

LOKALE BEHEIZUNG THERMISCHER SCHWACHSTELLEN



M. Krus
S. Wurm

© Fraunhofer IBP

offen

1



© Fraunhofer

offen



2

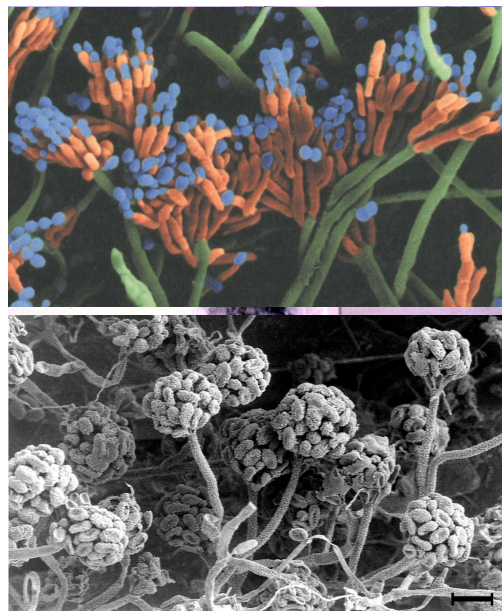
Hintergrund

- Feuchteschäden
(Wasserflecken, Schimmel)
meist an thermischen Schwachstellen
- diese können nicht immer mit sinnvollem Aufwand
saniert werden

→ häufigste Empfehlung:
erhöhtes Lüften

Fragestellung:

Vergleich erhöhtes Lüften versus
lokale Beheizung der Wärmebrücken



© Fraunhofer

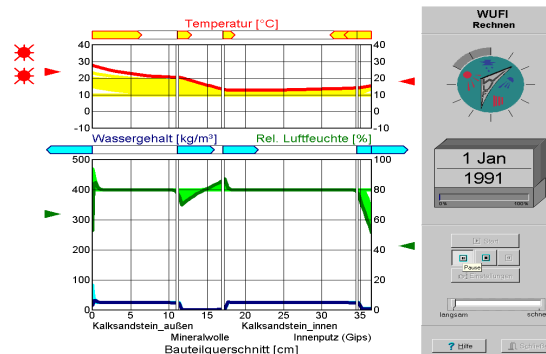
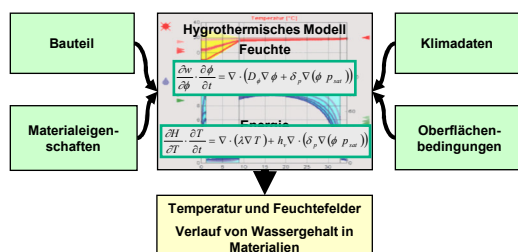
offen

Fraunhofer
IBP

3

Durchführung der Untersuchungen mit WUFI

Instationäre Berechnung von Wärme-
und Feuchtetransportbedingungen mit
realen Klimarandbedingungen zur
Schadensprognose



WUFI®-Plus

WUFI®-2D

WUFI®-Bio

© Fraunhofer

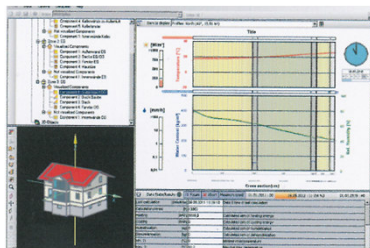
offen

Fraunhofer
IBP

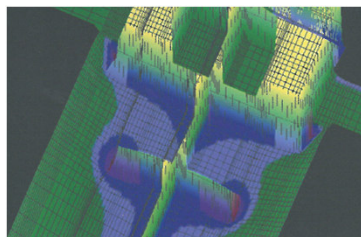
4

Durchführung der Untersuchung mit WUFI

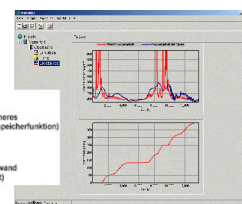
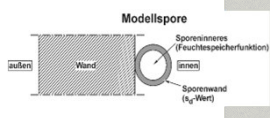
WUFI®-Plus



WUFI®-2D



WUFI®-Bio



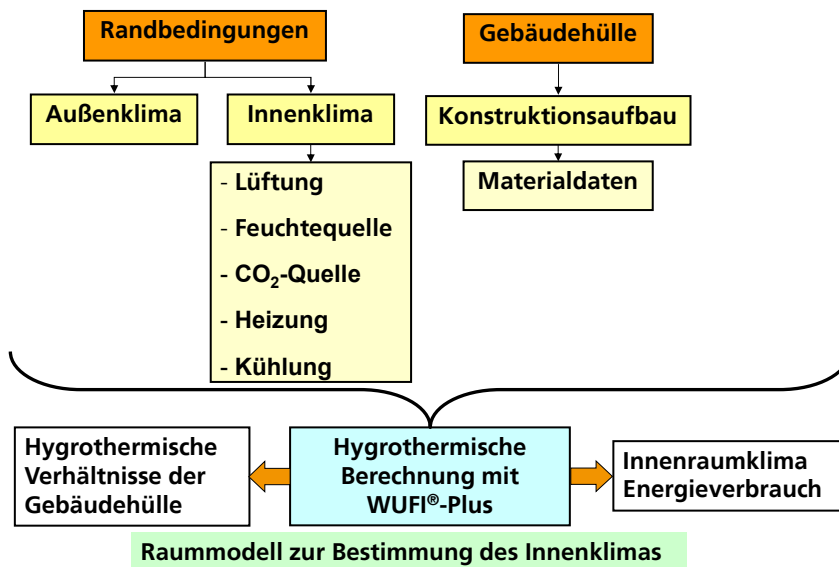
© Fraunhofer

offen

Fraunhofer
IBP

5

Hygrothermisches Raumklimamodell WUFI®-Plus



© Fraunhofer

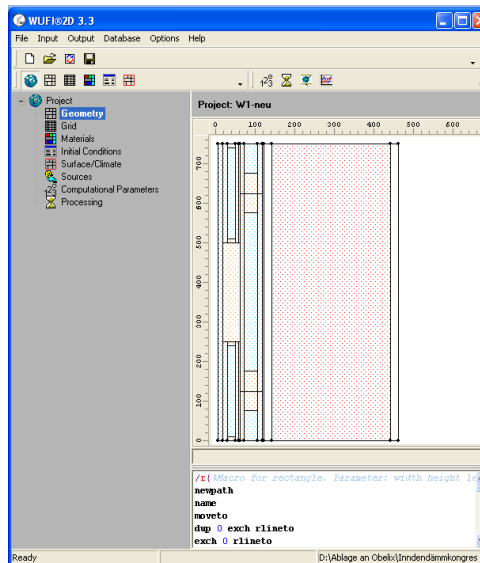
offen

Fraunhofer
IBP

6

Hygrothermisches Berechnungsprogramm WUFI®-2D

zweidimensionales Berechnungsprogramm zur Bestimmung der Oberflächenrandbedingung an der Wärmebrücke

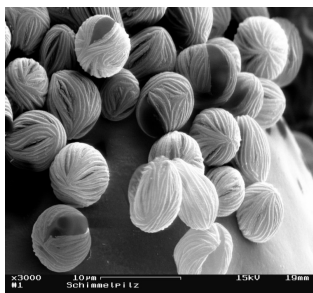


© Fraunhofer

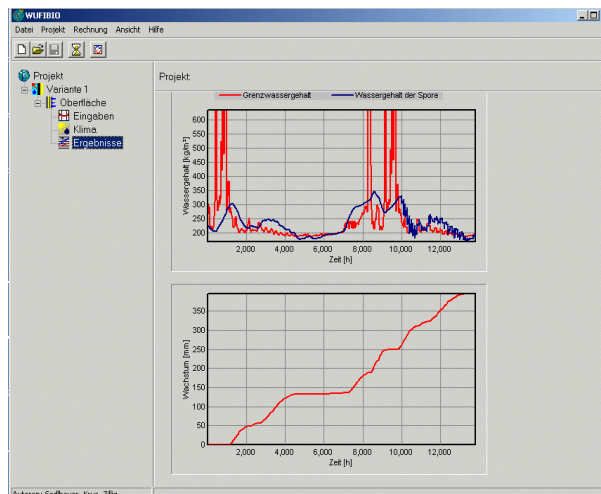
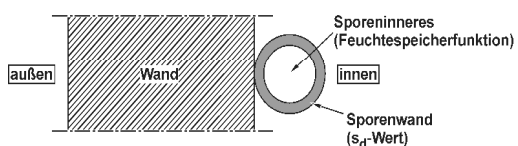
offen

7

Schimmelpilz-Vorhersagemodell WUFI® -Bio



Modellspore



zur Bestimmung des Schimmelpilzwachstumsrisikos an der Wärmebrücke

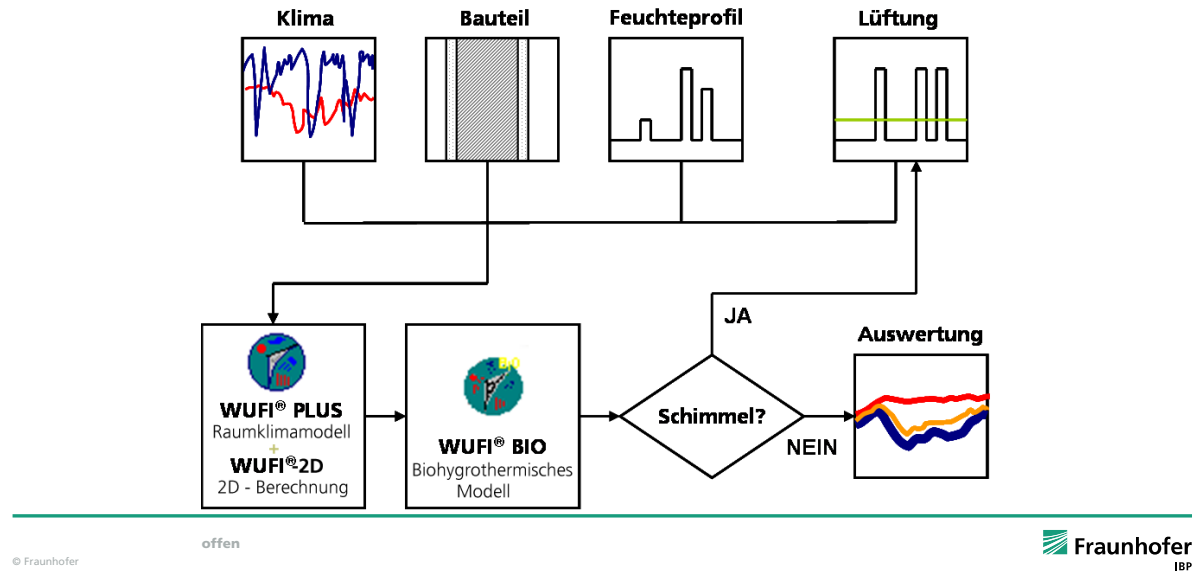
© Fraunhofer

offen

8

Vorgehensweise

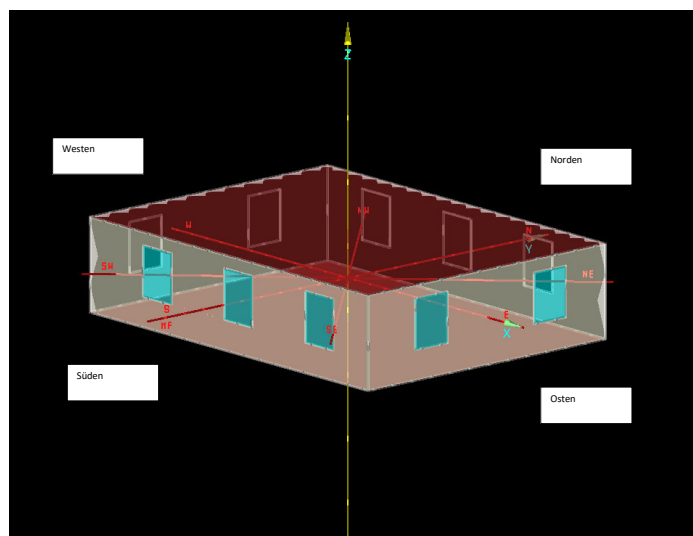
Iterative Ermittlung der erforderlichen Lüftung bzw. Beheizung zur Schimmelpilzvermeidung



9

Randbedingungen

- Modellwohnung, 100 m² mit 2 Erwachsenen und 2 Kindern
- Altbau, mittig in mehrgeschos-sigem Mehrfamilienhaus (Ziegelmauerwerk, U-Wert Wand 1,1 W/m²K; U-Wert Fenster 2,7 W/m²K)
- Außenklima
Hof, Würzburg, Freiburg
- Heizung mit 25 kW



10

Randbedingungen

Uhrzeit	Tätigkeit	Feuchtemenge einschließlich Wäschetrocknung und Pflanzen [g]
22:00 bis 06:00 Uhr	4 Personen schlafend	2.320
06:00 bis 07:00 Uhr	Duschen, vier Personen anwesend	1.150
07:00 bis 08:00 Uhr	Kaffee/Tee kochen, vier Personen anwesend	475
08:00 bis 09:00 Uhr	vier Personen anwesend	350
09:00 bis 16:00 Uhr	Wohnung nicht belegt	1.050
16:00 bis 18:00 Uhr	zwei Personen anwesend (Kinder)	500
18:00 bis 19:00 Uhr	Kochen, vier Personen anwesend	825
19:00 bis 20:00 Uhr	Duschen zwei Personen, Geschirr spülen, vier Personen anwesend	1.035
20:00 bis 21:00 Uhr	Schlafen zwei Personen (Kinder), zwei Personen anwesend	320
21:00 bis 22:00 Uhr	Duschen zwei Personen, zwei Personen (Kinder) schlafend, zwei Personen anwesend	730
Gesamtmenge		8.755

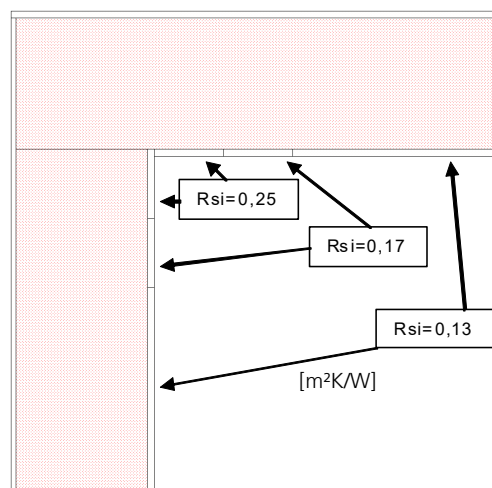
© Fraunhofer

offen



11

Betrachtete Wärmebrücken: Außenwandkante



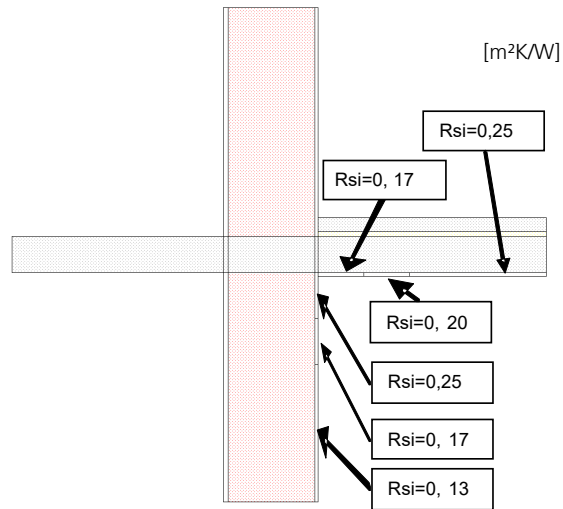
© Fraunhofer

offen



12

Betrachtete Wärmebrücken: Balkonplatte

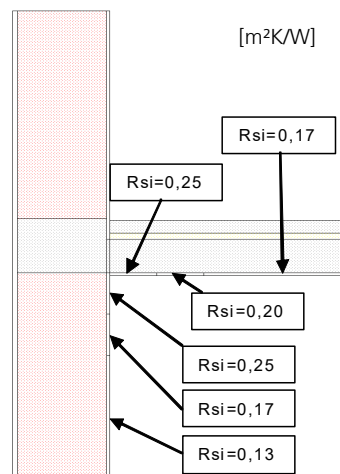


© Fraunhofer

offen

13

Betrachtete Wärmebrücken: Geschossdeckenaufleger



© Fraunhofer

offen

14

Schimmelpilzvermeidung

Erhöhtes Lüften

- Ausgangsluftwechsel $0,3 \text{ h}^{-1}$
- Erhöhung in Schritten von $0,1 \text{ h}^{-1}$ bis kein Schimmelwachstum



Einsatz von Heizkabeln

- nach Bedarf 10 ; 15 ; 20 W/m
- keine Leistungsregelung
- Betrieb September bis März



© Fraunhofer

offen

15

Ergebnisse

Luftwechsel [h ⁻¹]	Außenwand- kante	Balkonplatte	Geschoss decke	Wärmeverluste durch Lüftung [kWh]
Hof				
0.3	Schimmel	Schimmel	Schimmel	2.637
0.4	Schimmel	Schimmel	Schimmel	3.518
0.5	Schimmel	Schimmel	kein Schimmel	4.399
0.6	Schimmel	kein Schimmel		5.280
0.7	kein Schimmel			6.162
Würzburg				
0.3	Schimmel	Schimmel	Schimmel	2.216
0.4	Schimmel	Schimmel	Schimmel	2.954
0.5	Schimmel	Schimmel	Schimmel	3.692
0.6	Schimmel	kein Schimmel	kein Schimmel	4.430
0.7	kein Schimmel			5.168
Freiburg				
0.3	Schimmel	Schimmel	Schimmel	1.969
0.4	Schimmel	Schimmel	Schimmel	2.623
0.5	Schimmel	Schimmel	kein Schimmel	3.278
0.6	kein Schimmel	kein Schimmel		3.931

© Fraunhofer

offen

16

Ergebnisse

Wärmebrücke	Heizleistung [W/m]	Länge [m]	Anzahl [Stück]	Einsatz- zeitraum [h/a]	Gesamt- heizleistung [kWh/a]
Außenwandkante	15	2,8	2	5.124	430
Balkonplatte	10	5,0	1	5.124	256
Geschossdecken- auflager	10	12,0	1	5.124	615

© Fraunhofer

offen



17

Ergebnisse Vergleich Heizkabel – Lüften

Energiebedarf

Wärme- brücke	Lüftungsmehrbedarf gegenüber Luftwechsel 0,3 h ⁻¹						Heizkabel
	Standort Hof [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Würzburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Freiburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Alle drei Standorte [kWh]
Außenwand- kante	3.525	0,7	2.952	0,7	1.962	0,6	430
Balkon- platte	2.643	0,6	2.214	0,6	1.962	0,6	256
Geschoss- decken- auflager	1.762	0,5	2.214	0,6	1.309	0,5	615

© Fraunhofer

offen



18

Ergebnisse Vergleich Heizkabel – Lüften

Energiebedarf

Wärme- brücke	Lüftungsmehrbedarf gegenüber Luftwechsel 0,5 h ⁻¹						Heizkabel
	Standort Hof [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Würzburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Freiburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Alle drei Standorte [kWh]
Außenwand- kante	1.763	0,7	1.476	0,7	653	0,6	430
Balkon- platte	882	0,6	738	0,6	653	0,6	256
Geschoss- decken- auflager	0	0,5	738	0,6	0	0,5	615*

*nur Standort Würzburg

© Fraunhofer

offen

 **Fraunhofer**
IBP

19

Ergebnisse Vergleich Heizkabel – Lüften

Primär-Energiebedarf

PE-Faktor Öl/ Gas: 1,1

Strom: 1,8

Wärme- brücke	Lüftungsmehrbedarf gegenüber Luftwechsel 0,3 h ⁻¹						Heizkabel
	Standort Hof [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Würzburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Freiburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Alle drei Standorte [kWh]
Außenwand- kante	3.878	0,7	3.247	0,7	2.158	0,6	775
Balkonplatte	2.907	0,6	2.435	0,6	2.158	0,6	460
Geschoss- decken- auflager	1.938	0,5	2.435	0,6	1.440	0,5	1110

© Fraunhofer

offen

 **Fraunhofer**
IBP

20

Ergebnisse Vergleich Heizkabel – Lüften

Primär-Energiebedarf

PE-Faktor Öl/ Gas: 1,1

Strom: 1,8

Wärme- brücke	Lüftungsmehrbedarf gegenüber Luftwechsel 0,5 h ⁻¹						Heizkabel
	Standort Hof [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Würzburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Standort Freiburg [kWh]	Luft- wechsel [h ⁻¹]	Alle drei Standorte [kWh]
Außenwand- kante	1.940	0,7	1624	0,7	718	0,6	775
Balkonplatte	970	0,6	811	0,6	718	0,6	460
Geschoss- decken- auflager	0	0,5	811	0,6	0	0,5	1110

© Fraunhofer

offen

 **Fraunhofer**
IBP

21

Zusammenfassung

- rechnerischer Vergleich des Energieverbrauchs zur Schimmelpilzvermeidung
- Altbaumodellwohnung mit Luftwechselrate 0,3 h⁻¹
- drei Standorte (Hof; Würzburg; Freiburg)
- an allen drei Standorten und Wärmebrückenarten geringerer Energieverbrauch bei el. lokaler Beheizung
- gilt auch bei Grundluftwechselrate von 0,5 h⁻¹
- mit Ausnahme des Geschossdeckenaufagers gilt dies auch für den Primärenergieeinsatz
- beim Einsatz eines Heizkabels muss Brandgefahr berücksichtigt werden (z.B nicht hinter Möbeln)
- Grundsätzlich ist aber eine Vermeidung/Dämmung der Wärmebrücken die bessere Lösung

© Fraunhofer

offen

 **Fraunhofer**
IBP

22