EffTecSo-modIn

Energieeffiziente Modernisierung eines Quartiers – keine Energiewende ohne Bestandsbetrachtung / -analyse

EWB - Projektleitertreffen, WS Gebäude
am 24.11.2021 (online)

Datum: 24.11.2021
Vortragender: Ian Dralle

BHT Berliner Hochschule für Technik

Studiere Zukunft

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Eff:Tec[So]-modIn

Energieeffiziente Modernisierung eines Quartiers

Förderkennzeichen	03EGB0012A, 03EGB0012B, 03EGB0012C, 03EGB0012D
Projektlaufzeit	07/2018 bis 06/2022
Projektpartner	Berliner Hochschule für Technik (ehem. Beuth), Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (IRB), Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES GmbH), Postbaugenossenschaft München und Oberbayern eG
Projektart	Innovationsprojekt

Fragestellungen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- Primärenergieeinsparung im Bestand
  - Bezug: Klimaschutzprogramm: Reduktion THG um 40 % gegenüber 1990

<u>Ansatz</u>:

- Grundtemperierung der Gebäudehülle
- Berücksichtigung der Behaglichkeitskriterien
- Auswirkungen auf das Gebäude
- Soziale Akzeptanz der Nutzer
- Wirtschaftlichkeit

Abb.: Renatablock in München, Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo

Methodik

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- Bestandsdatenanalyse
- Theoretische Analyse
- Aufbau eines Reallabors als Versuchswohnung eines Wohngebäudes (Messungen Behaglichkeitsparameter, Wärmemengenzählung der verschiedenen Heizsysteme, Thermografie)
- Strömungssimulation (CFD)
- Energetische Gebäudesimulation (IDA ICE, Solar Computer)
- Berücksichtigung Aspekte der Nutzerakzeptanz bei Ausführung (Fragebögen, Interviews)

Bestandsanalyse

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

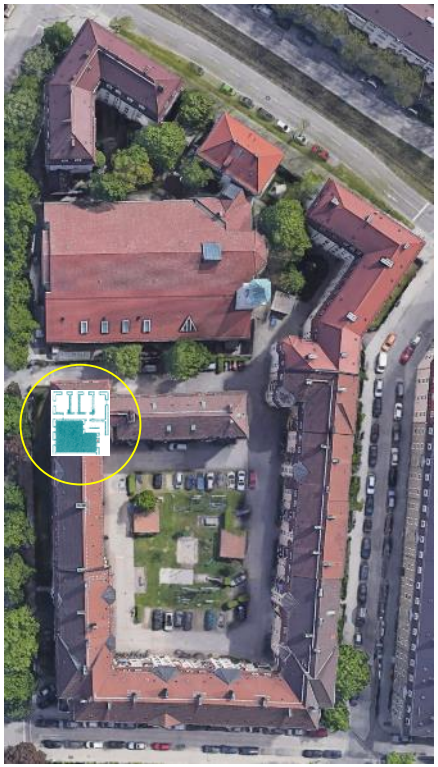


Abb.: Luftbild Renatablock München;
Quelle: Google Earth

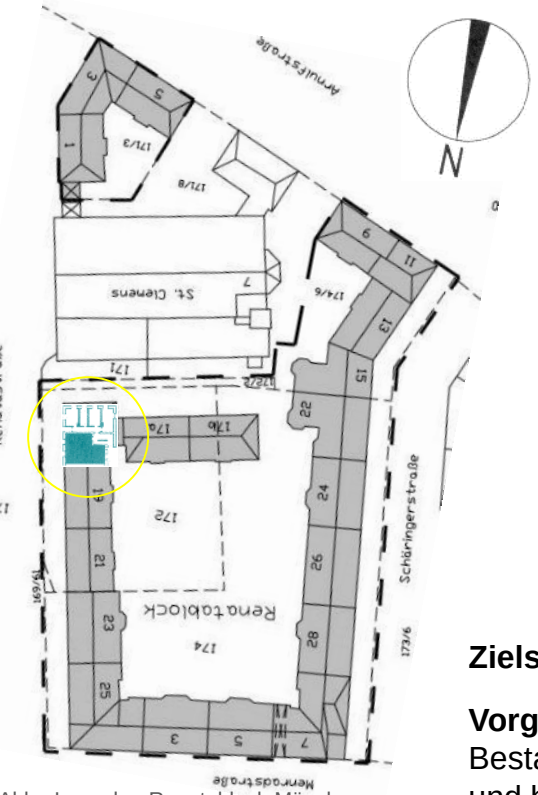


Abb.: Lageplan Renatablock München;
Quelle: Postbaugenossenschaft München und Oberbayern eG

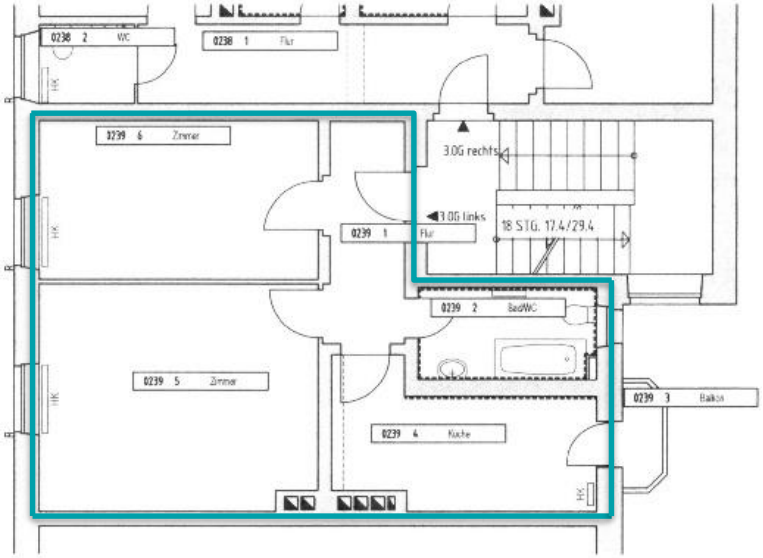


Abb.: Referenzwohnung; Quelle: EffTecSo, Prof. K.Biek

Zielstellung: Abbildung des Gebäudes im IST-Zustand

Vorgehensweise: Begehung, Aufmaß, Abgleich mit Bestandsplänen, Fotodokumentation, <u>Messung physikalischer und bauphysikalischer Parameter</u>

Ergebnis: Referenz für Berechnungen und Simulationen, Bewertungsgrundlage für Optimierungsmaßnahmen

Auf Grundlage der Referenzanalyse können die einzelnen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen anschließend hinsichtlich ihrer Wirkung und Kosten bewertet werden.

Projektziele

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- Grundtemperierung durch eine thermisch aktivierte Außenwand
- Rohre nahe der Raumseite in der Außenwand
- Keine Außendämmung
- Höhere Behaglichkeit, da höhere Oberflächentemperatur der Außenwand → Vergrößerung der Aufenthaltszone
- Geringe Vorlauftemperaturen

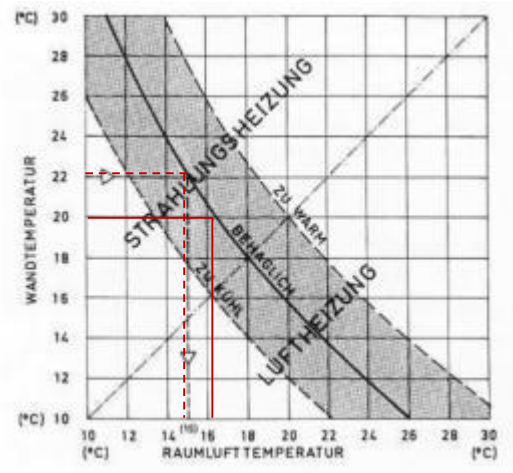


Abb.: Behaglichkeitsdiagramm;
Quelle: Bedford und Liese

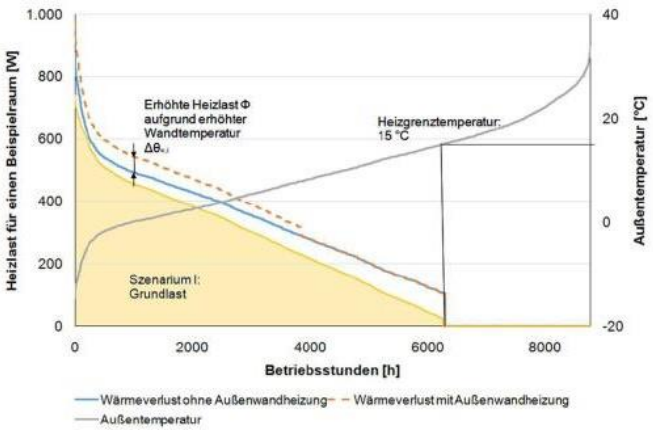


Abb.: Jahresganglinie, Wärmebedarf, Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo, BiB

Wetterdatenanalyse

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Testreferenzjahr (TRY)

		TRY 2015			TRY 2045		
Jahresdurchschnittstemperatur		9,2			11,8		
Maximale Temperatur	°C	30,7			36,4		
Minimale Temperatur		-12,2			-8,5		
Anzahl der Heiztage		270			224		
Stündlich gemittelte Lufttemperatur		Stunden	Tage	Bezogen auf ein Jahr in %	Stunden	Tage	Bezogen auf ein Jahr in %
Unter 15°C		6578	274	75,1	5637	235	64,3
Unter 5 °C		3066	128	35,0	2071	86	23,6
Unter 0 °C		1156	48	13,2	471	20	5,4
Unter -5 °C		174	7	2,0	36	2	0,4
Über 12 °C		3271	136	37,3	4151	173	47,4
Über 15 °C		2149	90	24,5	3088	129	35,3
Über 30 °C		8	0	0,1	81	3	0,9

Tab.: Wetterdatenanalyse Testreferenzjahr (TRY); Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo

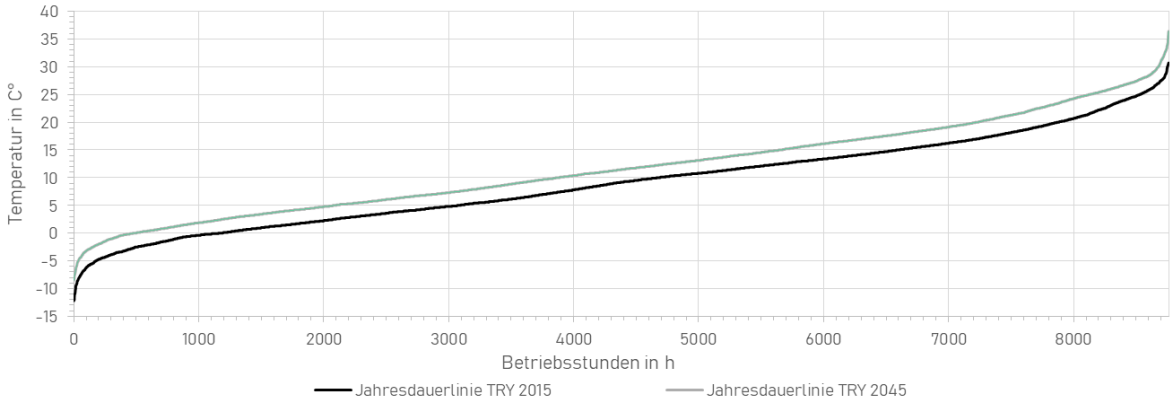


Abb.: Wetterdatenanalyse Testreferenzjahr (TRY); Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo

Simulationen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- Für die Simulationen wurden verschiedene stationäre Szenarien simuliert
- Für die Vorlauftemperatur wurde 35 °C gewählt, damit das System für die Nutzung regenerativer Energiequellen geeignet ist (Teta_VL = 35 °C)
- Szenarien Außenlufttemperatur: gemäß allgemeiner Wetterprognosen eine realistische Extremtemperatur ausgewählt (Teta_e = -5 °C) und eine der Norm für Heizlastberechnung entsprechenden Temperatur (Teta_e = -16 °C)
- Für die Raumlufttemperatur zwei Szenarien (Teta_i = 18 °C, Teta_i = 20 °C)
- mit und ohne Dämmung (Armaflex) hinter Rohr
- Rautherm S (20 x 2 mm)
- Estrich Zement (Überdeckung 40mm)

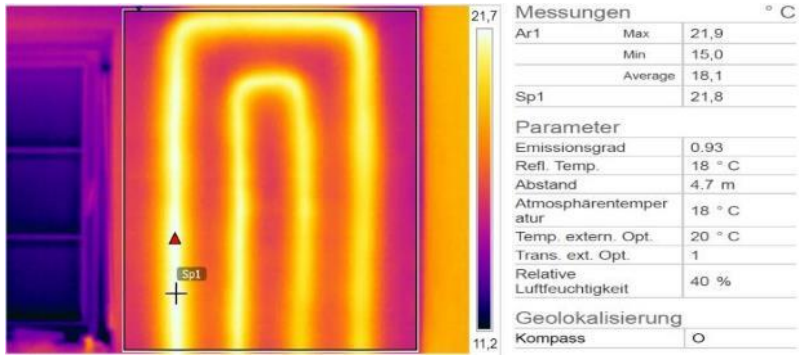


Abb.: Thermografieaufnahme, Winter; Quelle: EffTecSo, Prof. K.Biek

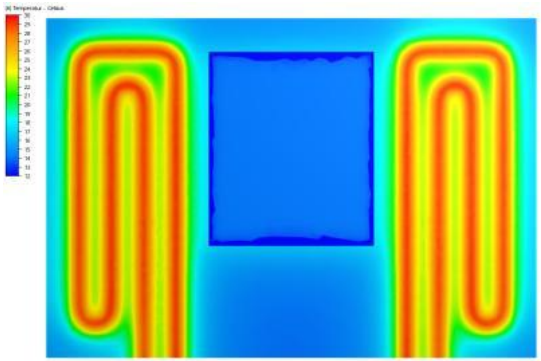


Abb.: Simulation Temperaturverläufe; Quelle: EffTecSo, Prof. K.Biek

Simulationen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Temperaturbereiche

Innenraumlufttemperatur | Außenlufttemperatur	in °C	**18 | -5**			**20 | -5**			**20 | -16**		
Modell		Ohne thermisch aktivierter Außenwand + *EnEV-Fenster*	Mit thermisch aktivierter Außenwand (Teta_VL = **35 °C**) + *EnEV-Fenster*	Mit thermisch aktivierter Außenwand mit Dämmung (Teta_VL = **35 °C**) + *EnEV-Fenster*	Ohne thermisch aktivierter Außenwand + *EnEV-Fenster*	Mit thermisch aktivierter Außenwand (Teta_VL = **35 °C**) + *EnEV-Fenster*	Mit thermisch aktivierter Außenwand mit Dämmung (Teta_VL = **35 °C**) + *EnEV-Fenster*	Ohne thermisch aktivierter Außenwand + *EnEV-Fenster*	Mit thermisch aktivierter Außenwand, (Teta_VL = **35 °C**) + *EnEV-Fenster*	Mit thermisch aktivierter Außenwand, mit Dämmung (Teta_VL = **35 °C**) + *EnEV-Fenster*
Flächengemittelte Oberflächentemperatur Wand	in °C	14,4	22,5	22,2	16,1	23,6	23,3	14,4	22,7	22,3
Flächengemittelte Oberflächentemperatur Fenster		12,2	13,6	13,6	13,7	15,2	15,3	10,9	13,0	13,1
Flächengemittelte Oberflächentemperatur Wand + Fenster		14,0	20,9	20,7	15,7	22,1	21,9	13,8	21,0	20,7
Flächengemittelte Temperatur aller Oberflächen		17,5	18,4	18,3	19,5	20,3	20,2	19,2	20,1	20,1
Rücklauftemperatur		-	32,9	33,1	-	33,0	33,3	-	32,7	33,0
Gesamtwärmeabgabe Wandaktivierung	in W	-	642,4	574,2	-	600,2	535,9	-	680,8	601,7
Nach außen gerichteter Wärmestrom Wand		250,8	-317,2	-297,9	272,6	-252,4	-232,7	392,6	-188,1	-162,3
Nach außen gerichteter Wärmestrom Fenster		88,6	67,7	67,2	96,3	73,9	72,8	138,7	106,9	105,2
Nach außen gerichteter Wärmestrom Fenster + Wand + Fensterlaibung		395,3	**-208,0**	**-186,1**	429,2	**-132,0**	**-110,1**	618,7	**-11,6**	**16,9**
Wärmestrom von Außenseite Außenwand in Richtung Außenluft		269,5	-416,1	-380,3	292,9	-424,4	-396,4	-421,8	-576,4	-520,2
Lüftungswärmebedarf bei $n = 0{,}5$			209,5			227,7			327,9	

Tab.: Simulation der ausgeführten Schlitze; Quelle: EffTecSo, Prof. K.Biek

Reallabor

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Lokalisierung der Versuchswohnung

Abb.: Luftbilder | Außenansichten Renatablock München; Quelle: Google Earth

Reallabor

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Versuchswohnung / Versuchsaufbau

Abb.: Installation Heizung; Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo

Messungen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Thermografieaufnahme (außen)

- Erste Thermografie-Aufnahmen von außen, Referenzwohnung: die oberen Fenster links
- Temperaturunterschied zwischen Brüstungsfläche und Fläche neben dem Fenster 1,2 K (unsanierte konventionelle Wohnung)

Abb.: Außenansicht Referenzwohnung; Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo

Messungen	° C
Sp1	0,3
Sp2	-0,9

Parameter	
Emissionsgrad	0.93
Refl. Temp.	2 ° C
Abstand	15 m
Atmosphärentemperatur	2 ° C
Temp. extern. Opt.	20 ° C
Trans. ext. Opt.	1
Relative Luftfeuchtigkeit	80 %

Geolokalisierung	
Kompass	W

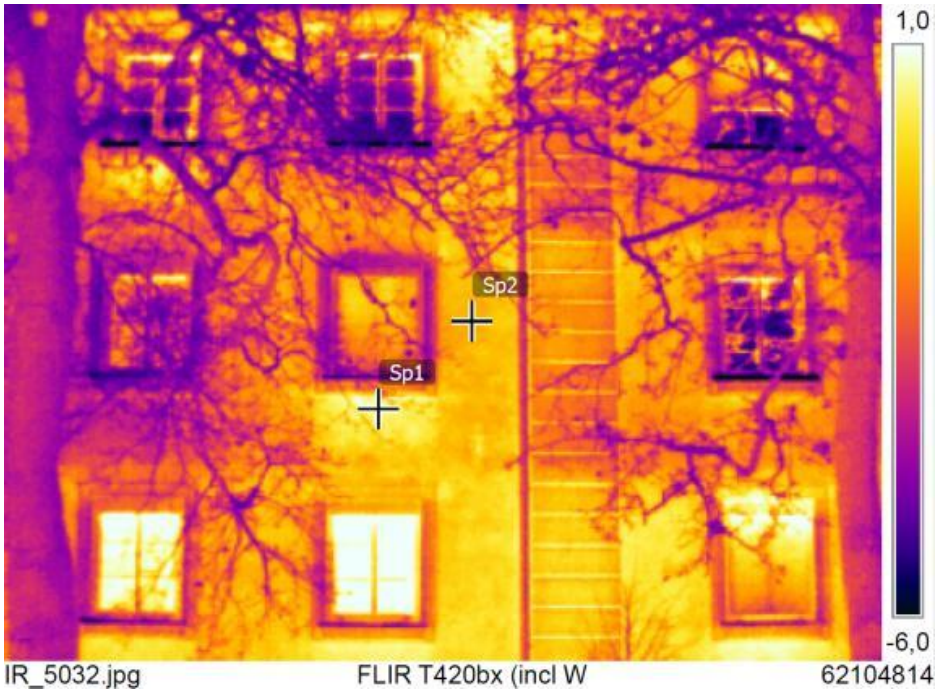


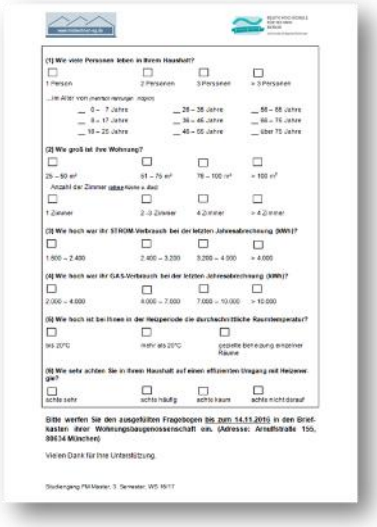
Abb.: Theromgrafieaufnahmen (außen) – Referenzwohnung; Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo

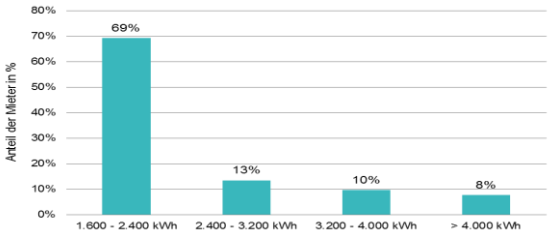
Validierung

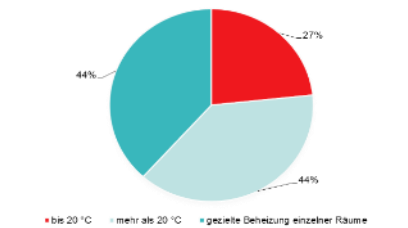
Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

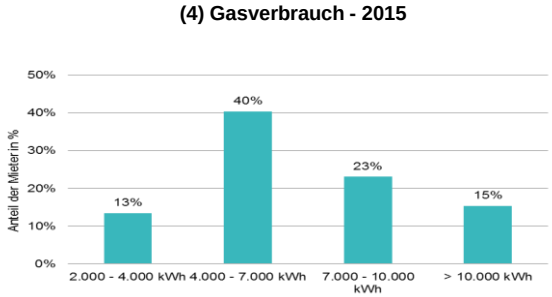
Mieterbefragung

Erhebung Energieverbräuche– als Referenzwerte vom Jahr 2015
Durchführung durch Postbaugenossenschaft und Prof. K. Biek









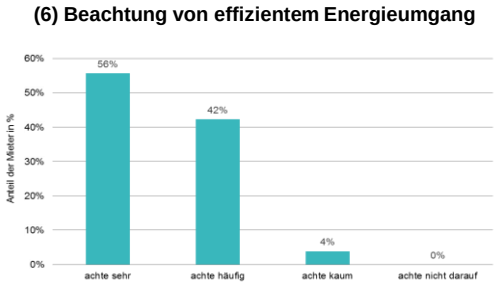


Abb. 1 bis 3: Auswertung 2015

- Strom: 69% der Mieter verbrauchen zwischen 1.600 – 2.400 kWh p.a.
- Gas: 40% der Mieter verbrauchen zwischen 4.000 – 7.000 kWh p.a.
- effizienter Energieumgang findet großen Anklang bei Mieter

Quelle: Beuth Hochschule FM-MA, WS 16/17, Baugenossenschaft München (bptm), U. Brüggerhoff, Prof. K. Biek

Teilergebnisse I

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Analyse der Testreferenzjahre

Vergleich TRY: Jahresdurchschnittstemperatur Steigung um 2,6 °C, TRY2045 nur 36 Stunden im Jahr Temperaturen unter -5 °C; Bezug TRY2015
→ überdimensionierte Heizungen

Klimatischer Wandel lässt eine Leistungsminderung des Heizsystems zu, viele Wärmeverteilsysteme im Bestand müssen für den Einsatz regenerativer Energien angepasst werden
Anstieg der Stunden mit Temperaturen über 30 °C
→ Kühltechniken werden relevanter

	TRY 2015			TRY 2045		
Jahresdurchschnittstemperatur	9,2 °C			11,8 °C		
Maximale Temperatur	30,7 °C			36,4 °C		
Minimale Temperatur	-12,2 °C			-8,5 °C		
Anzahl der Heiztage	270			224		
Stündlich gemittelte Lufttemperatur	Stunden	Tage	Bezogen auf ein Jahr in %	Stunden	Tage	Bezogen auf ein Jahr in %
Unter 15°C	6578	274	75,1	5637	235	64,3
Unter 5 °C	3066	128	35,0	2071	86	23,6
Unter 0 °C	1156	48	13,2	471	20	5,4
Unter -5 °C	174	7	2,0	36	2	0,4
Über 12 °C	3271	136	37,3	4151	173	47,4
Über 15 °C	2149	90	24,5	3088	129	35,3
Über 30 °C	8	0	0,1	81	3	0,9

Tab.: Analyse Testreferenzjahre, Standort München; Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

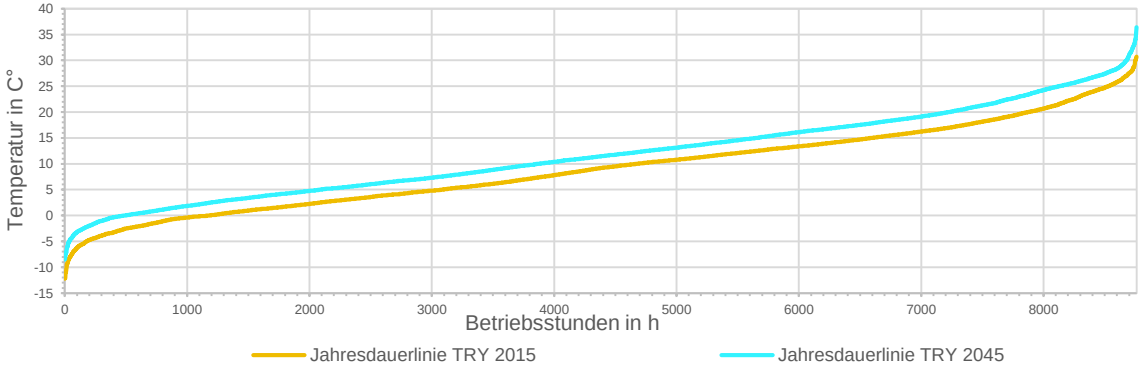


Abb.: Jahresdauerlinie der Testreferenzjahre, Standort München;
Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

Teilergebnisse II

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Analyse der Versuchswohnung

- Bestandsdaten erfasst (Grundrisse, Materialien U-Werte)
- Leitungsverläufe und Systemaufbau simuliert und optimiert
- Realisierung einer Variante im Reallabor
- Hohe Temperaturen im Bereich des konventionellen Heizkörpers
- Geringer Wärmedurchgang im Brüstungsbereich unter Fenster
- Leicht erhöhter Wärmedurchgang in den Flächen der Wandaktivierung
- THG-Einsparpotential mittels IDA ICE simuliert
- Messwerte der letzten Heizperiode müssen zum Teil noch ausgelesen werden

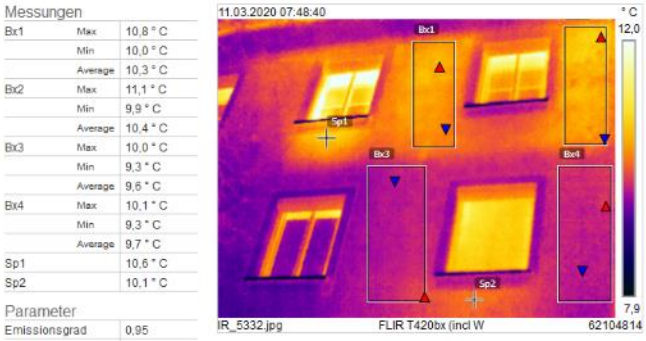


Abb.: Thermografie-Aufnahme Fassade außen;
Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

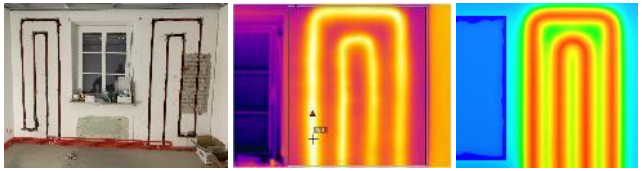


Abb.: Innenansicht Außenwand, Thermografie-Aufnahme innen, CFD-Simulation;
Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

Info und Ausblick

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- Differenzierung zwischen technischen Machbarkeiten und Nutzerakzeptanz
- Relevanz baulogistischer Konzepte und Staubbelastung
- Nutzerorientierte Aufbereitung der technischen Informationen
- Weitere Untersuchungen zum Gebäudebestand zur Verfeinerung der Simulation
- Weiterführende Untersuchungen zu Material und Tragwerk
- Weiterführende Informationen zum Stand unter: www.efftecso-modin.de

Abb.: Nutzerinformation;
Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

Abb.: Flyer EffTecSo-modin;
Quelle: Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

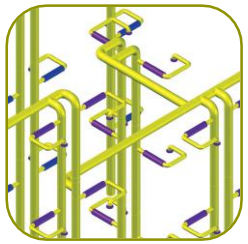
Öffentlichkeitsarbeit

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

- „Energieeffiziente Modernisierung von Quartieren“ – Optimierungsansatz unter gleichwertiger Berücksichtigung von Transfer- und Umsetzungshemmnissen

Abb. 1 - 4: Ansichten des Forschungsobjekts und weitere Projektbeteiligte
Quelle: Google, Prof. K. Biek, EffTecSo-modIn

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: **Prof. Dipl.-Ing. Katja Biek**

Projektbüro – Forum Seestr.
Berliner Hochschule für Technik
Tel: (030) 4504-3817

ian.dralle@bht-berlin.de

Berliner Hochschule für Technik
Tel: (030) 4504-2535
Fax:(030) 4504-66 2535

biek@bht-berlin.de