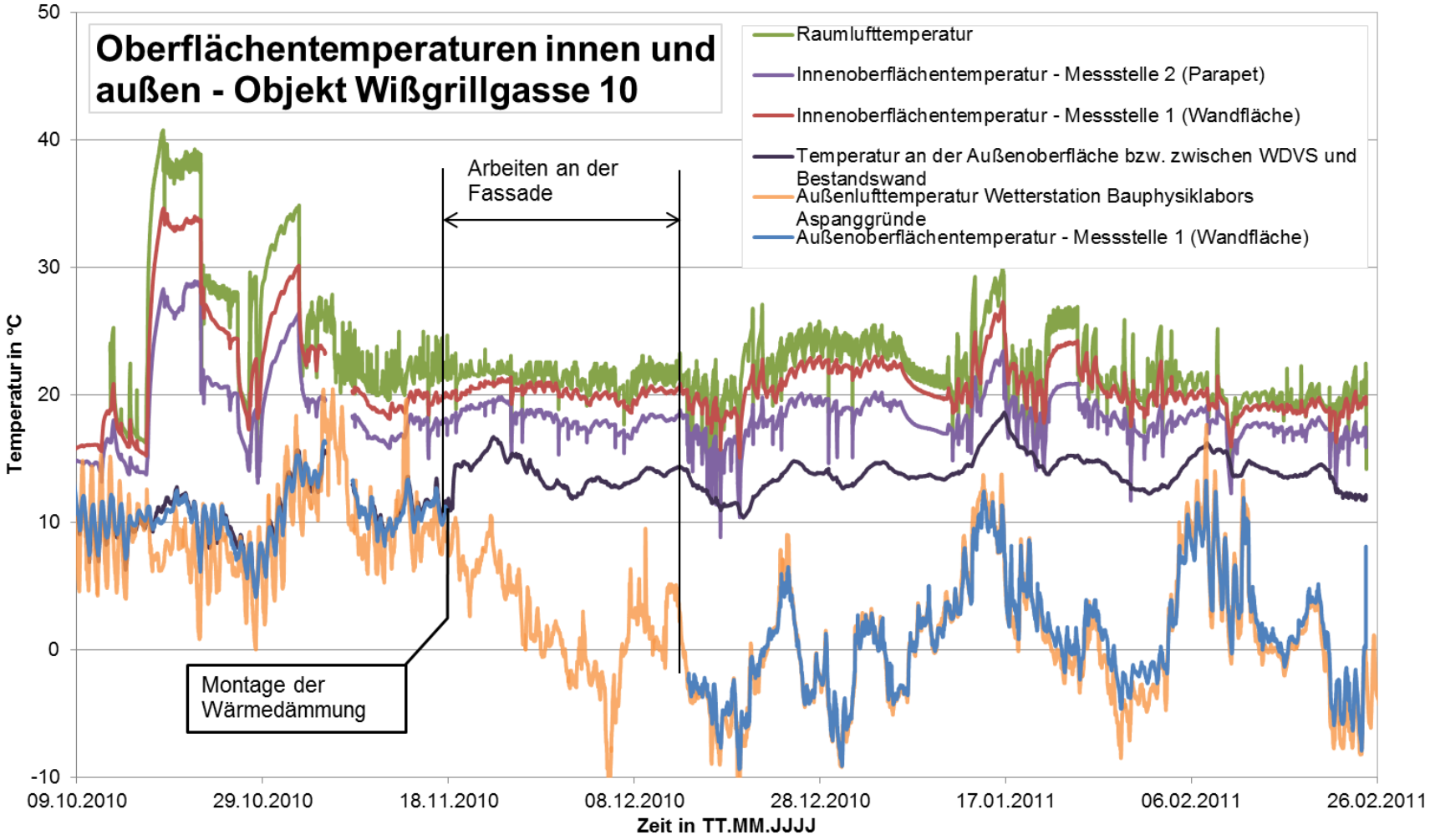






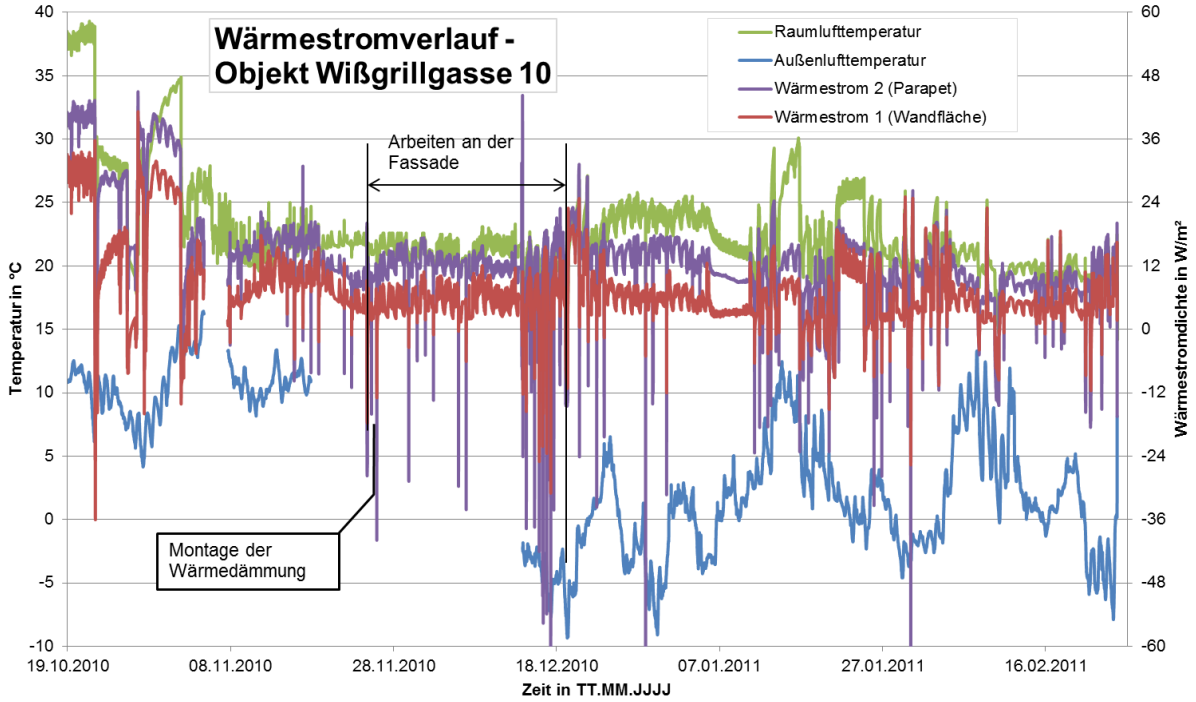
- Wie „gut“ ist der Bestand?
- Performance des WDVS
- Wie groß ist das Verbesserungs-potential der Wand?

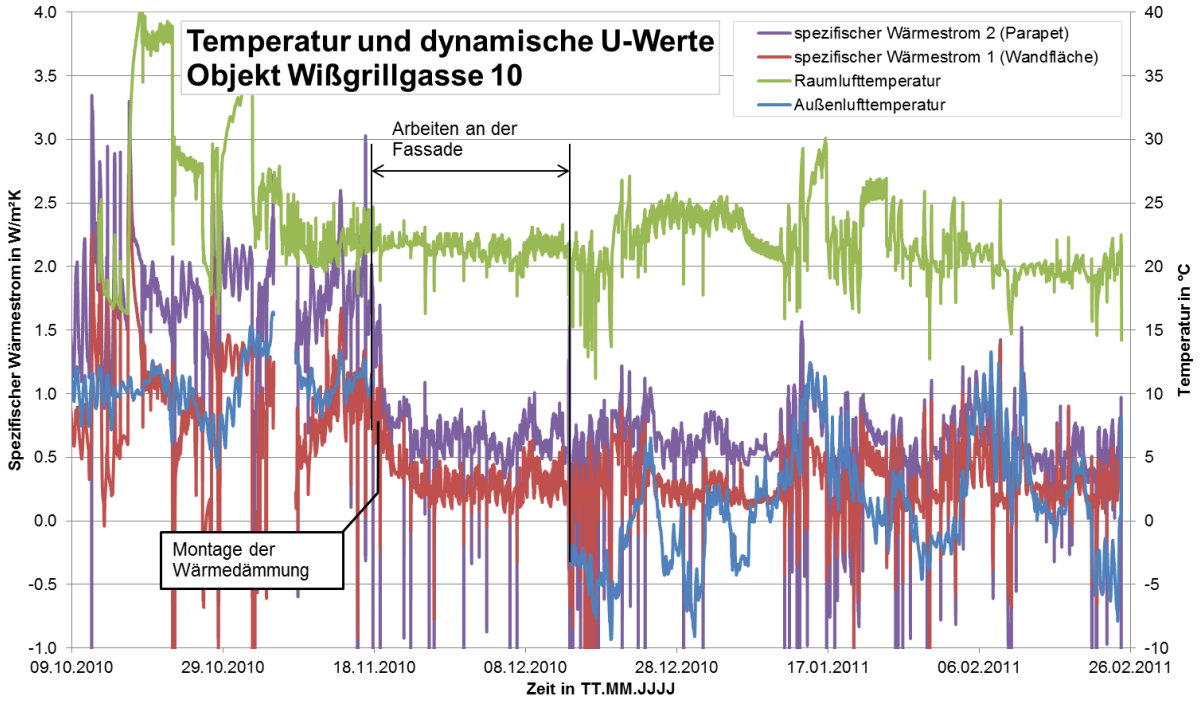
Projekt Wißgrillgasse 10: Ergebnisse



- Mit WDVS folgt die Bauteil-temperatur dem Innenklima.

Projekt Wißgrillgasse 10: Ergebnisse

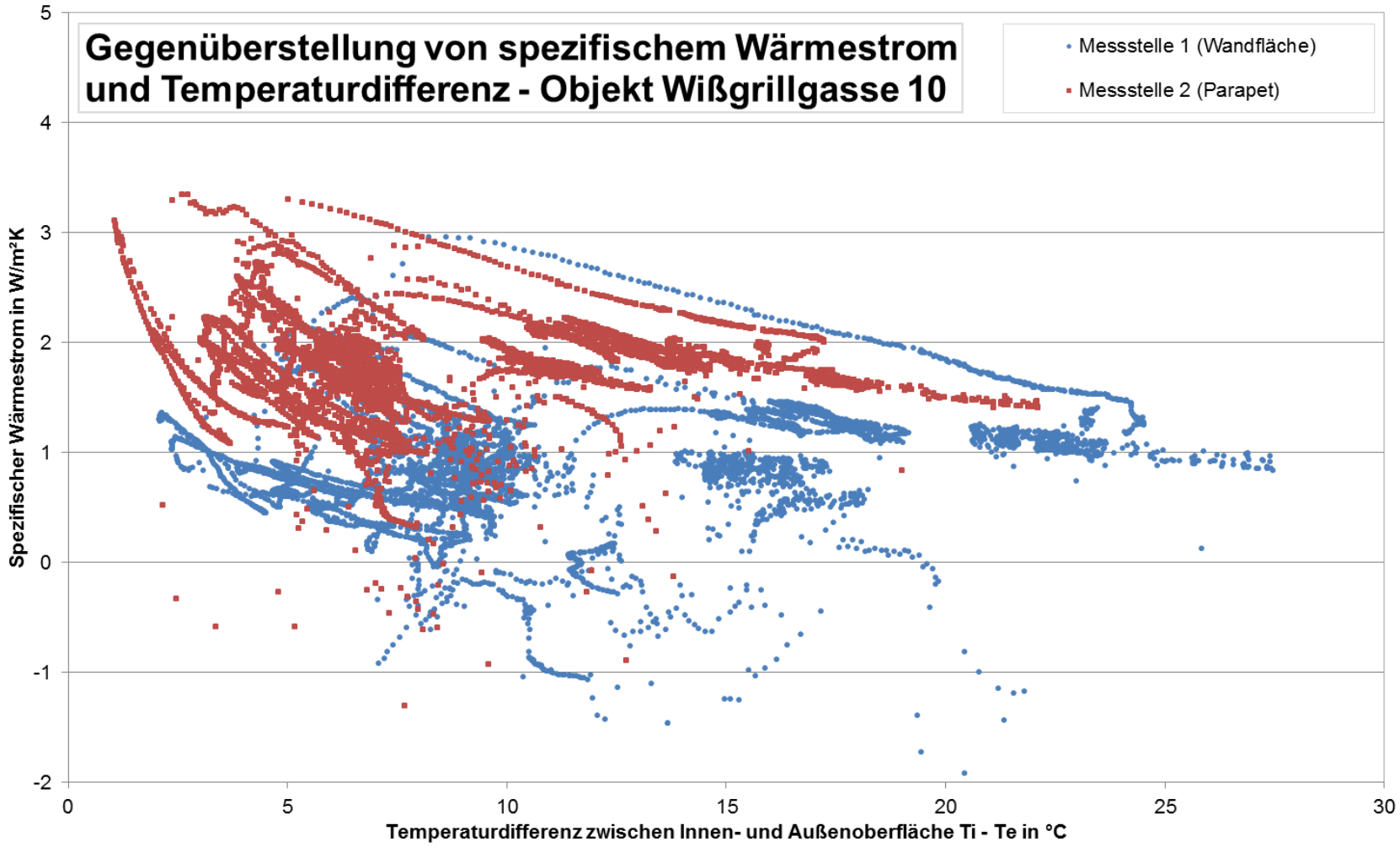




- starke Fensterlüftung
- keine eindeutige Senkung des Wärmestroms
- vermutlich stark schwankende Oberflächentemperaturen

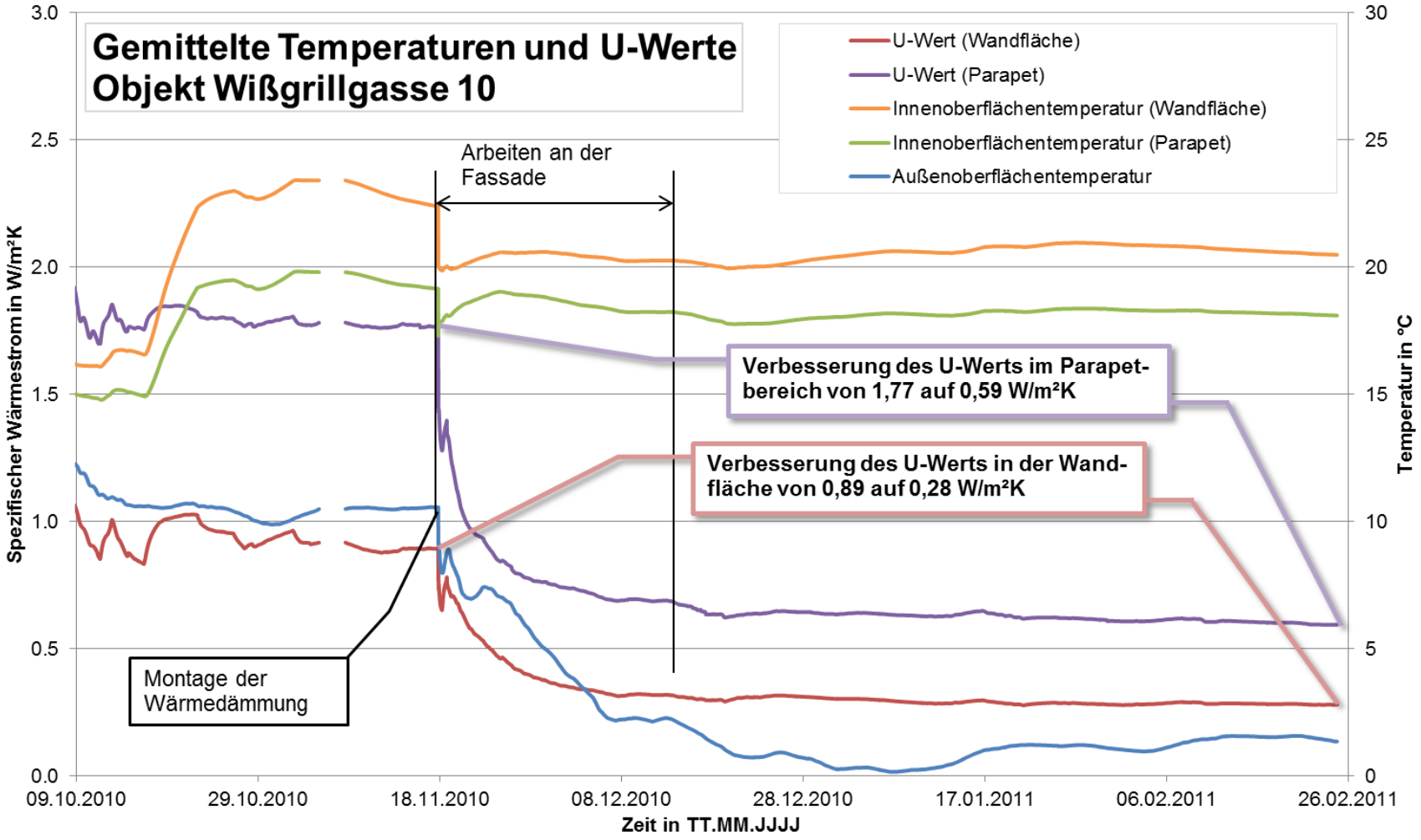
- spezifischer Wärmestrom zeigt deutlichen Sprung nach Applikation des WDVS

Projekt Wißgrillgasse 10: Ergebnisse



- Punktwolke ohne Bewertungsmöglichkeit des tatsächlichen U-Werts
- Nur die Mittelwertbildung über einen ausreichend langen Zeitraum führt zu repräsentativen Ergebnissen.

Projekt Wißgrillgasse 10: Ergebnisse



- Verbesserung Parapet um 1,18 W/m²K bzw. -66%
- Verbesserung Wandfläche um 0,61 W/m²K bzw. -69%

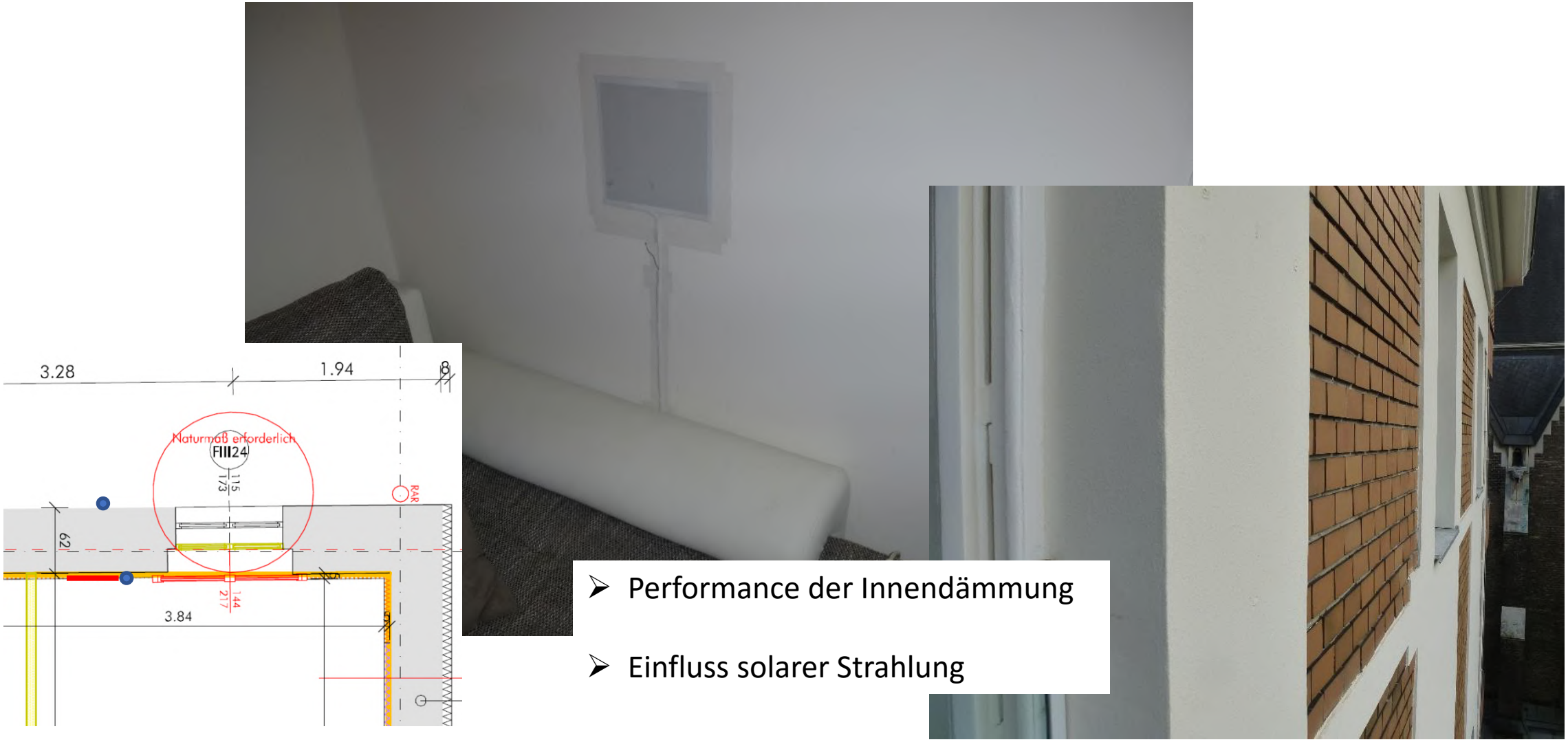
Projekt Kaiserstraße 7: nachträgliche Innendämmung

Gründerzeit mit Zukunft

FFG

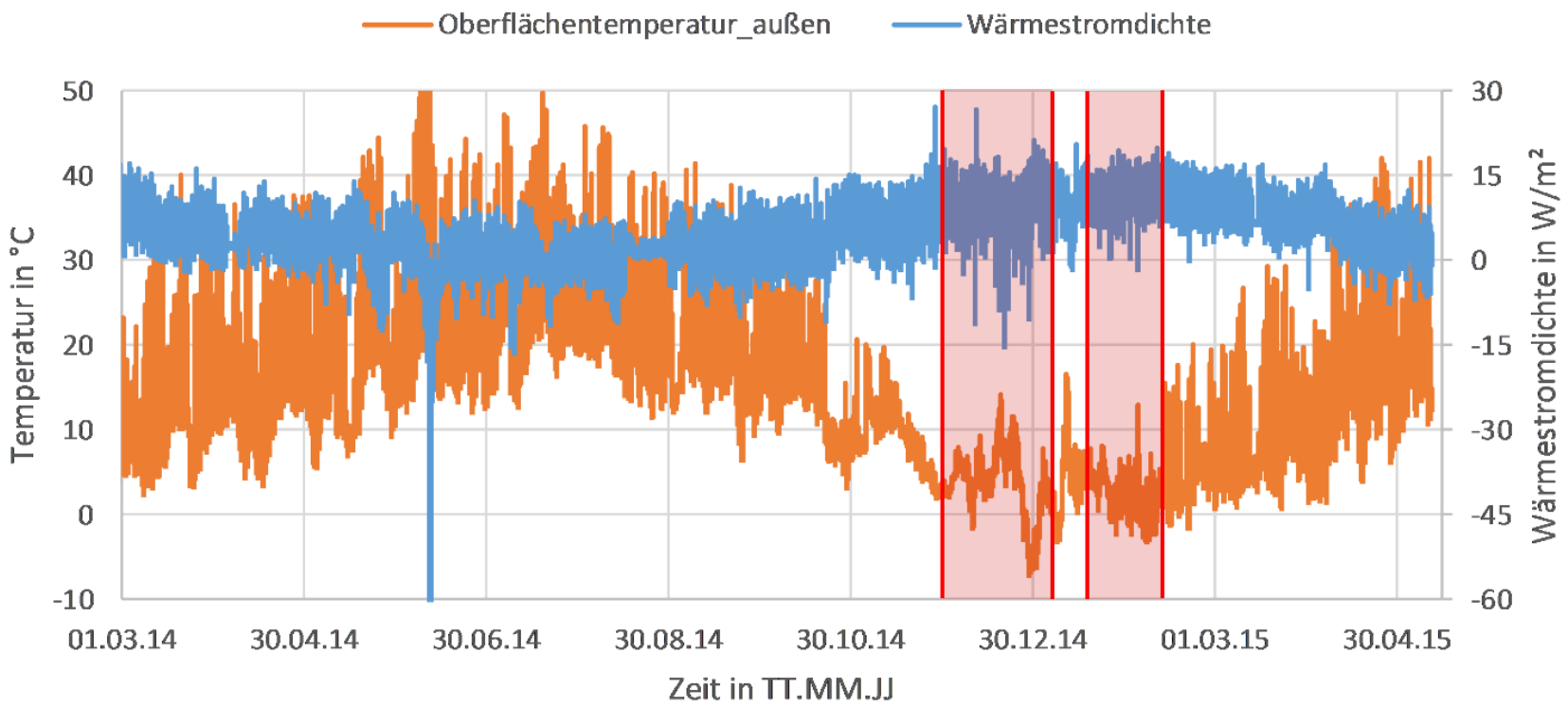
GASSNER & PARTNER BAUMANAGEMENT GMBH

Messung des dynamischen Wärmedurchlasswiderstands an der innengedämmten Wand



- Performance der Innendämmung
- Einfluss solarer Strahlung

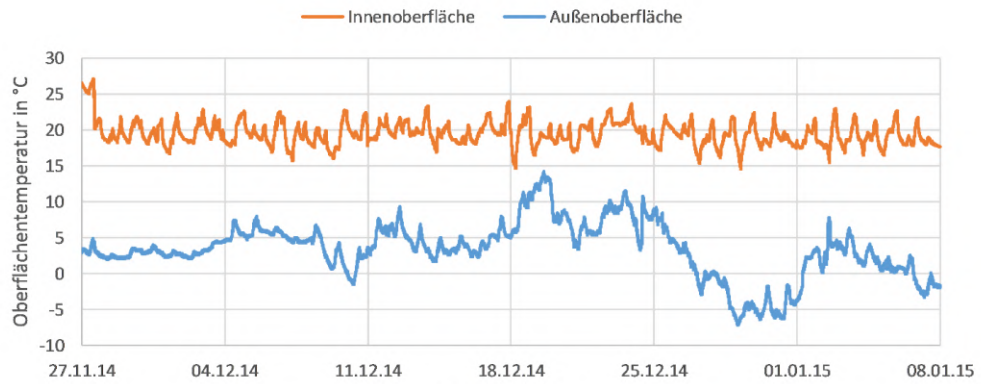
Projekt Kaiserstraße 7: Wärmestrommessung

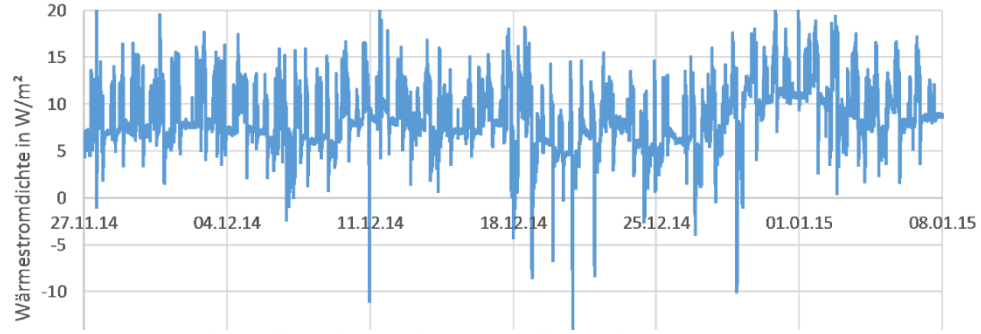


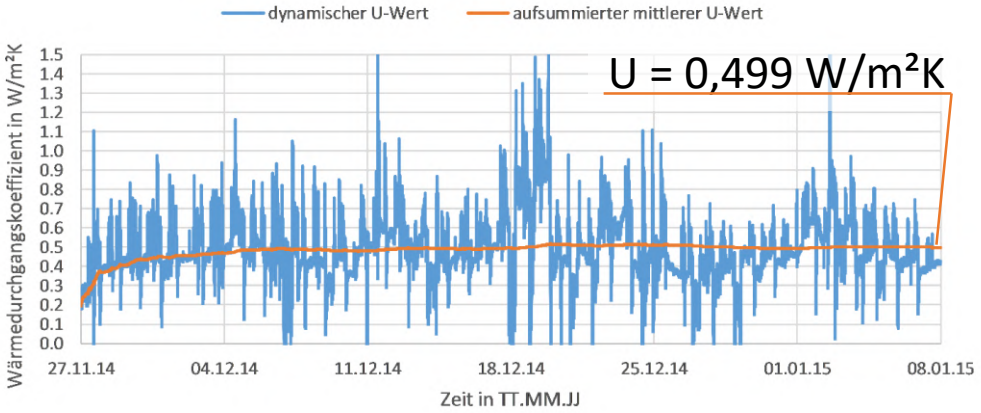
- Solare Einstrahlung
- Temperaturdifferenz
- Übergangswiderstände
- Zeitdauer

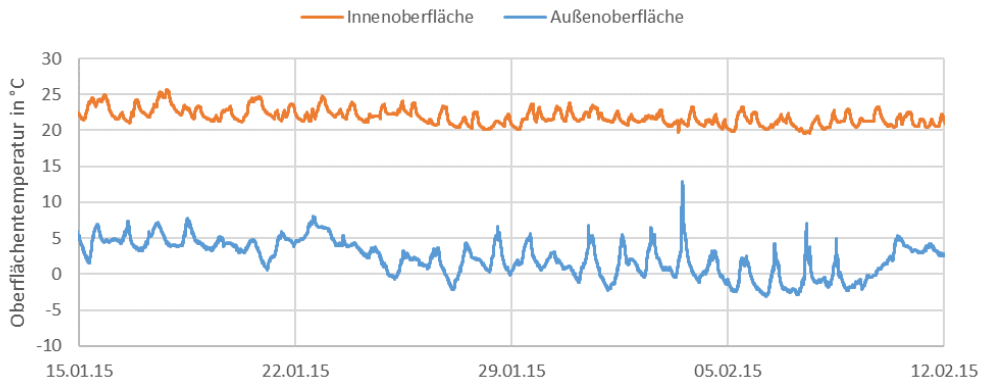
$$q = -\lambda \cdot \frac{T_{eo} - T_{io}}{d} = -\frac{1}{R_t} \cdot (T_{eo} - T_{io})$$

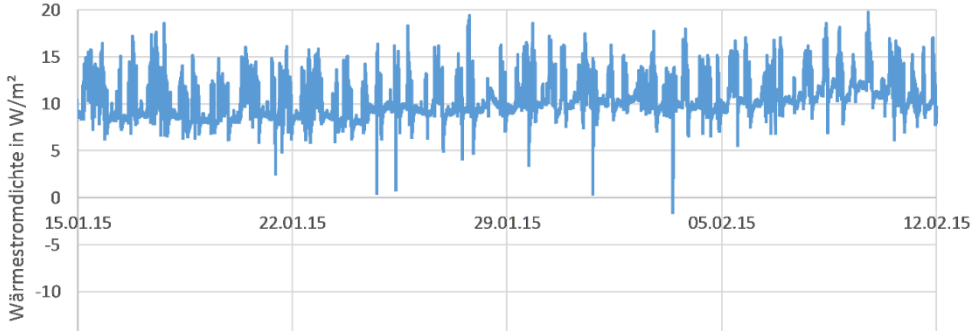
Projekt Kaiserstraße 7: Wärmestrommessung

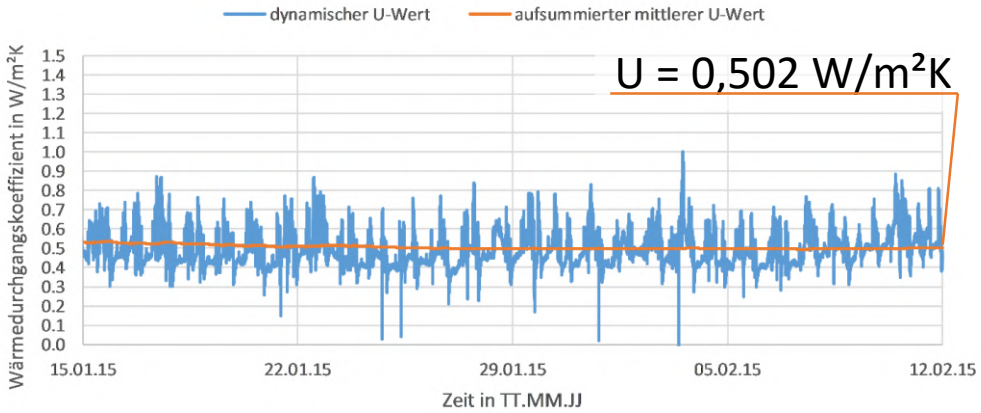












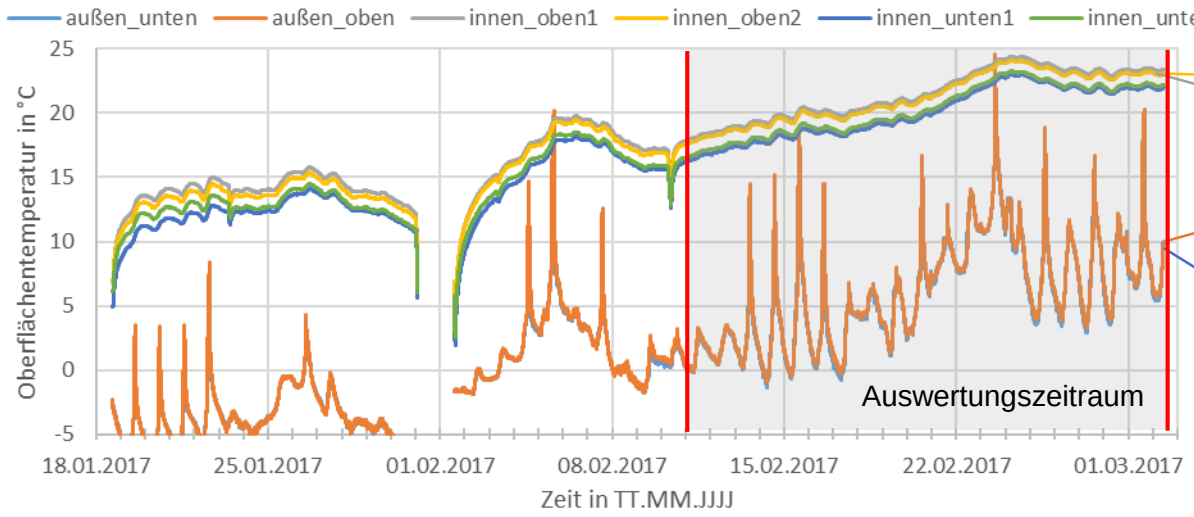
Projekt Mahi182: Messpositionen im Bestand

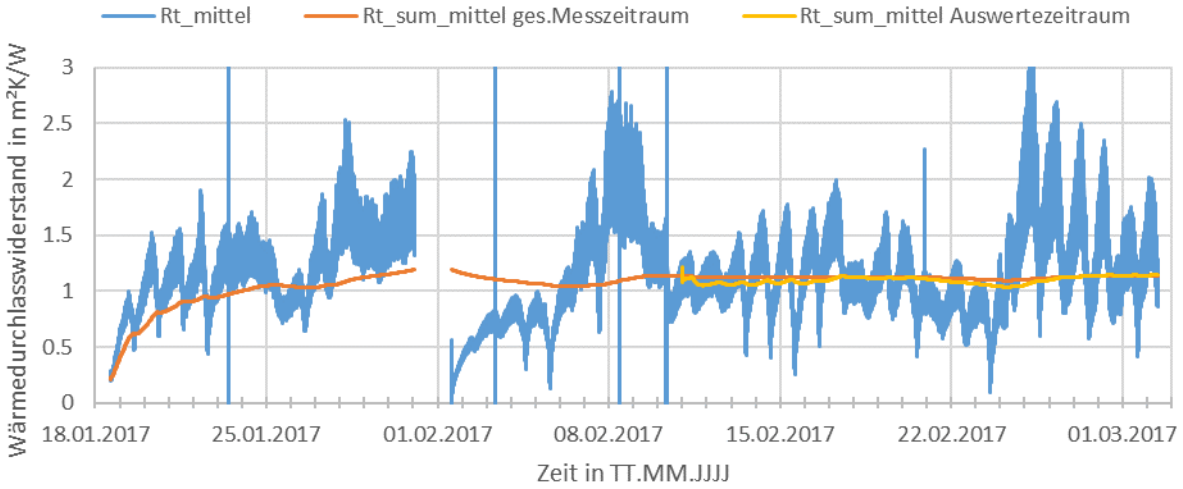
Messung im Dez. 2016 / Jän. 2017

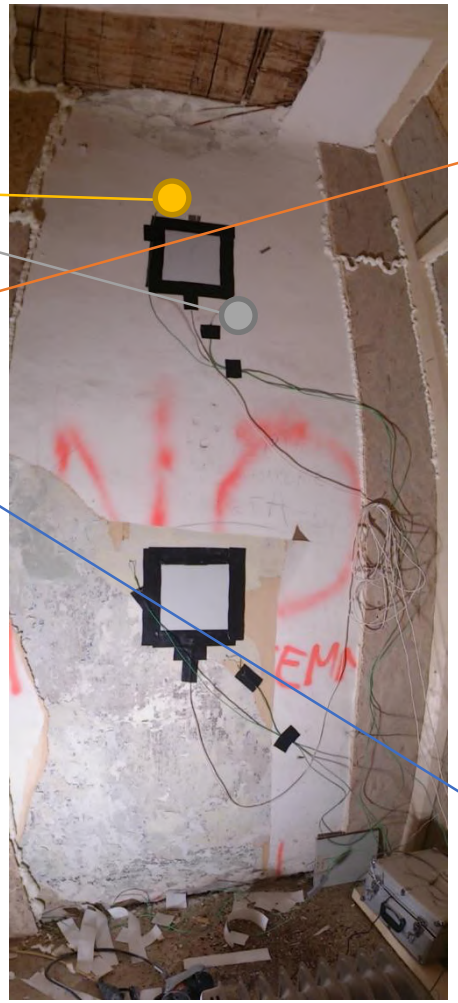
Projekt Mahi182: Messpositionen im Bestand

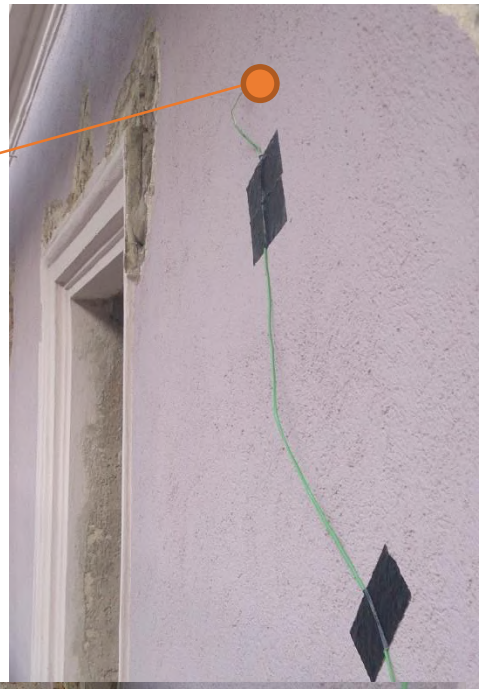
GASSNER & PARTNER BAUMANAGEMENT GMBH

Temperaturen/Wärmedurchlasswiderstand



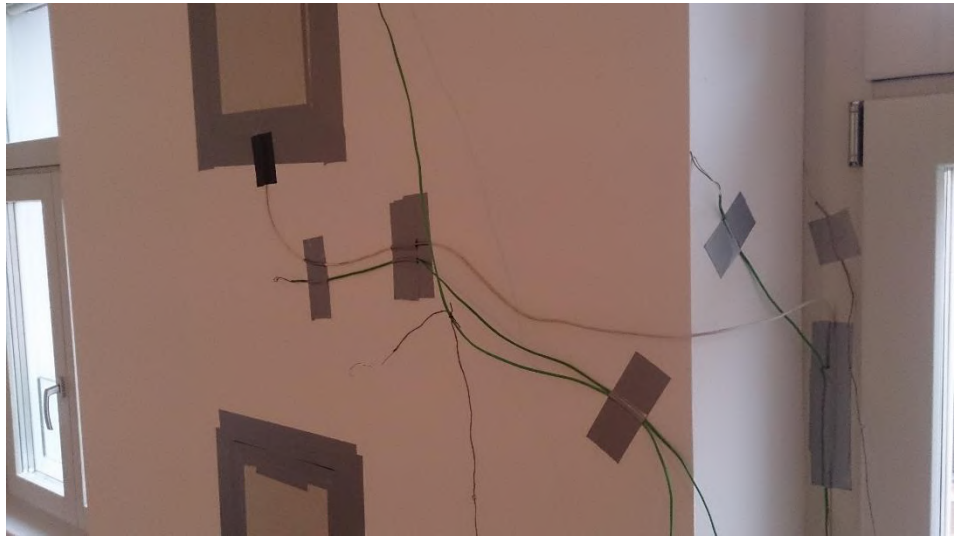






Projekt Mahi182: Messpositionen nach der Fertigstellung

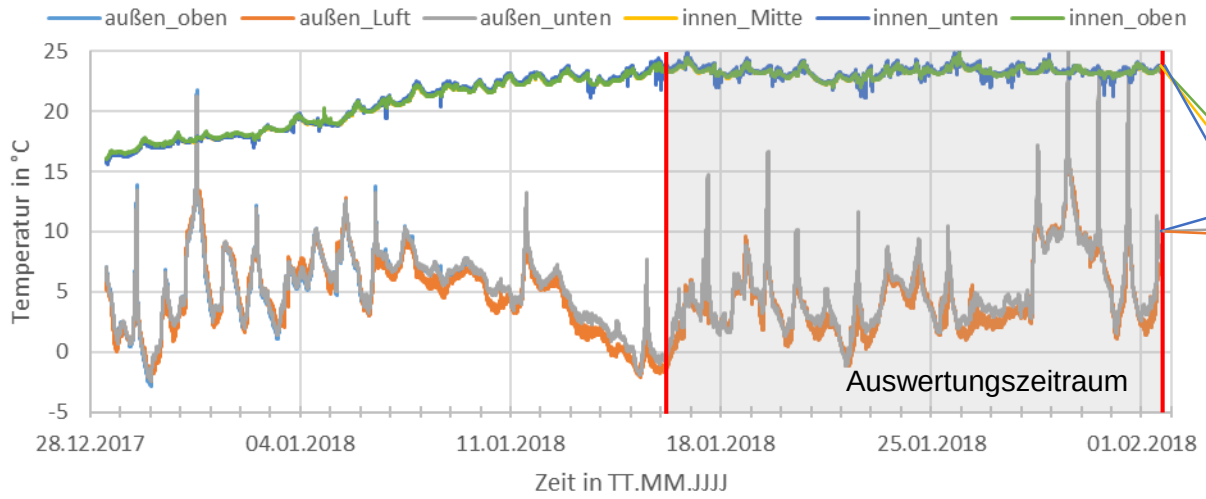
Messung im Dez. 2017 / Jän. 2018

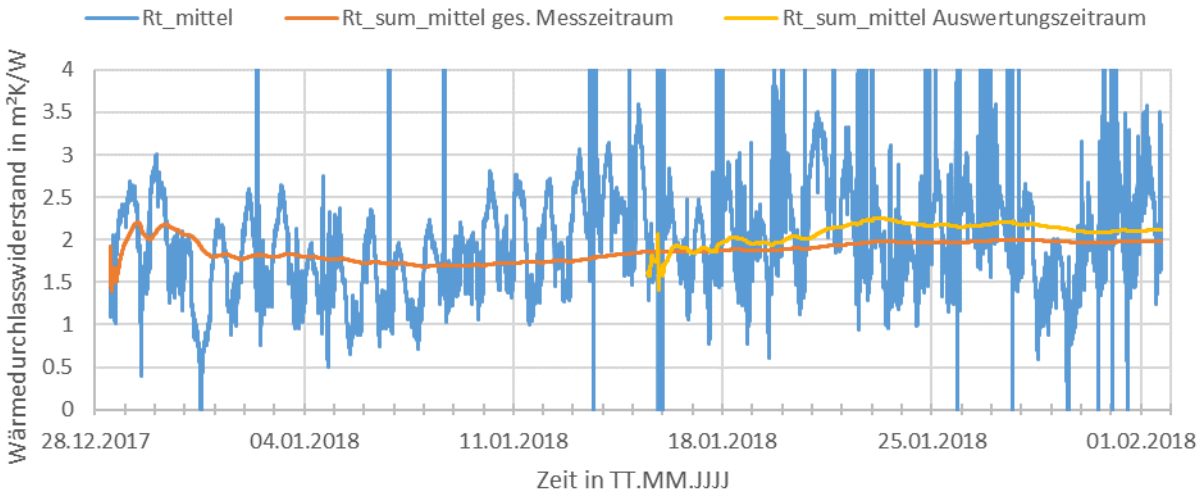


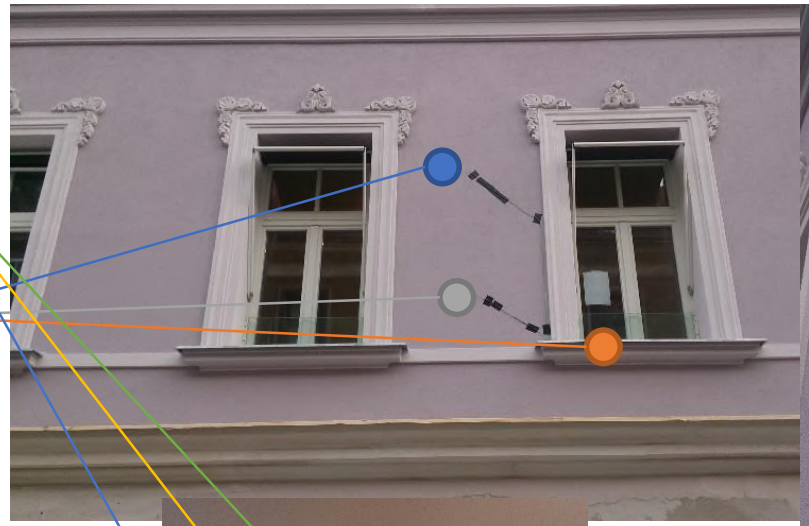
Projekt Mahi182: Messpositionen nach der Fertigstellung

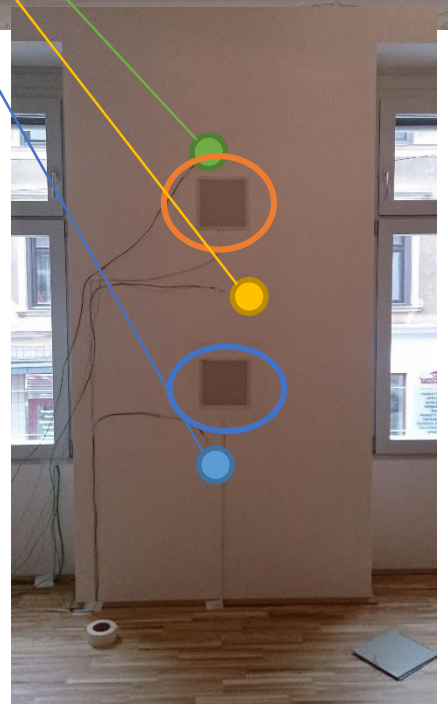
GASSNER & PARTNER BAUMANAGEMENT GMBH

Temperaturen/Wärmedurchlasswiderstand



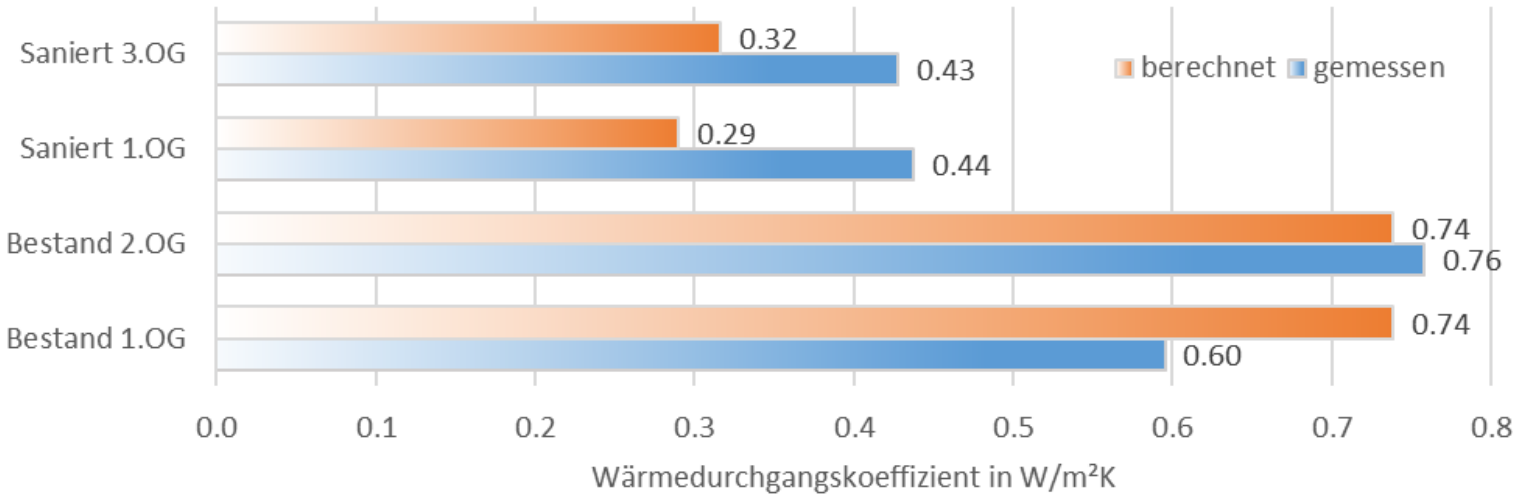






Projekt Mahi182: Ergebnisse U-Wert

Annahme Wärmeübergangswiderstände gem. EN ISO 6946
Rsi = 0,13 m²K/W
Rse = 0,04 m²K/W



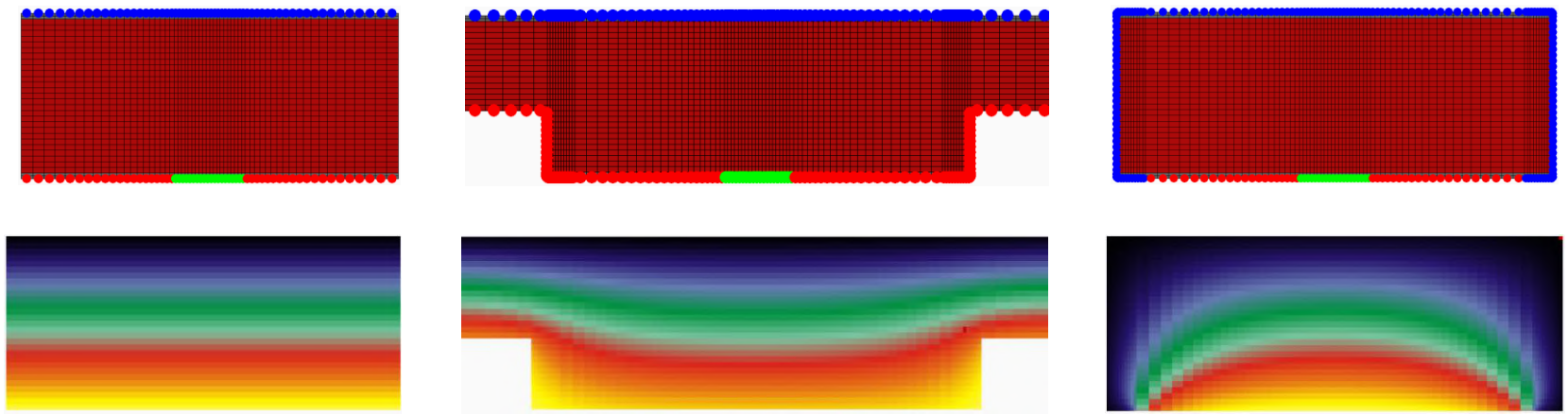
- Unterschiede zwischen stationärer U-Wert-Berechnung und Messung
- Abweichende Unterschiede zwischen Bestandskonstruktion und sanierter Konstruktion mit Aerogelputz

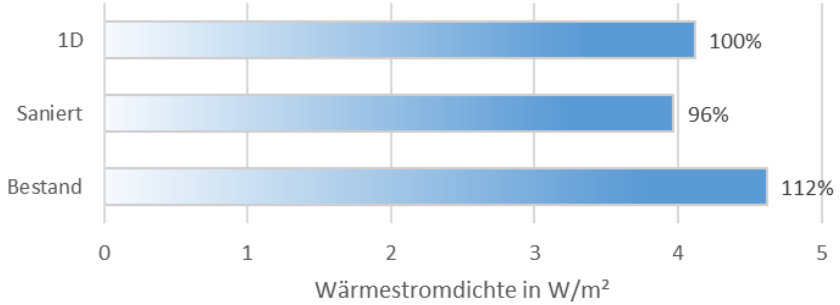
Projekt Mahi182: Simulation Fehlerrechnung

GASSNER & PARTNER BAUMANAGEMENT GMBH

Fehlerabschätzung aufgrund der Wärmebrücke

1D | nachher | vorher

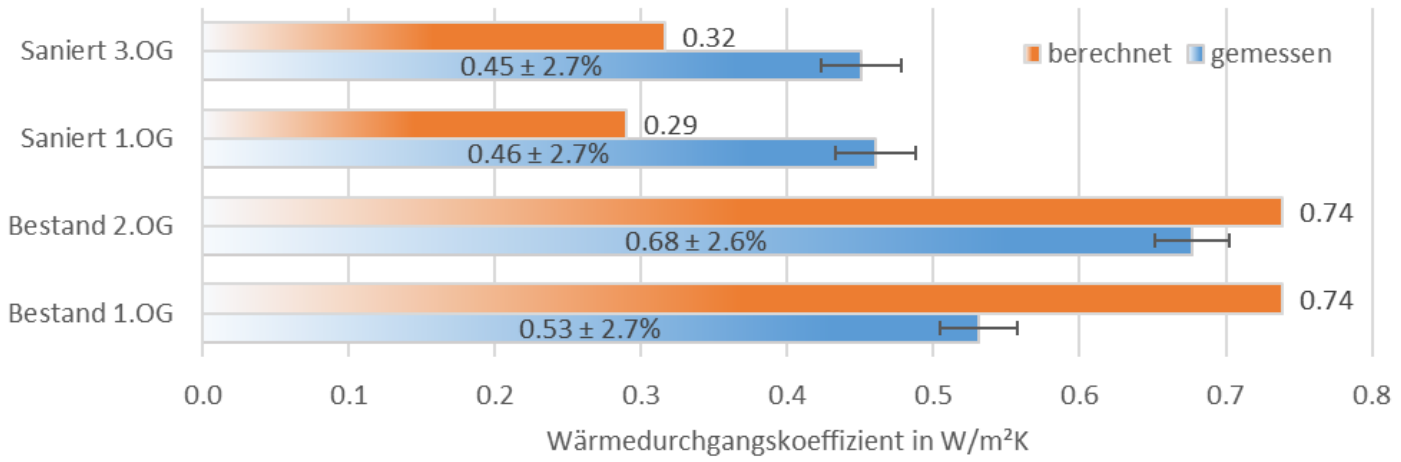


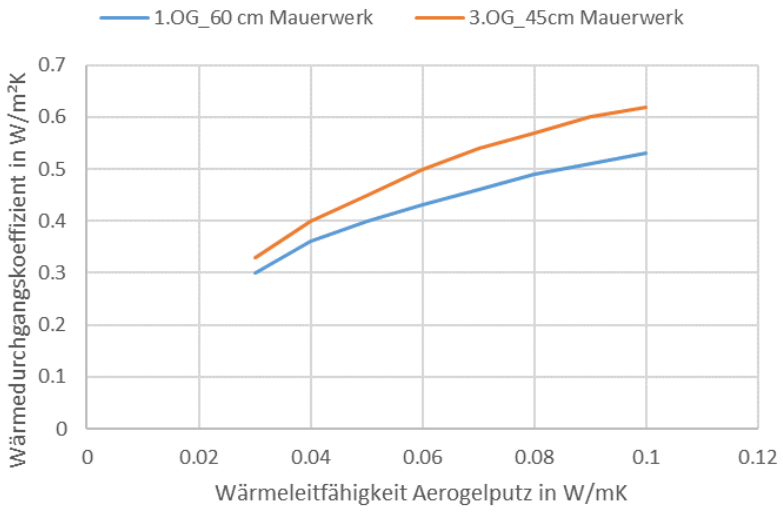


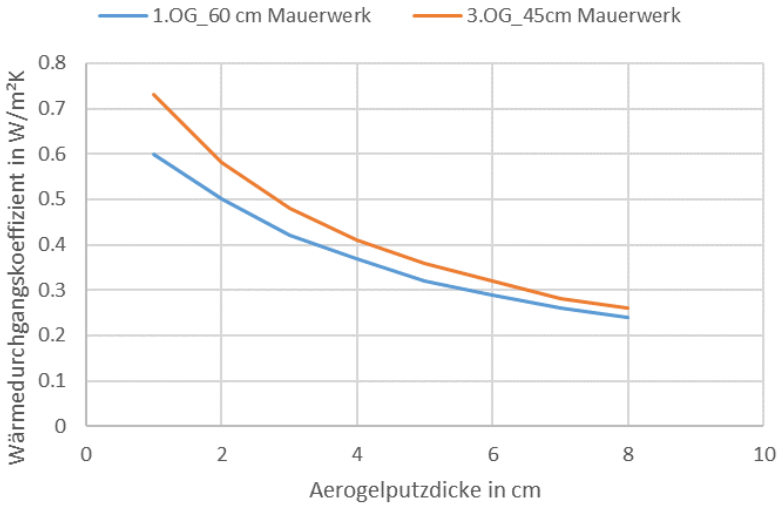
Messfehler der Sensorik

Projekt Mahi182: Fehleranalyse

Fehlerabschätzung aufgrund der Wärmebrücke







Mögliche Fehlerquellen: Bauteilfeuchte, Inhomogenität des Bauteils

Lösungsansätze:

- Überprüfen der tatsächlichen Geometrie vor Ort
- Bestimmung der tatsächlichen Dicke des Aerogelputzes
- Bestimmung der tatsächlichen Wärmeleitfähigkeit des Aerogelputzes

Projekt Wels: 25cm Ziegel & WDVS

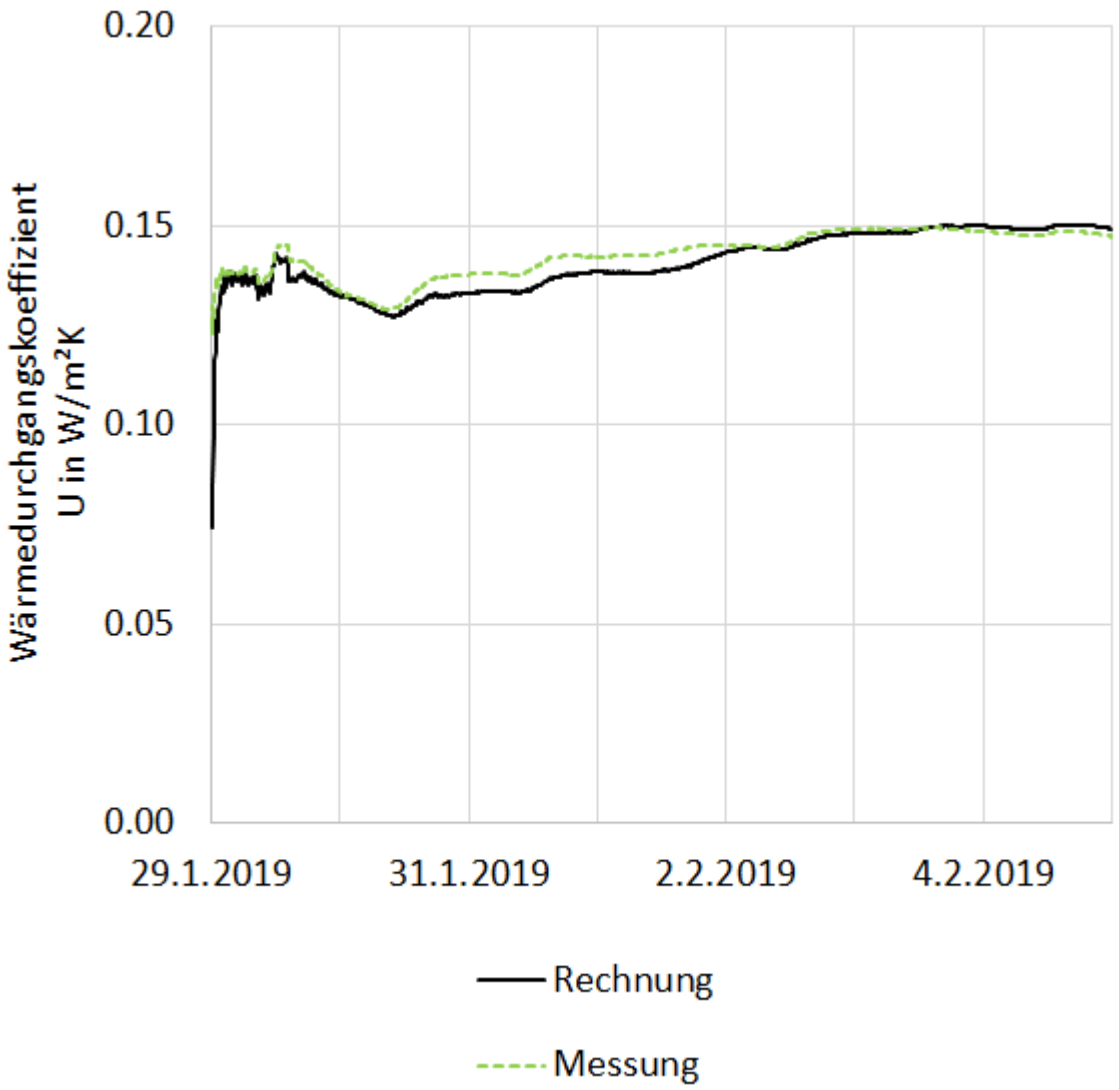
Nord-Seite

- stationärer U=0,154 W/(m²K)
- „Simulation“ U=0,150 W/(m²K)

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\sum q}{C} \quad \text{und} \quad q = \frac{T_1 - T_2}{R}$$

$$q_{se} = (T_{se} - T_{air}) \cdot h_c + (T_{se} - T_{sky}) \cdot h_r \cdot F_s - I_{sol} \cdot \alpha$$

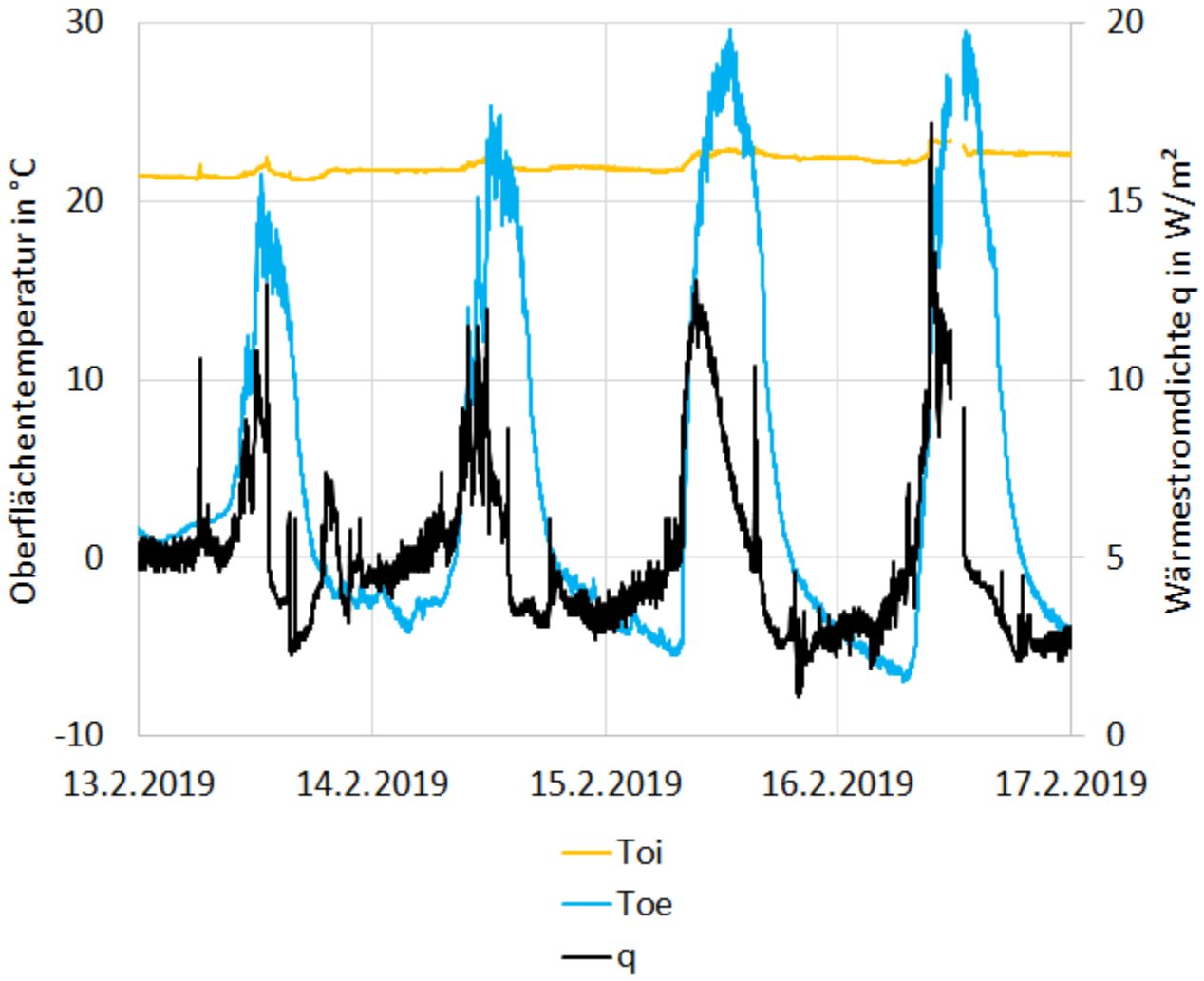
- Messung U=0,148 W/(m²K)



Projekt Wels: 25cm Ziegel & WDVS

Süd-Seite

- Toe > Toi → negative U-Werte
- Toi - Toe ~ 0 → sehr hohe U-Werte
- q-Spitzen bei hoher Strahlung
- „einfache“ Mittelung nicht möglich



Schlussfolgerungen

GASSNER & PARTNER BAUMANAGEMENT GMBH

- Ausreichend lange Mittelwertbildung
- Plausibilitätsprüfung der Messdaten
- Mehrere Messstellen zur Absicherung der Ergebnisse gegen inhomogene Wandaufbauten etc.
- Fragliche Messkurven können mittels dynamischer thermischer Simulation unter Verwendung der realen Messdaten kontrolliert werden.
- Konstante Umgebungsbedingungen führen zu sicheren Ergebnissen. Solare Einstrahlung auf die Fassade sollte vermieden werden.
- Das Temperaturniveau im Bauteil sollte im gesamten Messzeitraum konstant bleiben. Es darf zu keiner Aufwärmung oder Abkühlung des Bauteils kommen.
- Fehlerrechnung bestehend aus Messgenauigkeit und Kalibrierdaten

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna University of Technology

GASSNER & PARTNER
BAUMANAGEMENT GMBH

In-Situ U-Wert-Messung

p.wegerer@gassner-partner.at

Gassner & Partner Baumanagement GmbH

christoph.harreither@fh-wels.at

FH Oberösterreich

BauphysikerInnentreffen 2019, TUtheSky, TU Wien **Donnerstag, 3. Oktober 2019**