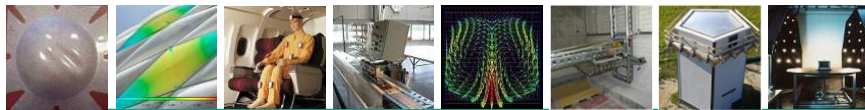


Lokale Beheizung thermischer Schwachstellen

M. Krus, S. Wurm



Fraunhofer
IBP

1

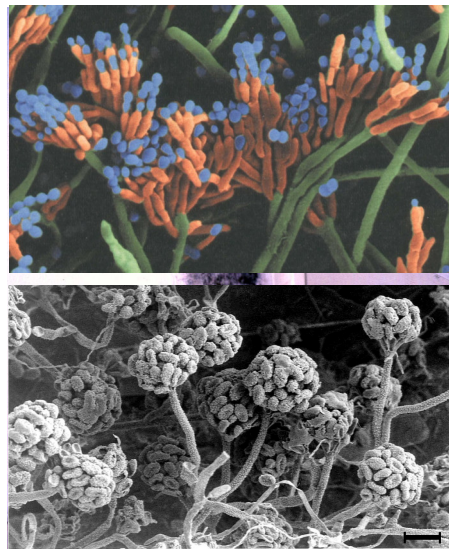
Hintergrund

- 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

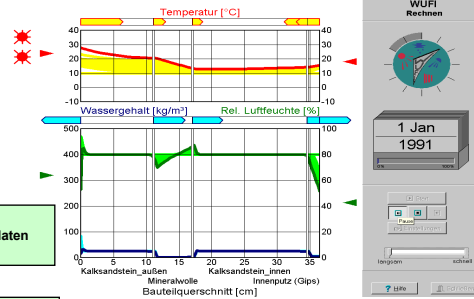
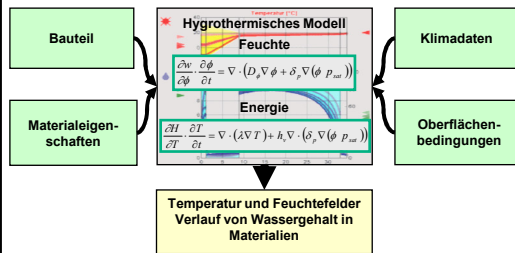


Fraunhofer
IBP

2

Durchführung der Untersuchungen mit WUFI

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

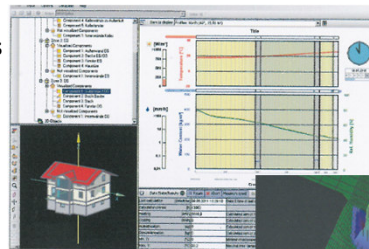


WUFI®-Plus
WUFI®-2D
WUFI®-Bio

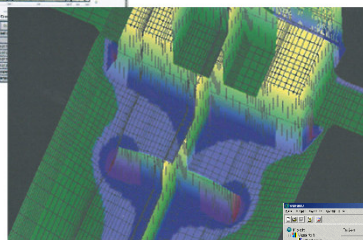
3

Durchführung der Untersuchungen mit WUFI

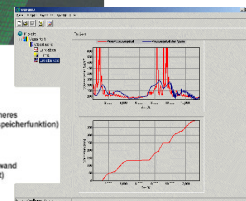
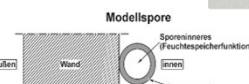
WUFI®-Plus



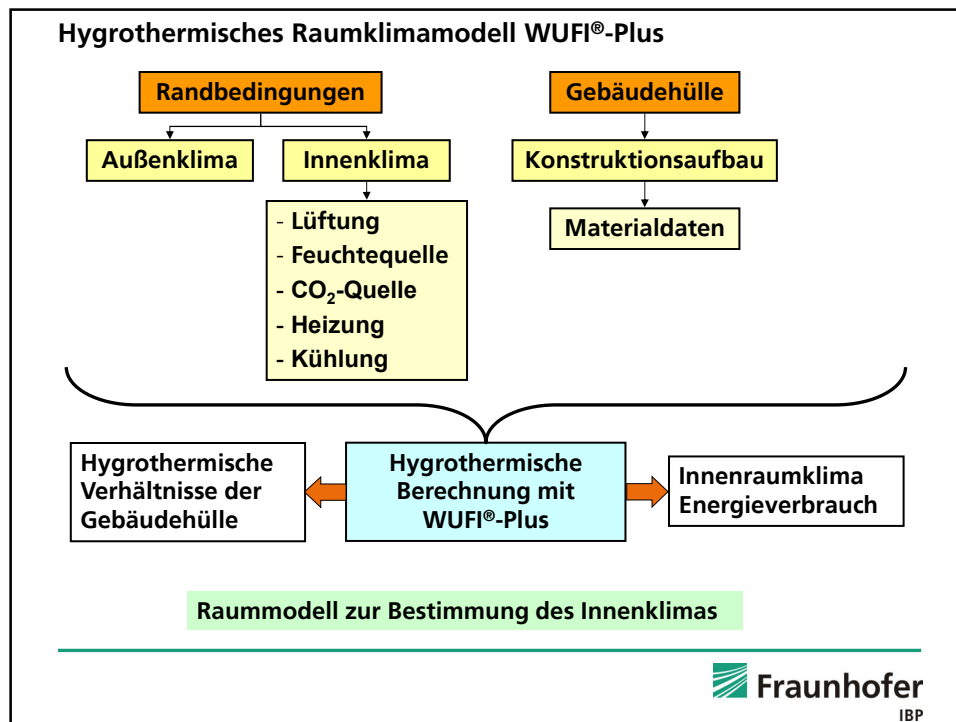
WUFI®-2D



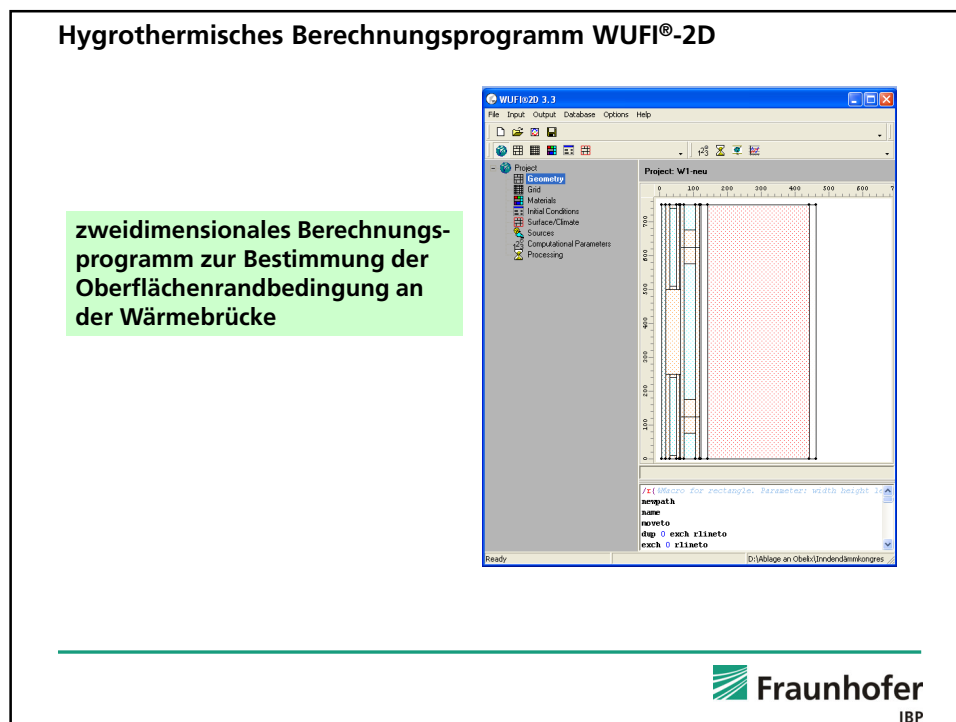
WUFI®-Bio



4

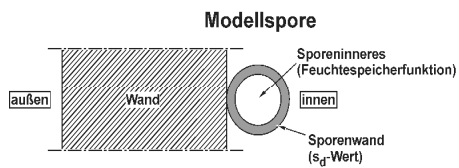
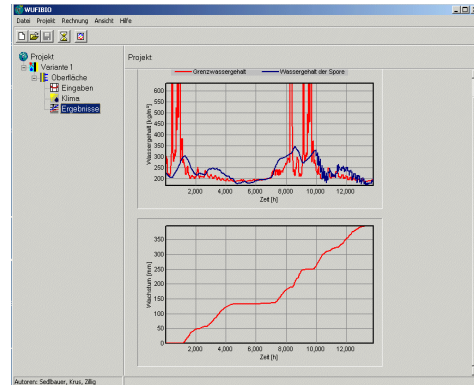


5



6

Schimmelpilz-Vorhersagemodell WUFI® -Bio

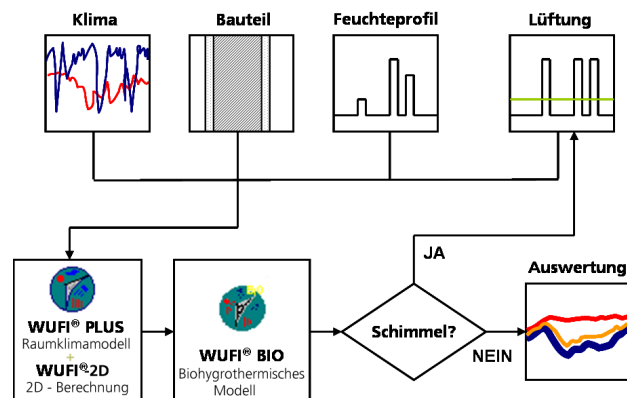


zur Bestimmung des Schimmelpilzwachstumsrisikos
an der Wärmebrücke

7

Vorgehensweise

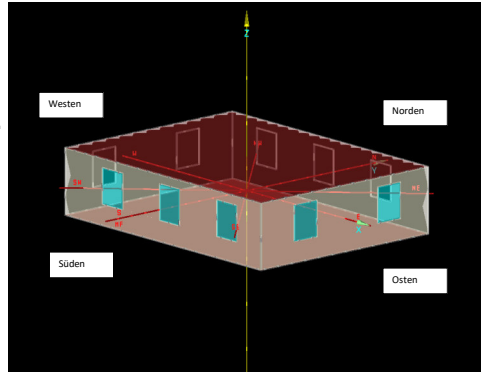
Iterative Ermittlung der erforderlichen Lüftung bzw. Beheizung
zur Schimmelpilzvermeidung



8

Randbedingungen

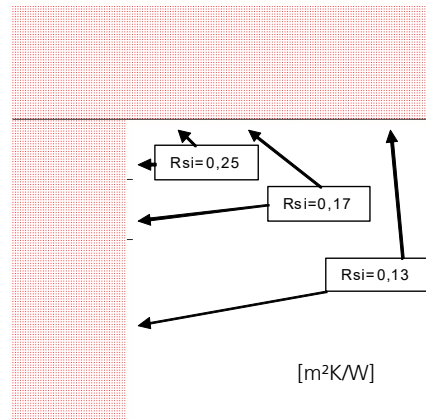
- Modellwohnung, 100 m² mit 2 Erwachsenen und 2 Kindern
- Altbau, mittig in mehrgeschos-sigem Mehrfamilienhaus (Ziegelmauerwerk, U-Wert Wand 1,1 W/m²K; U-Wert Fenster 2,7 W/m²K)
- Außenklima Hof, Würzburg, Freiburg
- Heizung mit 25 kW



Randbedingungen

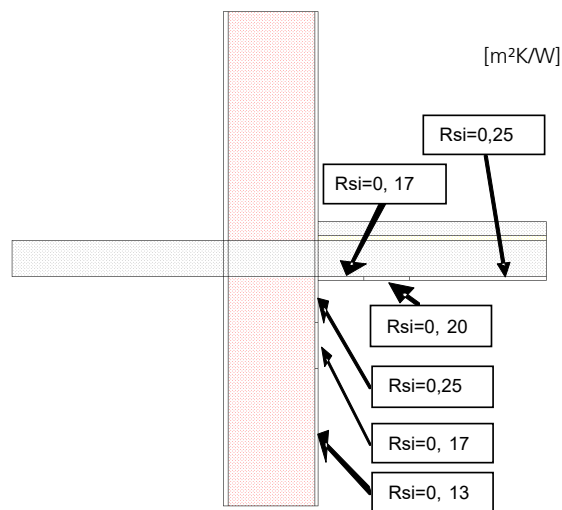
Uhrzeit	Tätigkeit	Feuchtemenge einschließlich Wäschetrocknung und Pflanzen [g]
22:00 bis 06:00 Uhr	4 Personen schlafend	2.320
06:00 bis 07:00 Uhr	Duschen, vier Personen anwesend	1.150
07:00 bis 08:00 Uhr	Kaffee/Tee kochen, vier Personen anwesend	475
08:00 bis 09:00 Uhr	vier Personen anwesend	350
09:00 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

Betrachtete Wärmebrücken: Außenwandkante



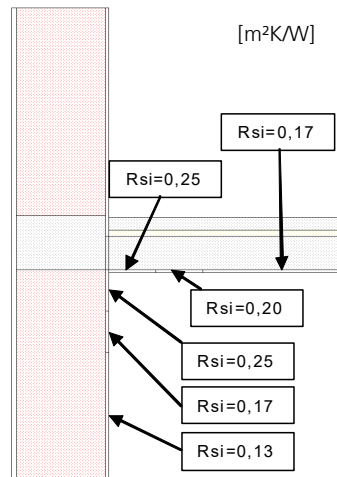
11

Betrachtete Wärmebrücken: Balkonplatte



12

Betrachtete Wärmebrücken: Geschossdeckenaufleger



13

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



14

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

15

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

16

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

17

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]
Außenwan- dkante	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

18

Ergebnisse Vergleich Heizkabel-Lüften

Primär-Energiebedarf
PE-Faktor Öl/ Gas: 1,1
Strom: 2,6

Wärme- brücke	Lüftungsmehrbedarf gegenüber Luftwechsel $0,3 \text{ h}^{-1}$						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	1.120
Balkonplatte	2.907	0,6	2.435	0,6	2.158	0,6	666
Geschoss- decken- auflager	1.938	0,5	2.435	0,6	1.440	0,5	1.599

Zusammenfassung

- rechnerischer Vergleich des Energieverbrauchs zur Schimmelpilzvermeidung
- Altbaumodellwohnung mit Luftwechselrate $0,3 \text{ h}^{-1}$
- drei Standorte (Hof; Würzburg; Freiburg)
- an allen drei Standorten und Wärmebrückenarten
geringerer Energieverbrauch bei el. lokaler Beheizung
- gilt auch bei Grundluftwechselrate von $0,5 \text{ h}^{-1}$
- 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