Fallstudie St. Margaretha in Roggersdorf – Klimamessung und Simulation

Fraunhofer IBP



Dr. Stefan Bichlmair
Prof. Dr. Ralf Kilian
Dr. Kristina Holl

1

Fallbeispiel – St. Margaretha in Roggersdorf







Lage: Roggersdorf bei Holzkirchen
Geschichte: Gotische Kirche, neogotische Ausstattung, erbaut 1696-1709
Ausstattung: Gemälde, Altar und Skulpturen
Bauweise: Massivbau, unbeheizt
Bauliche Sanierung und Restaurierung: bis 2004
Maßnahmen: Sanierung der Raumschale, Restaurierung

2

Kartierung der neuen Schäden 2009

Erneute Schäden nach wenigen Jahren der Sanierung:

- Schäden am Altar / Retabel
- Schimmelpilz- und Algenwachstum im Sockelbereich durch hohe Raumluftfeuchte
- Kellerasseln

Aufgabe und Fragestellung:

- Klimamessung
- Verbesserung des Raumklimas



Foto: Fraunhofer IBP, Kristina Holl

Dokumentation





Foto: Fraunhofer IBP, Kristina Holl

Dokumentation



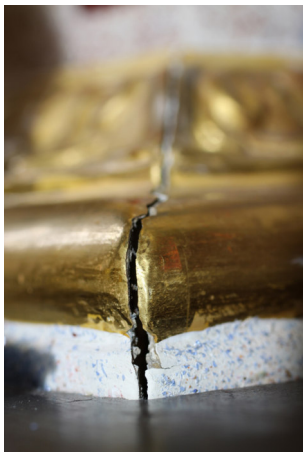
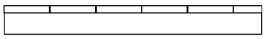


Foto: Fraunhofer IBP, Kristina Holl

Auswirkung von Klimaschwankungen auf Kunstwerke



Malschicht auf Trägermaterial



Craquelebildung in der Malschicht

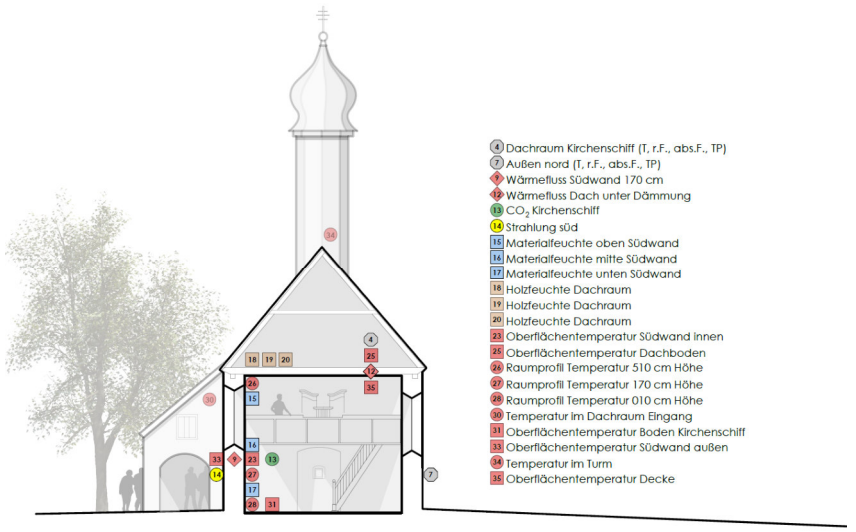


Schüsselbildung der Malschicht



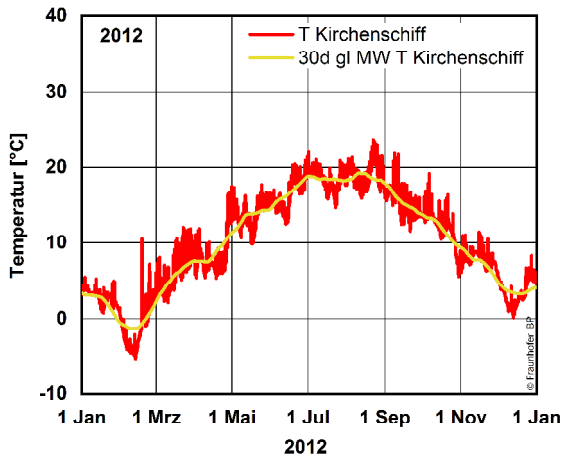
Lockerungen in der Vergoldung
Roggersdorf, Vergoldung Hochaltar
Foto / Abb.: Fraunhofer IBP, Kristina Holl

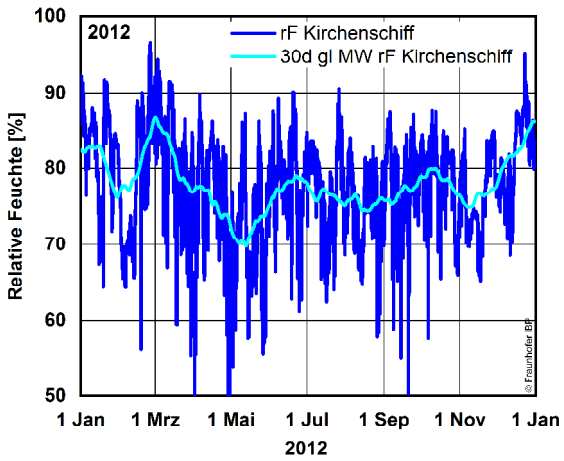
Roggersdorf – Messkonzept 2012 – 2014



7

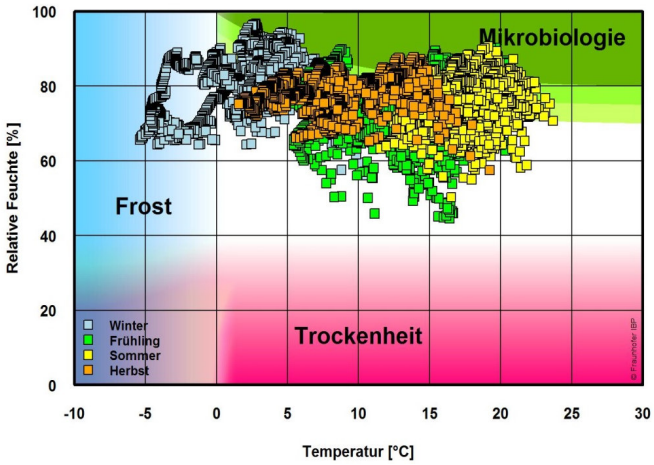
Raumklima Messung 2012 (unbeheizt)





8

Raumklima Messung 2012 (unbeheizt)

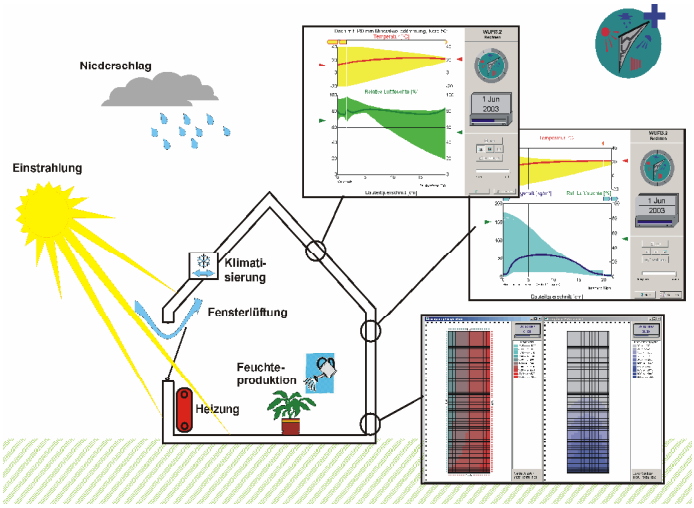


Messung im Kirchenschiff, Messzeitraum 10. Dezember 2011 bis 9. Dezember 2012

Hygrothermische Simulation

Simulation mit WUFI® Plus:

- Untersuchung unterschiedlicher Strategien zur Verbesserung des Raumklimas:
  - Entfeuchtung
  - Adaptive Lüftung
  - Temperierung

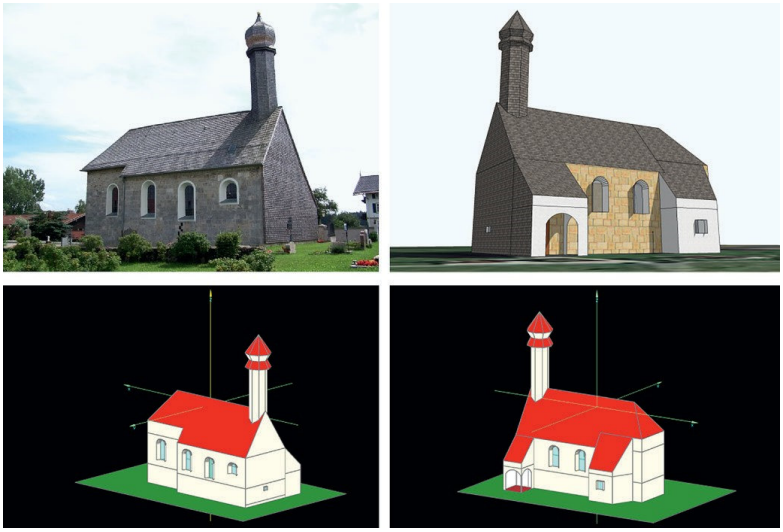


Hygrothermische Simulation

Ansicht Nordseite

3D Modell in CAD

Simulationsmodell in WUFI (Nord- und Südansicht)

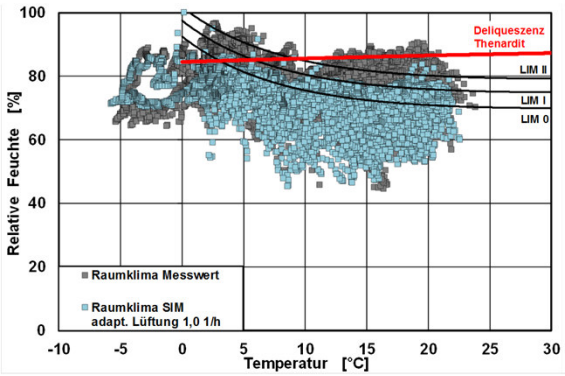


11

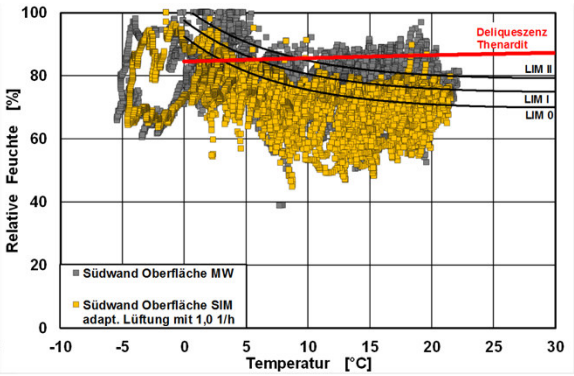
Hygrothermische Simulation – adaptive Lüftung

Simulation und Vergleich mit Messwerte 2012-2013 (Raumklima und Klima Wandoberfläche)

Raumklima mit adaptive Lüftung (LW 1,0 h^{-1})



Wandoberfläche mit adaptive Lüftung (LW 1,0 h^{-1})

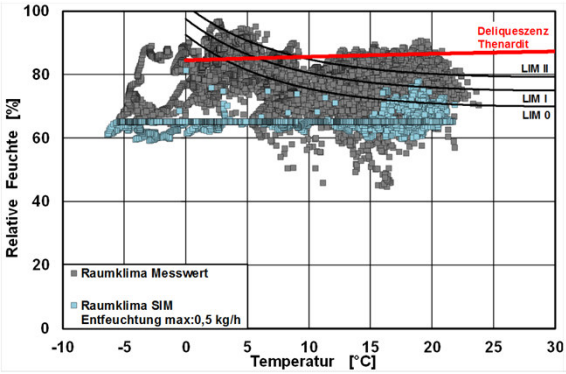


12

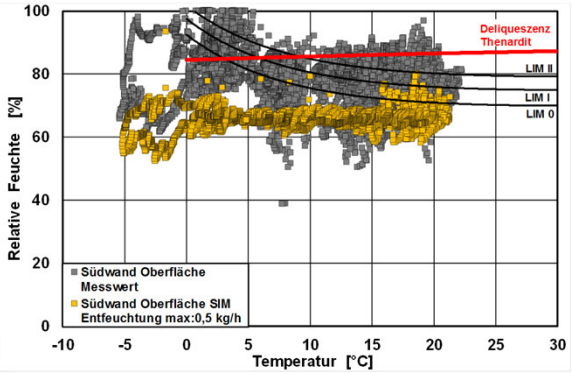
Hygrothermische Simulation - Raumluftentfeuchter

Simulation und Vergleich mit Messwerte 2012-2013 (Raumklima und Klima Wandoberfläche)

Raumklima mit Entfeuchter mit begrenzter Entfeuchtungsleistung



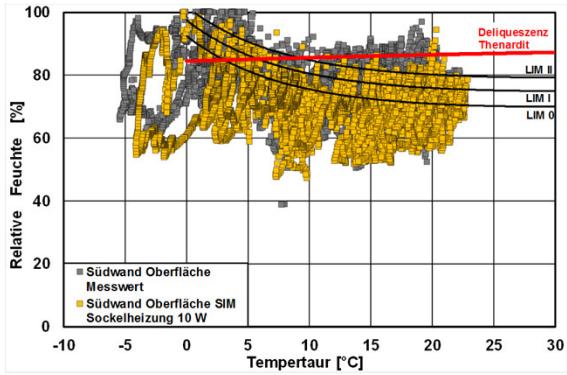
Wandoberfläche (mit Entfeuchter)



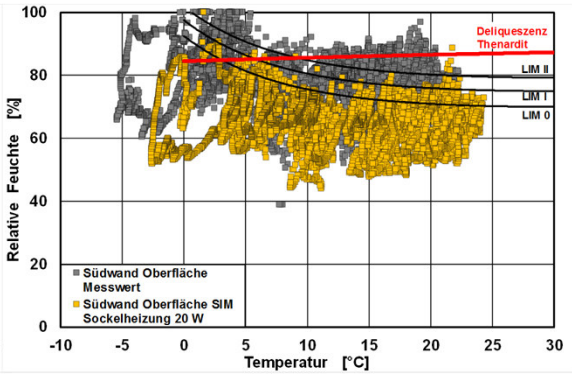
Hygrothermische Simulation - Temperierung

Simulation und Vergleich mit Messwerte 2012-2013 (Wandoberfläche)

Heizleistung Temperierung 10 W/m



Heizleistung Temperierung 20 W/m

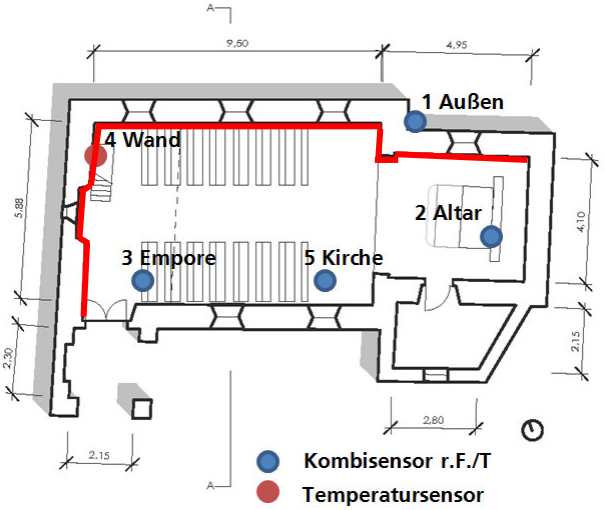


Einbau Bauteiltemperierung 2015

Elektrische Bauteiltemperierung

- Geringe Investitionskosten
- Baulich einfach zu realisieren

- 2 Heizkabel übereinander
- Ca. 30 cm über dem Boden
- Verlegung auf West- und Nordseite



Messkonzept und Verleganordnung der Bauteiltemperierung

Einbau einer elektrischen Bauteiltemperierung 2015

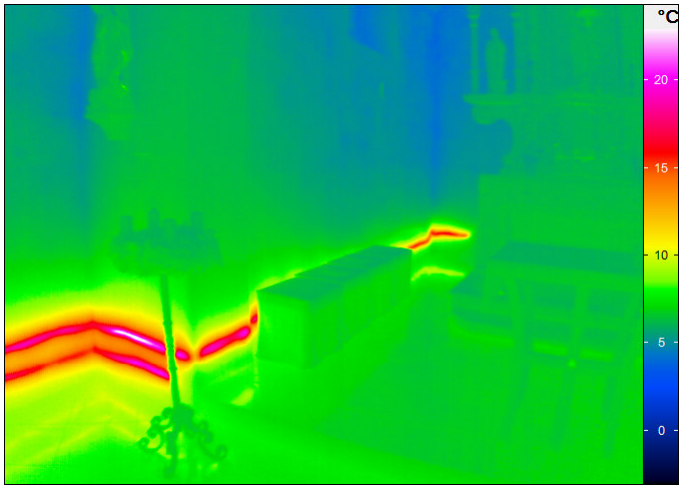
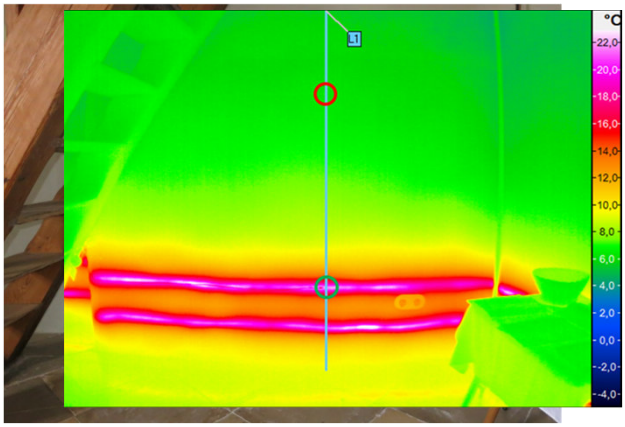
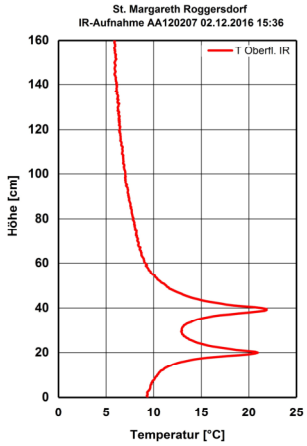


Bild: Fraunhofer IBP 2.12.2016

Elektrische Temperierung vom Eingang über die West- und Nordseite bis zum Altar

Einbau einer elektrischen Bauteiltemperierung 2015





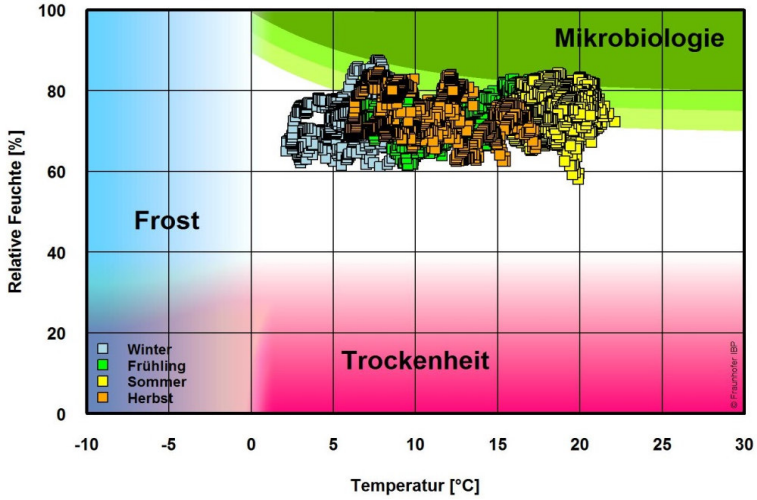
Bild/IR-Bild: Fraunhofer IBP 2.12.2016

Elektrische Temperierung an der Westseite

Vertikaler Temperaturverlauf an der Wandoberfläche

17

Raumklima mit Temperierung 2015 / 2016

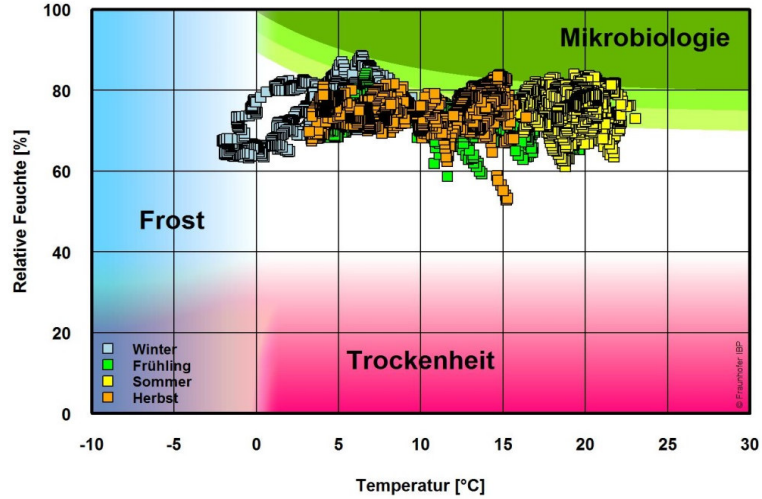


Heiz-Energie Verbrauch: ca. 7700 KWh

Messung am Hochaltar, Mess-Zeitraum von 21. Dezember 2015 bis 26. November 2016

18

Raumklima mit Temperierung 2017 / 2018 – Reduzierung Heizleistung

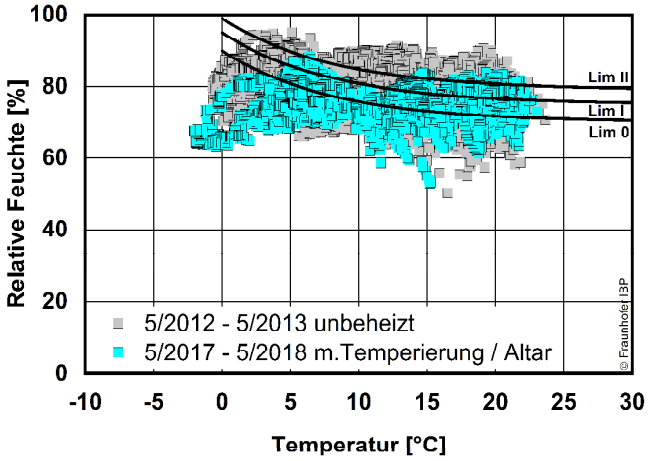


Reduzierung der Heizleistung

Heiz-Energie Verbrauch: ca. 5800 KWh

Messung am Hochaltar, Mess-Zeitraum von 23. Mai 2017 bis 29. April 2018

Vergleich Raumklima: vor und nach Einbau der Temperierung



Fazit

- **Verbesserung des Raumlimas**
  - Die Temperatur wurde nur geringfügig angehoben, im Mittel um ca. 2 °C.
  - Die relative Luftfeuchte sinkt nach der Sanierung von 2015 von rund 79 % RH auf rund 74 % RH im Mittel in 2017.
  - Keine Unterschreitung der Taupunkttemperatur mehr
  - Die Fenster wurden nicht weiter abgedichtet: Die Schwankungsbreite der relativen Luftfeucht wurde jedoch signifikant reduziert.
- **Hygrothermische Simulation geeignet als Prognosetool**
- **Der Kirchenpfleger sagt:**

„ Seit die Temperierung in unserer kleinen Kirche installiert ist, hat sich das Raumklima stark verbessert. Ich öffne die Türen und Fenster jetzt viel seltener zum Lüften, nur noch wenn das Wetter draußen schön warm und trocken ist.“

Vielen Dank!

Dr. Stefan Bichlmair
Tel. +49 8024 643-611
stefan.bichlmair@ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Fraunhofer Str. 10
83626 Valley
www.ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer IBP

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP