

Sanierung von drei kleinen Wohngebäuden in Hofheim



Endbericht Gesamtvorhaben

Autoren

Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt:
M. Großklos, N. Diefenbach, A. Enseling, G. Lohmann, U. Hacke

PlanungsgruppeDrei, Mühlal:
S. Reuther, C. Weber

Energie & Haus, Darmstadt:
R. Feldmann

Fördermittelgeber des Forschungsprojekts:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
(über den Projektträger Jülich, PTJ)
und

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung
Förderkennzeichen 0329750V

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Ablauf des Modernisierungsvorhabens	3
2.1	Bestandsbeschreibung	3
2.2	Sanierungsmaßnahmen	4
2.2.1	Allgemeine Sanierungsmaßnahmen	4
2.2.2	Energetische Modernisierung auf drei unterschiedliche Standards	6
2.3	Planungsphasen	9
2.3.1	Bestandsaufnahme	9
2.3.2	Entwurfsplanung	10
2.3.3	Genehmigungsplanung	11
2.3.4	Ausführungsplanung	11
2.4	Bauphase	14
2.5	Haustechnische Anlagen	20
3	Wärmebrücken und Luftdichtheit	28
3.1	Wärmebrücken und Thermografie	28
3.1.1	Berechnung der Wärmebrücken	28
3.1.2	Ergebnisse der Thermografie	32
3.2	Luftdichtheit und Blower-Door-Messungen	38
3.2.1	Luftdichtheitskonzept	38
3.2.2	Erfahrungen bei der Bauausführung	40
3.2.3	Luftdichtheitsmessungen	43
4	Auswertung des Messprogramms	47
4.1	Messaufbau	47
4.1.1	Datenqualität	50
4.2	Ergebnisse	51
4.2.1	Messwerte der Klimastation	51
4.2.2	Verbrauchswerte (Wärme, Warmwasser, Strom)	53
4.2.3	Temperaturen und Raumluftheuchten	60
4.2.4	Fensteröffnung	71
4.2.5	Bilanzierung Heiz- und Anlagentechnik	76
4.2.6	Lüftungsanlagen	79
4.2.7	Betriebsweise der Anlagentechnik und Optimierungsvorschläge	87
4.2.8	GEDT-Elemente und Vakuumdämmung	95
5	Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Begleituntersuchung	101
5.1	Methodisches Vorgehen	101
5.2	Ergebnisse der Untersuchungen	103
5.3	Zusammenfassung	113
6	Vergleich der drei Energiesparstandards	115
6.1	Energiebilanz	115
6.1.1	Berechnung der Energiebilanz	115
6.1.2	Vergleich mit den Messwerten	121
6.1.3	Vergleich mit dem Zustand vor der Modernisierung	137
6.2	Kosten	139
6.2.1	Gesamtkosten	139
6.2.2	Einzelmaßnahmen	142

6.3	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen	143
6.3.1	Referenzuntersuchungen	143
6.3.2	Methodik der Wirtschaftlichkeitsberechnung	145
6.3.3	Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen	148
6.3.4	Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Investors.....	151
6.4	Untersuchung weiterer Maßnahmenpakete.....	156
7	Großelement-Dämmtechnik mit Vakuumdämmung	162
7.1	Aufgabenstellung	162
7.2	Aufbau der Elemente	163
7.3	Herstellung.....	167
7.4	Montage.....	174
7.5	Wärmetechnische Eigenschaften	184
7.5.1	Planwerte.....	184
7.5.2	Tatsächliche Werte unter Berücksichtigung der Bauausführung.....	186
7.5.3	Überblick: Gesamt-U-Werte.....	186
7.6	Ergebnisse des Messprogramms	187
7.7	Kosten.....	188
7.8	Lebenszyklusanalyse.....	189
8	Zusammenfassung.....	192
	Literatur	197
	Anhang I: Wärmebrückenberechnungen.....	199