



ENERGIEBERICHT GEWOBAU – Erlangen

November 2003



Herausgeber: Stadt Erlangen - Amt für Umweltschutz und Energiefragen
GEWOBAU - Erlangen

1 Zusammenfassung

Die Wohnungswirtschaft steht in unserer Region vor großen Herausforderungen. Neben strukturellen Veränderungen ist sie mit der Verantwortung konfrontiert, ihren Beitrag zu einem nachhaltigen Umgang mit den fossilen Ressourcen zu leisten. Auch bei der GEWOBAU-Erlangen wurde erkannt, dass sowohl beim Neubau als auch beim Gebäudebestand neben der Schaffung attraktiver Wohn- und Lebensräume weitreichende Maßnahmen zur Energieeffizienz eine der Zukunftsaufgaben ihres Unternehmens sind.

In letzter Zeit wurde bei der GEWOBAU ein Vielzahl vorbildlicher Projekte realisiert:

- **Seit 1998** umfassende **Modernisierung von 26 Heizöl-Zentralheizungsanlagen** mit Umstellung von Heizöl auf Erdgas (jetzt nur 4 Heizöl-Zentralheizungsanlagen in Betrieb).
- 2002 / 03 Modernisierung des Fernwärme-Verteilungsnetzes und der Heizungstechnik in der ehemaligen Housing-Aerea mit 254 Wohneinheiten.
- **Modernisierung und Sanierung von 59 Wohngebäuden** im Zeitraum **1996 - 1999** mit den Schwerpunkten Erlangen-Süd, Erlangen-West und Erlangen-Bruck /4/.
- 1998/99 Neubau eines Niedrigenergie-Hauses im Siedlungsmodell Röthelheimpark /5/.
- **2000 - 2002 „Anger“-Sanierung** von 45 Wohngebäuden zu „7 I-Häusern“ mit nahezu 1.000 Wohneinheiten.
- Eine **Solaranlage** bei einem Wohngebäude im „Anger“ /7/.
- **2002** Realisierung des „**4 I-Hauses**“ mit BHKW im „Anger“/6/.
- **2002/03 Sanierung von 6 Wohngebäuden** nach dem „Anger-Standard“, jedoch mit 10 cm Außenwand-Wärmeschutz .
- **Ab 2003 Sanierungsprojekt „Erlangen-Ost“** /8/, 37 Wohngebäude mit 538 Wohneinheiten.
- Planung einer **Pilot-Solaranlage** für ein Wohngebäude in Erlangen-Ost.

Neben den genannten Maßnahmen erfolgt für die GEWOBAU

- ein laufendes **Energiemanagement** und –controlling /1/, /2/
- und eine **vertiefte Mieterinformation** zu Fragen des Heizverbrauches und der Heizkostenabrechnung /3/.

Somit haben 167 Wohngebäude mit 3.600 Wohnungen – rd. 45 % des Wohnungsbestandes – ab 2004 einen energetischen Standard, bei dem in absehbarer Zeit kein weiterer Handlungsbedarf gegeben ist.

Für einen nicht unerheblichen Teil des Gebäudebestandes besteht jedoch aus energetischer Sicht immer noch deutlicher Handlungsbedarf. Im Jahr 2001 wurde mit einer von PRO THERM /1/ erstellten Datenbank, die alle zentral beheizten Gebäude der GEWOBAU enthält, die Grundlage für ein einfaches Energiemanagement-System geschaffen. Hierdurch war eine Erstbewertung dieser zentralbeheizten Wohngebäude durch den Vergleich von Ist-Werten mit den Sollwerten möglich. Weiterhin erhält man mit dieser Datenbank einen umfassenden Überblick über den Stand der Energiekennwerte und deren zeitliche Verläufe. Mit der Heizperiode 01 / 02 liegen nun die Verbrauchsdaten von 4 Heizperioden /2/ vor, die für eine umfassende Bewertung herangezogen werden können. Aufgrund der umfangreichen vorliegenden Energiedaten wird eine Gesamtbewertung des GEWOBAU - Wohngebäudebestandes aus energetischer Sicht vorgelegt:

- Bewertung für anstehende Sanierungen und Modernisierungsmaßnahmen
- und Erfolgskontrolle von durchgeführten Maßnahmen, wie Heizungsumstellungen, Gebäudesanierungsmaßnahmen, Heizungsmodernisierungen.

Nachfolgend sind in Tab. 1 die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Für die GEWOBAU ergeben sich aus der Sicht der Energieeffizienz für die Zukunft folgende Schwerpunkte:

- Der durchschnittliche Heizenergieverbrauch bei **78 zentralbeheizten Wohngebäuden** aus den 60er, 70er und 80er Jahren **ohne zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen mit 28 % der Bestands-Wohnfläche** liegt bei rd. **180 kWh/m²,a**. Altersklassenmäßig sind kaum Unterschiede zu erkennen. **Bei anstehenden Gebäudesanierungsmaßnahmen sollten daher immer Wärmeschutzmaßnahmen einbezogen werden.**
- **141 Wohngebäude (22,7 % Wohnfläche des Gebäudebestandes)** aus den 50er Jahren sind noch mit Einzelheizungen und teilweise mit Etagenheizungen ausgestattet und haben einen spez. Heizenergiebedarf von 210 – 230 kWh/m²,a. Bezüglich einer energetischen Sanierung haben diese Wohngebäude höchste Priorität.
- Bei **15 Wohngebäuden in Tafelbauweise (5,4 % der Bestands-Wohnfläche)** erfolgten zwar Ende der 80er Jahre Wärmeschutzmaßnahmen an der Fassade, jedoch liegen die Heizenergiekennwerte (10 Gebäude mit Werten über 160 kWh/m²,a) deutlich über den Sollwerten und dem EnEV-Sanierungs-Zielwert. **Bei anstehenden Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen ist eine detaillierte Untersuchung zur Optimierung des Wärmeschutzes und der Heizungsverteilung erforderlich, um gegebenenfalls Ergänzungsmaßnahmen durchzuführen.**

	Wohn- ein- heiten	Wohn- gebäude	Wohnfläche m ² %	Mittlerer Heizenergie- verbrauch kWh/m ² ,a	Bemerkung
Wärmeschutz-Maßn. bis Ende der 80er Jahre - Zentralheizung	492	15	28.445 5,38	177,5	Energieverbrauch wird dokumentiert
259, 212, 213, 214, 215, 264, 242, 236, 235, 234, 237, 269, 247,250,245					ggf. weiterer Sanierungs- bedarf
„Housing-Aerea“ - Zentralheizung Wärmeschutzsanierung größtenteils erfolgt	254	16	25.187 4,76	140	Energieverbrauch wird dokumentiert. weitere Verminderung durch jetzt abgeschlossene Heizungssanierung
562, 563, 564, 550, 551,554, 552, 553, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 565.					
Neubau 90er Zentralheizung	430	4	28.695 5,42	72	Energieverbrauch wird dokumentiert
325, 323, 324, 322					
Wärmeschutz-Maßn. bis Ende der 90er Jahre - Zentralheizung	969	47	66.766 12,62	102	Energieverbrauch wird dokumentiert
Wärmeschutz-Maßn. bis Ende der 90er Jahre - Etagenheizung	223	12	15.111 2,86	100 - 120	E-Verbrauch- Dokumentation nicht mög- lich
Anger-Sanierung - Zentralheizung	910	45	53.858 10,18	80	Energieverbrauch wird dokumentiert
02/03 Wärmeschutzmaßn. - Zentralheizung	187	6	12.337 2,33	zukünftig rd. 70	Energieverbrauch wird ab 03/04 dokumentiert
111, 166, 196, 218, 219, 139					
Erlangen-Ost Wärmeschutzmaßn. - Zentralheizung	538 (Be- stand)	37	ca. 25.563 ca. 4,83 (Bestand)	zukünftig 68 – 85	Energieverbrauch wird ab 03/04 dokumentiert
Wohngebäude - Zentralheizung - bis jetzt ohne Wärme- schutzmaßnahmen	2112	78	147.728 27,92	179	Energieverbrauch wird dokumentiert
Heizungssanierungen durch- geführt					weiterer energetischer Sanierungsbedarf
ERBA-Siedlung 80er Jahre bautechnisch saniert Etagenheizungen	79	26	5.071 0,96	ca. 160 – 180	E-Verbrauch- Dokumentation nicht mög- lich
Wohngebäude mit Ofen- heizungen	1.898	141	120.378 22,74	210 bis 230	E-Verbrauch- Dokumentation nicht mög- lich
Gesamt	8.092	427	529.140 100	--	

Tab. 1: Energiekennwerte für die einzelnen Gebäudegruppen

Basierend auf den vorhandenen Daten lässt sich der gesamte Jahres-Energieverbrauch für die Heizperiode 01 / 02 ermitteln (s. nachfolgende Tab. 2). Dabei lässt sich nach drei Gebäudegruppen unterscheiden:

- Gebäude mit deutlich verbesserten Energiestandard 26.709 MWh 27,4 %
(rd. 3050 Wohneinheiten, 38 % des Gebäudebestandes)
- Gebäude mit Zentralheizung und Handlungsbedarf 34.715 MWh 35,5 %
(rd. 2.600 Wohneinheiten, rd. 32 % des Gebäudebestandes)
- Gebäude mit Einzelheizungen 36.165 MWh 37,1 %
(rd. 2435 Wohneinheiten, 30 % des Gebäudebestandes)

In den Gebäuden mit deutlich verbesserten Energiestandard werden rd. 27 % des gesamten Energieverbrauchs benötigt, wobei aber der Anteil der Wohneinheiten bei 38 % liegt.

Bei Abschluss der Sanierungsmaßnahmen in Erlangen-Ost reduziert sich der Gesamt-Energieverbrauch weiter um 4 %. Dabei erhöht sich der Anteil der Gebäude mit deutlich verbesserten Energiestandard auf rd. 3600 Wohneinheiten und der Energieverbrauch dieser Gebäudegruppe auf 29.393 MWh, was dann 31,5 % des gesamten Energieverbrauchs entspricht: **45 % der gesamten Wohneinheiten benötigen dann nur 31,5 % des gesamten Heizenergieverbrauchs.**

Fast 70 % des gesamten Energieverbrauchs sind dann den nicht sanierten bzw. teilsanierten Gebäuden mit Zentralheizungen und den Gebäuden mit Einzelheizungen zuzuordnen – mit einem Wohnungsbestand von rd. 4.500 Wohneinheiten.

	Heizenergiever- brauch für Raumheizung MWh/a	Heizenergiever- brauch für Warmwasser MWh/a	Gesamter Heizener- gieverbrauch MWh/a
„Housing-Aerea“	3.728	862	4.590
Wärmeschutz-Maßn. bis Ende der 90er Jahre - Zentralheizung	6.403	2.135	8.538
Wärmeschutz-Maßn. bis Ende der 90er Jahre - Etagenheizung	1.587	303	1.890
Anger-Sanierung	4.309	1.831	6.140
02/03 Wärmeschutzmaßn.	864	370	1.234
Neubau 90er Zentralheizung	2.241	1.139	3.380
ERBA-Siedlung 80er Jahre bautechnisch sanier Etagenheizungen	810	127	937
Gebäude mit verbesser- tem energetischen Stan- dard Zwischensumme	19.942	6.767	26.709
Wärmeschutz-Maßn. bis Ende der 80er Jahre - Zentralheizung	5.235	711	5.946
Wohngebäude - Zentralheizung - bis jetzt ohne Wärme- schutzmaßnahmen	25.074	3.695	28.769
Zwischensumme	30.309	4.406	34.715
Wohngebäude mit Ofen- heizungen	26.480	3.010	29.490
Erlangen-Ost vor Sanierung	5.800	860	6.660
Gebäude mit Einzelhei- zungen nicht saniert	32.280	3.870	36.150
Gesamtsumme	82.531	15.043	97.574

Tab. 2: Heizenergieverbrauch in der Heizperiode 01 / 02 des Gebäudebestandes der GEWO-BAU

2 Bewertung des Gebäudebestandes

Im Jahr 2001 wurde mit einer von PRO THERM /1/ erstellten Datenbank auf Excel-Basis, die alle zentral beheizten Gebäude (damals 128 Gebäude mit 4300 Wohneinheiten, über die Hälfte des GEWOBAU-Wohnungsbestandes) der GEWOBAU-Erlangen enthält, die Grundlage für ein einfaches Energiemanagement-System geschaffen. Hierdurch war eine Erstbewertung der 128 zentralbeheizten Wohngebäude durch den Vergleich von Ist-Werten mit den Sollwerten möglich. Weiterhin erhält man mit dieser Datenbank schnell und aussagekräftig einen Überblick über den aktuellen Stand der Energiekennwerte und deren zeitliche Verläufe. Mit der Heizperiode 01 / 02 liegen nun für die zentralbeheizten Gebäude die Verbrauchsdaten von 4 Heizperioden /2/ vor, die für eine umfassende Bewertung herangezogen werden können. Die Datenbank wird weitergeführt und um neu hinzugekommene Wohngebäude, die eine zentrale Wärmeversorgung erhalten haben, jeweils erweitert.

Aufgrund der umfangreichen vorliegenden Energiedaten ist jetzt eine Gesamtbewertung des GEWOBAU - Wohngebäudebestandes aus energetischer Sicht möglich:

- Bewertung für anstehende Sanierungen und Modernisierungsmaßnahmen
- Erfolgskontrolle von durchgeführten Maßnahmen, wie Heizungsumstellungen, Gebäudesanierungsmaßnahmen, Heizungsmodernisierungen.

Hierzu ist ein Vergleich mit Zielwerten sinnvoll. Die Zielwerte ergeben sich aus der Energieeinspar-Verordnung (EnEV). Die Energie-Einspar-Verordnung gibt zwar als Grenzwerte die Primärenergiekennwerte (Heizwärme + Warmwasser) vor, es lassen sich für die typischen GEWOBAU-Wohngebäude auch Heizenergiekennwerte entnehmen.

Unter Annahme eines durchschnittlichen A/V-Verhältnisses von 0,50 erhält man folgende

EnEV-Primärenergie-Grenzwerte:

- Für **Neubau** **95 kWh/m²,a**
- Für **Sanierung mit 40 % Altbauzuschlag** **133 kWh/m²,a**

Bei Einsatz einer Zentralheizung mit Brennwertkessel (Jahresnutzungsgrad 0,95) ergeben sich nur für die **Heizenergie (ohne Warmwasserbereitung)** folgende entsprechende **Zielwerte:**

- Für **Neubau** **60 kWh/m²,a**
- Für **Sanierung mit 40 % Altbauzuschlag** **85 kWh/m²,a**

Diese Sanierungs-Zielwerte können aber nur bei umfassender Sanierung erreicht werden.

Der gesamte GEWOBAU-Wohngebäudebestand umfasst gegenwärtig 8.092 Wohneinheiten mit einer Wohnfläche von 529.140 m². Dieser Bestand lässt sich auf Grund bisheriger Maßnahmen in folgende Gruppen einteilen:

- 141 Gebäude mit Einzelheizungen, Etagenheizungen – noch nicht saniert
- 78 zentralbeheizte Wohngebäude - bis jetzt ohne zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen
- ERBA-Siedlung , 80er Jahre saniert, mit Etagenheizung
- 15 Wohngebäude in Tafelbauweise, saniert mit Wärmeschutz Ende der 80er/Anfang 90er Jahre
- Neubau der 90er Jahre – 4 Wohngebäude –
- 16 Wohngebäude der ehemaligen „Housing-Aerea“
- 12 Gebäude mit umfassender Wärmeschutzsanierung – bis Ende der 90er Jahre - mit Etagenheizung
- 47 Gebäude mit umfassender Wärmeschutzsanierung – bis Ende der 90er Jahre - mit Zentralheizung
- 45 Wohngebäude im Anger – umfassend saniert
- 6 Wohngebäude 02 / 03 umfassend saniert
- 37 Wohngebäude in Erlangen-Ost, gegenwärtig umfassende Sanierung.

Nachfolgend erfolgt aus energetischer Sicht eine Bewertung des gesamten Gebäudebestandes, basierend auf vorliegendem Datenbestand, d. h. die **witterungsbereinigten Heizenergie-Kennwerte** der Heizperiode 2001 / 02. Dargestellt sind nur Heizenergie-Kennwerte für die Bereitstellung der Raumwärme. Zusätzlich ist noch der Energieverbrauch von 25 – 35 kWh/m²,a für die Warmwasserbereitung zu berücksichtigen.

2.1 Wohngebäude mit Zentralheizung ohne zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen

Insgesamt bestehen 78 zentralbeheizte Wohngebäude der GEWOBAU, bei denen noch keine zusätzlichen Wärmeschutzmaßnahmen erfolgt sind. Die Wohnfläche dieser Gebäude umfasst rund 28 % des gesamten GEWOBAU - Gebäudebestandes. Dabei handelt es sich vor allem um Gebäude aus den 60er, 70er und 80er Jahren.



Abb. 1: Typisches Wohngebäude aus den 70er Jahren „Am Europakanal“

Bei einer erheblichen Zahl dieser Gebäude wurde seit Ende der 80er Jahre die Heizungsanlage saniert, so dass diese Gebäude nahezu alle mit Erdgas-Zentralheizungen ausgestattet sind.

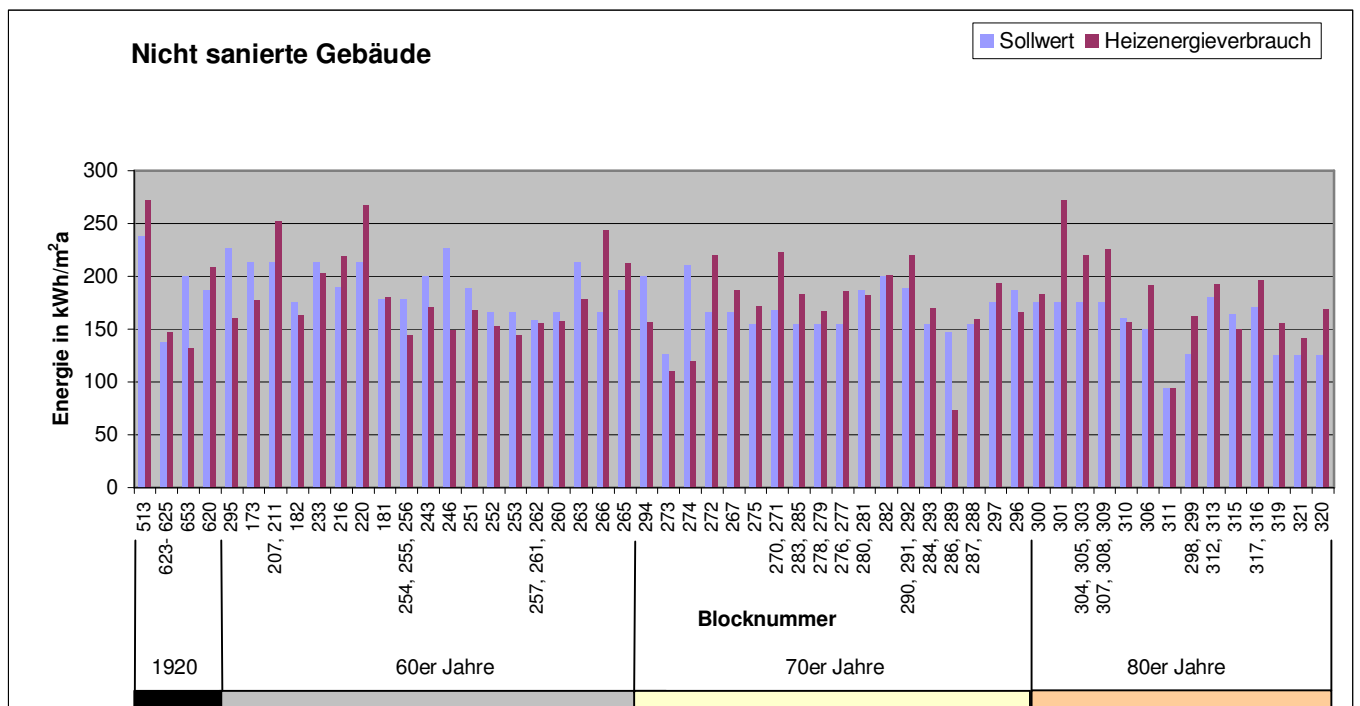


Abb. 2: Spezifische Heizenergiekennwerte (2001/2002) der nicht sanierten Wohngebäude mit Zentralheizung

Der durchschnittliche Heizenergieverbrauch liegt bei rd. 180 kWh/m²,a, wobei für die unterschiedlichen Gebäude-Jahresklassen kaum Unterschiede zu erkennen sind. Der überwiegende Teil der Gebäude hat einen Heizenergieverbrauch von über 150 kWh/m²,a.

Erst bei den drei Gebäuden, die Ende der 80er Jahre erbaut wurden, ergibt sich ein Wert von rd. 150 kWh/m²,a. Zum Vergleich: Der mittlere Heizenergieverbrauch der in den 90er Jahren erbauten GEWOBAU-Gebäude liegt bei 72 kWh/m²,a.

Der Sanierungs-Zielwert von 85 kWh/m²,a wird bei den nicht sanierten Gebäuden immer deutlich überschritten. Der Durchschnittswert liegt um den Faktor 2,15 höher als der Zielwert.

Bei anstehenden Gebäudesanierungsmaßnahmen sollten daher immer Wärmeschutzmaßnahmen einbezogen werden.



Abb. 3: Wohngebäude in der Rhönstr. (80er Jahre)

Bei 3 Objekten mit insgesamt 138 Wohnungen in Büchenbach-West wurde für die Heizperiode 01 / 02 der Heizenergieverbrauch von PRO THERM vertieft untersucht /3/. Hauptziel der Untersuchung war, durch gezielte Beratung der Mieter eine Reduzierung des Heizenergieverbrauchs herbeizuführen und dies anhand der aktuellen Verbrauchswerte nachzuweisen. Bei dem Projekt konnte gezeigt werden, dass Heizenergieeinsparungen von 3,5 % bis 8 % möglich sind. Positiv ist zu vermerken, dass bei dem Objekt (Sollwertüberschreitungen in den letzten Heizperioden von 10 bis 25 %) in der Rhönstr., welches in das Mieter-Sonderprojekt einbezogen war, in der Heizperiode 02/ 03 der Sollwert von $170 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ nahezu erreicht wurde.

2.2 ERBA-Siedlung

26 Wohngebäude der ehemaligen ERBA-Siedlung umfassen 79 Wohneinheiten und wurden in den 80er Jahren bautechnisch saniert. Aus Gründen des Esembleschutzes konnte nur partiell bei den Wänden eine Innendämmung angebracht werden; die Dachdämmung und die Fenster entsprechen dem bautechnischen Stand der 80er Jahre.

Die Gebäude haben meistens nur einige Wohneinheiten. Die Wohnungen sind mit Etagenheizungen ausgestattet, so dass hier keine Heizenergieverbrauchswerte erhoben werden können.

Die Heizenergieverbrauchs-Kennwerte dürften bei **$160 - 180 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$** liegen.

Entscheidungen über weitere wärmetechnische Verbesserungen stehen gegenwärtig nicht an und sind erst langfristig zu treffen. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass ein Teil dieser Gebäude zum Verkauf an Private angeboten wird.

2.3 Wohngebäude mit Einzelheizungen

141 Wohngebäude aus den 50er Jahren mit 1.898 Wohnheiten sind noch mit Einzelheizungen ausgestattet. Der spezifische Heizenergiebedarf dieser Gebäude entspricht dem Bedarf der Wohngebäude am Anger und in Erlangen-Ost vor der Sanierung: **210 – 230 kWh/m²,a**.

Bezüglich einer energetischen Sanierung haben diese Wohngebäude höchste Priorität.

2.4 Wohngebäude mit Wärmeschutzsanierung Ende der 80er Jahre

Diese Wohngebäude sind in den 60er Jahren erstellte Gebäude in Plattenbauweise, welche Ende der 80er Jahre bei den Außenwänden großteils einen Vollwärmeschutz von 6 bzw. 8 cm erhielten. Die Fenster wurden bisher nicht erneuert. Diese Gebäude zeichnen sich dadurch aus, dass bezüglich des Wärmeschutzes bei einigen nur eine Teilsanierung mit aus heutiger Sicht relativ geringen Dämmstoffdicken durchgeführt wurde.



Abb. 4: Wohngebäude aus den 60er Jahren – Tafelbauweise – Ende der 80er Jahre an der Außenfassade mit Wärmeschutz ausgestattet

Bei einigen Gebäuden (259, 242, 264, 247) wurde während der Heizperiode 01 / 02 die Heizung von Öl auf Gas umgestellt, somit können diese Werte nur bedingt herangezogen werden. Vorliegende Werte aus der Heizperiode 02 / 03 liegen für diese Gebäude aber in ähnlicher Größenordnung.

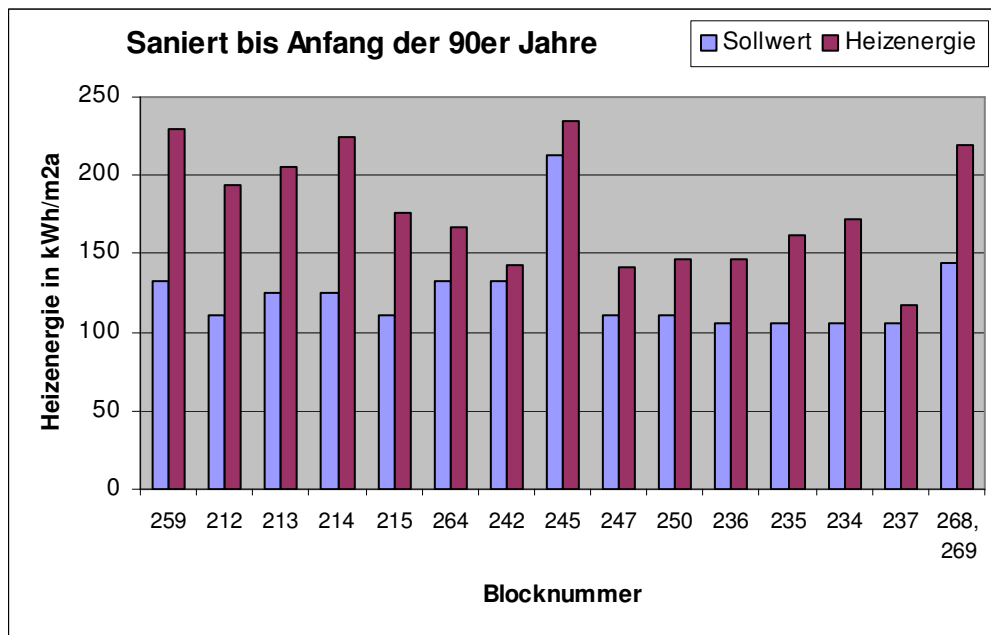


Abb. 5 : Spezifische Heizenergiekennwerte (01 / 02) der bis Anfang der 90er Jahre nicht sanierten Gebäude

Die hohen Heizenergiewerte bei den Gebäuden 213, 214 und 215 sind vor allem durch das Nutzerverhalten bedingt. **Der Mittelwert liegt für die letzte Heizperiode mit 178,5 kWh/m²,a für wärmeschutzsanierte Gebäude relativ hoch.** Alle Sollwerte – basierend auf Daten der Gebäudehülle – von 105 – 145 kWh/m²,a werden großteils deutlich überschritten. **Betrachtet man nur die Blöcke 264 bis 237 erhält man einen Heizenergiewert von rd. 160 kWh/m²,a, der auch noch deutlich über den Sollwerten liegt. Der Zielwert für sanierte Gebäude wird weit überschritten.**

Die Gründe hierfür sind:

- Bei einigen Gebäuden ist der Wärmeschutz teilweise realisiert.
- Bei den Gebäuden mit Erdgas-Heizungsanlagen liegt eine „Einrohr-Heizung“ vor.

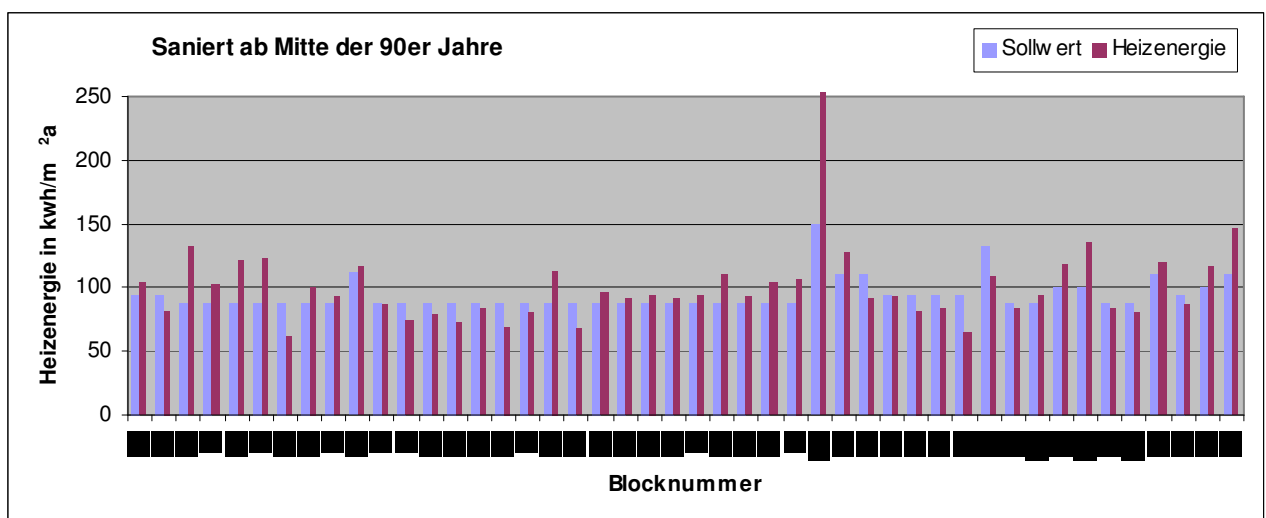
Bei anstehenden Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen ist eine detaillierte Untersuchung zur Optimierung des Wärmeschutzes und der Heizungsanlage erforderlich, um gegebenenfalls Ergänzungsmaßnahmen durchzuführen.

2.5 Wohngebäude der GEWOBAU – saniert von 1996 bis 1999



Abb. 6: Saniertes Wohngebäude in Erlangen-Süd

Im Zeitraum von 1996 bis 1999 wurden vor allem in Erlangen-Süd, Erlangen-Bruck und in Erlangen-West 59 Wohngebäude mit 1192 Wohneinheiten auch weitgehend energetisch mit einem Wärmeschutz der Gebäudehülle (Außenwand 8 cm Vollwärmeschutz, Fenster mit Wärmeschutzverglasung und die oberste Geschossdecke mit 10 cm Wärmedämmung) saniert /4/. Der errechnete Sollwert liegt daher **bei 90 – 110 kWh/m²,a**.



47 dieser sanierten Gebäude werden mit einer neuen Erdgas-Zentralheizung mit Brennkessel betrieben. Fast alle Gebäude mit Zentralheizungen haben einen Verbrauch nahe am Sollwert, nur wenige deutlich darüber – wahrscheinlich bedingt durch das Nutzerverhalten. Es konnten im Durchschnitt Heizenergieeinsparungen von 50 bis 60 % erreicht werden. Der **mittlere Heizenergieverbrauch** liegt bei rd. **102 kWh/m²,a** und damit etwas über dem Sanierungszielwert von 85 kWh/m²,a.

Weitere signifikante Energieeinsparungen sind durch bauliche Maßnahmen nicht mehr erreichbar. Eine ergänzende bauliche Maßnahme wäre die Dämmung der Kellerdecke. Langfristig wären Energieeinsparungen durch Installation von Solarthermie-Anlagen oder Blockheizkraftwerken (BHKWs) möglich, falls entsprechende Räumlichkeiten vorhanden sind.

2.6 Wohngebäude der ehemaligen „Housing-Aerea“

In der ehemaligen Housing-Aerea stehen 16 Wohngebäude mit 254 Wohneinheiten und einer Wohnfläche von 25.187 m². Diese sind an der Außenwand mit einem Vollwärmeschutz mit 8 cm und im Dach mit einer Wärmedämmung ausgestattet. Die Wärmeversorgung erfolgt mit Fernwärme.



Abb. 8: Wohngebäude in der „Housing Aerea“

Der Sollwert liegt bei unter Zugrundelegung des bautechnischen Standards bei 105 kWh/m²,a, etwas über dem Zielwert von 85 kWh/m²,a. Der **mittlere Heizenergieverbrauch**

liegt aber bei rd. **140 kWh/m²,a**, voraussichtlich bedingt durch das alte Fernwärmeverteilungsnetz. **Es ist zu erwarten, dass nach der 2002/03 erfolgten Erneuerung der Fernwärmeverteilung in der Heizperiode 03/ 04 eine Verringerung des Heizenergieverbrauchs eintritt.**

Weitere Einsparungen sind durch bautechnische Maßnahmen kaum möglich. Gegebenfalls sind noch Verbesserungen durch die Dämmung der Kellerdecken erreichbar. Langfristig ist u. U. durch einen Fensteraustausch eine Verbesserung des Wärmeschutzes möglich.

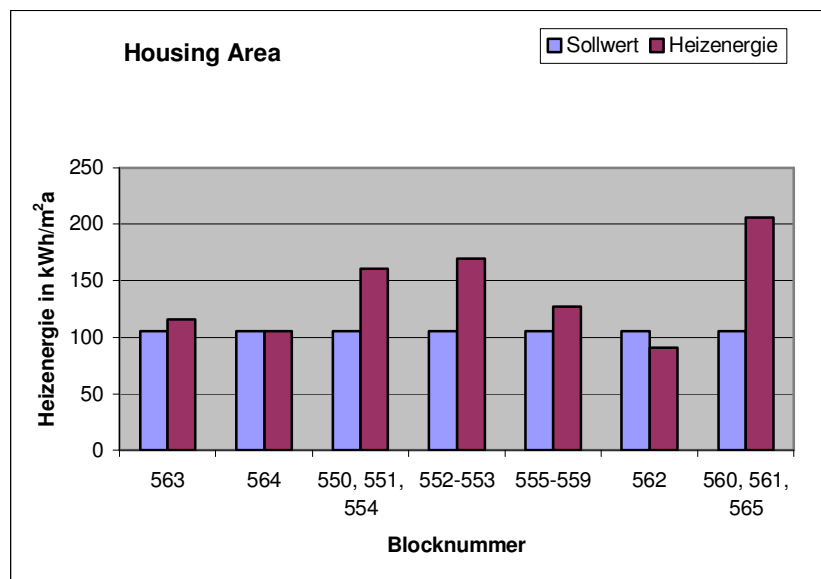


Abb. 9 : Spezifische Heizenergiekennwerte (2001 / 2002) der Wohngebäude in der Housing-Aerea

2.7 Neubau in den 90er Jahren



Abb. 10 : Niedrigenergie-Wohngebäude in der Hartmannstr.

In den 90er Jahren wurden von der GEWOBAU 4 Wohngebäude (2 Gebäude in Büchenbach-West, 1 Gebäude im Röthelheimpark, 1 Gebäude in Erlangen-Bruck) mit 430 Wohneinheiten und einer gesamten Wohnfläche von 28.695 m² errichtet. Sie weisen einen **Heizenergieverbrauch** von **55 bis 92 kWh/m²,a** (ohne Warmwasserbereitung) auf.

Das Gebäude „Hartmannstr.“ (Neues Siedlungsmodell-Röthelheimpark), Block Nr. 325, wurde als Niedrigenergiehaus errichtet und unterschreitet mit einem Heizenergieverbrauch von 45 kWh/m²,a den Zielwert von 60 kWh/m²,a für Neubauten und erfüllt voll die planerischen Vorgaben. Für dieses Gebäude liegt ein ausführlicher Untersuchungsbericht /5/ vor.

Zwei Wohngebäude – Jenaer Str. (Block-Nr. 323), Donato-Polli-Str. (Block-Nr. 322) – liegen mit ihrem Heizenergieverbrauch zwischen den Zielwerten für Altbausanierung und Neubau. Das Wohngebäude in der Domprobststr. (Block-Nr. 324) überschreitet mit 92 kWh/m²,a leicht den Sollwert und etwas den Sanierungszielwert.

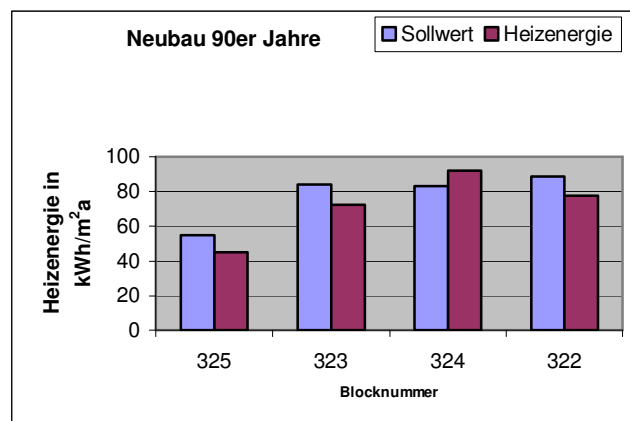


Abb. 11 : Spezifische Heizenergiekennwerte (2001/2002) der in den 90er Jahren errichteten Wohngebäude

Weitere Einsparungen sind durch bautechnische Maßnahmen kurz- und mittelfristig nicht möglich. Langfristig ist u. U. durch einen Fensteraustausch im Gebäude Donato-Polli-Str. eine Verbesserung des Wärmeschutzes möglich.

Aufgrund des guten energetischen Zustands ist langfristig nur in folgenden Bereichen eine Optimierung denkbar:

- Nachrüstung mit Solarthermieanlagen bzw. mit BHKWs
- Anbringung von Photovoltaikanlagen auf den Dächern.

2.8 Wohngebäude „Am Anger“



Abb. 12 : Saniertes Wohngebäude „Am Anger“

Im Zeitraum 2000 bis 2002 sanierte die GEWOBAU den gesamten Wohnungsbestand des Gebietes „Am Anger“ aus den 50er Jahren. Der rechnerische Heizwärmebedarf für dies Gebäude beträgt rd. $70 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$. Schwerpunkte der energetischen Sanierungsmaßnahmen waren:

- Außenwand 8 cm Vollwärmeschutz, WLG 040
- Kunststofffenster mit Wärmeschutzglas

- Kellerdecke 4 cm Dämmung, oberste Geschossdecke 10 cm Dämmung (Dachboden)
- Zentralheizung mit Warmwasserbereitung, Brennwertkessel.

Der sanierte Bestand umfasst jetzt dort 45 Wohngebäude mit 910 Wohneinheiten. Der rechnerische Sollwert für den Heizenergiebedarf beträgt $78 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$.

Der mittlere Heizenergieverbrauch liegt für die erste Heizperiode bei $81 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ und liegt leicht über dem Sollwert. Der Sanierungs-Zielwert von $85 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ wird unterschritten.

Für eine umfassende Bewertung ist es noch zu früh, da der Verbrauch zum Teil noch keine ganze Heizperiode umfasst, zum Teil mehr als eine Heizperiode beinhaltet. Letzteres sind vor allem die Gebäude, deren Verbrauch deutlich über dem Sollwert liegt.

Der Trend zeigt auf jeden Fall, dass durch die umfassende energetische Sanierung der angestrebte niedrige Heizenergieverbrauch erreicht wird.

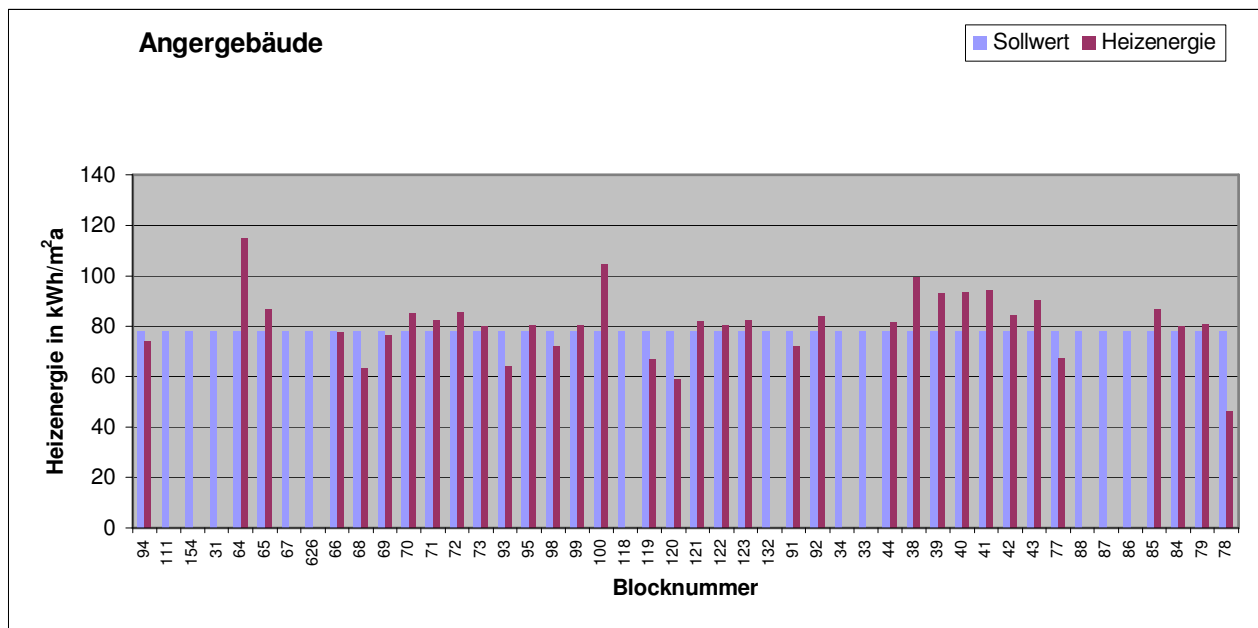


Abb. 13: Spezifische Heizenergiekennwerte (2001/2002) der Wohngebäude im Wohngebiet „Am Anger“

Im Siedlungsgebiet „Am Anger“ wurde zusätzlich ein Gebäude mit 16 Wohneinheiten als „**41-Haus**“ bis Mitte 2002 realisiert. Für dieses Gebäude liegt für die erste Heizperiode ein eigener Erfahrungsbericht vor /6/.

Weiterhin erfolgt in einem Gebäude – Fließbachstr. – die Warmwasserbereitung teilweise mit einer Solarkollektoranlage. Auch hierfür liegt ein eigener Erfahrungsbericht /7/ vor.

Aufgrund der umfassenden energetischen Sanierung im Angergebiet ist langfristig nur in folgenden Bereichen eine Optimierung denkbar:

- Nachrüstung mit Solarthermieanlagen bzw. mit BHKWs
- Anbringung von Photovoltaikanlagen auf den Dächern.

2.9 Sanierung von 6 Wohngebäuden im Jahr 2002 / 03

In den beiden Jahren 2002 und 2003 wurden 6 Wohngebäude aus den 50er und 60er Jahren mit 187 Wohneinheiten umfassend energetisch saniert, ähnlich mit dem energetischen Standard der Anger-Siedlung. Der Vollwärmeschutz an der Außenfassade hat dabei eine Dämmstärke von 10 cm (WLG 040). Die zentrale Wärmeversorgung erfolgt mittels Gasbrennwertkessel mit zentraler Warmwasserbereitung.

Es ist von einem rechnerischen Heizwärmebedarf von $65 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ auszugehen, damit ergibt sich unter Berücksichtigung der Verteilungsverluste und des Jahresnutzungsgrades ein rechnerischer Heizenergiebedarf von rd. $70 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$.

Erste Heizenergiekennwerte werden nach der Heizperiode 03 / 04 ermittelt.

Aufgrund der umfassenden energetischen Sanierung ist langfristig nur in folgenden Bereichen eine Optimierung denkbar:

- Nachrüstung mit Solarthermieanlagen bzw. mit BHKWs
- Anbringung von Photovoltaikanlagen auf den Dächern.

2.10 Sanierungsgebiet Erlangen-Ost

Das Sanierungsgebiet besteht aus 37 Gebäuden mit 538 Wohnungen aus den 50er Jahren. Die Wohnfläche dieses Bestandes umfasst rd. 25.600 m^2 . Die Gebäude wurden bisher punktuell saniert (Etagenheizungen, Erneuerung des Gasnetzes, teilweise Modernisierung der elektro- und sanitärtechnischen Installation etc.). Der hohe Energieverbrauch resultiert aus veralteter Haus- und Gebäudetechnik. Der bisherige mittlere spezifische Heizenergieverbrauch lag bei rd. $230 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$.



Die 2003 begonnene Sanierung umfasst folgende energetische Maßnahmen /8/:

- Zentrale Wärme- und Warmwasserversorgung mit Brennwertkesselanlagen
- Vorrüstung zur nachträglichen Installation von Solarthermieanlagen, Option auf BHKW

- Umfassender Wärmeschutz (Außenwand 10 cm Vollwärmeschutz/WLG 040, Oberste Geschossdecke mit 10 cm Dämmung, Kellerdecke mit 4 cm Dämmung, Fenster mit Wärmeschutzglas (U-Wert-Glas 1,1 W/m²K)

Aufgrund der umfassenden energetischen Sanierung ist langfristig nur in folgenden Bereichen eine Optimierung denkbar:

- Nachrüstung mit Solarthermieanlagen bzw. mit BHKWs
- Anbringung von Photovoltaikanlagen auf den Dächern.

3 Bewertung der Heizenergiekennwerte für die Heizperiode 01 / 02

3.1 Umstellung von Heizöl auf Erdgas

In der Heizperiode 98 / 99 hatten noch 30 Wohngebäude eine Öl-Zentralheizung. Seit der Heizperiode 99 / 00 wurde eine Vielzahl dieser Öl-Zentralheizungen auf moderne Erdgasheizungen mit Brennwertkessel umgestellt, so dass in der Heizperiode 03 / 04 nur noch vier Wohngebäude der gesamten mit Zentralheizungen ausgestatteten GEWOBAU - Wohngebäude mit Heizöl-Zentralheizungen betrieben werden.

Allein durch diese umfangreichen Erdgasumstellungen ist ein wesentlicher Beitrag zur CO₂-Minderung geleistet worden, da der Brennstoff Erdgas rd. 30 % geringere spezifische CO₂-Emissionen aufweist.

Da Gasheizungen einen höheren Nutzungsgrad haben, ist die Umstellung in der Regel mit einem Verbrauchsrückgang von 5 bis 20 % verbunden. Dies ist in vielen Fällen festzustellen. Es sind jedoch noch bei etlichen Anlagen, wo in letzter Zeit eine Heizungsumstellung erfolgte, die nächsten beiden Heizperioden abzuwarten, da erst dann repräsentative Werte vorliegen.

3.2 Gebäude mit Fernwärmeversorgung

Viele Gebäude der ehemaligen Housing-Aerea liegen im Energieverbrauch deutlich über ihren Sollwerten, was auf das vorhandene alte Nahwärmenetz zurückzuführen ist. In der Heizperiode 02 / 03 erfolgte eine Sanierung der veralteten Verteilungsleitungen und der Haustechnik, so dass jetzt jedes Gebäude eine Fernwärmestation besitzt. Die Heizperiode 03 / 04 wird zeigen, ob sich der Heizenergieverbrauch dieser Objekte dadurch normalisiert.

Auch die Gebäude der Langen Zeile – Gebäude in Tafelbauweise und Ende der 80er Jahre mit Wärmeschutz bei der Außenwand versehen - liegen großteils über ihren Sollwerten. Hier konnte die Ursache bis jetzt nicht geklärt werden.

3.3 Gebäude mit zu hohem Energieverbrauch bzw. mit deutlichen Verbrauchsänderungen

Bei **13 Objekten** liegt eine deutliche **Sollwertüberschreitung** vor. Dies war in fünf Fällen schon bei der Heizperiode 00 / 01 beobachtet worden und daher erfolgte hier eine besondere Mieterinformation im Herbst 2002, wobei bei einem Objekt gleichzeitig die Heizungsregelung erneuert wurde. Es bleiben die Ergebnisse der Heizperiode 02 / 03 abzuwarten.

Bei den restlichen Objekten erfolgt im Herbst 2003 eine gesonderte Mieterinformation.

Positiv ist zu vermerken, dass bei dem Objekt (Sollwertüberschreitungen in den letzten Heizperioden von 10 bis 25 %) in der Rhönstr., welches in ein Mieter-Sonderprojekt einbezogen war, in der Heizperiode 02 / 03 der Sollwert von $170 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ nahezu erreicht wurde. Dies ist ein Resultat von entsprechendem Mieterverhalten und der Erneuerung der Heizungsregelung.

Bei **7 Gebäuden** wurden deutliche **Verbrauchssprünge** nach oben festgestellt, im wesentlichen bei Gebäuden mit vor kurzem durchgeführten Erdgasumstellungen.

3.4 Gebäude mit zentraler Warmwasserbereitung

Einschließlich der Wohngebäude „Am Anger“ hatten bis Mitte 2002 81 Objekte eine zentrale Warmwasserversorgung. In der Regel wird der Energieverbrauch für Warmwasser mit der „Heizkostenformel“ über die Summe der bei den einzelnen Wohnungen gemessenen Warmwasser-Jahresmenge bestimmt. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung in der gleichen Größenordnung liegt wie die Zirkulationswärmeverluste. Der typische berechnete Wert für den Energiekennwert nach Heizkostenabrechnung liegt dabei zwischen 30 und $35 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$. Für **10 Objekte wurden aber Werte über $45 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$** ermittelt. Es ist offen, ob in diesen Gebäuden tatsächlich so viel Energie für die Warmwasserbereitung aufgewendet wird, oder ob die Abrechnungsformel zu einer Fehlbeurteilung führt. Feststeht jedoch, dass diese 10 Objekte einen deutlich höheren Warmwasserbedarf als der GEWOBAU-Gebäude-Durchschnitt haben.

Nur in Ausnahmefällen wird bei den GEWOBAU-Gebäuden der gesamte Wärmeverbrauch für die Warmwasserbereitung direkt bei der Heizungsanlage gemessen:

- Donato-Polli-Str. $37 - 39 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ (sehr lange Verteilungsleitungen)
- Dompropst-Str. $35 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ (lange Verteilungsleitungen)
- Hertleinstr. $27 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ (mittlere Verteilungsleitungslänge)

Am Beispiel des Gebäudes in der Hertleinstr. ist zu sehen, dass bei Gebäuden mittlerer Größe der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung unter $30 \text{ kWh/m}^2, \text{a}$ liegen kann.

4 Literaturverzeichnis

/1/ „Ermittlung und Bewertung der Heizenergiekennwerte von 128 zentral beheizten Gebäuden der GEWOBAU“, Dr. Markus Renn/PRO THERM, Erlangen, September 2001

/2/ „Bewertung des Heizenergieverbrauchs in der Heizperiode 2001 / 02“, Dr. Markus Renn/PRO THERM, Erlangen, Juli 2003

/3/ „Verhaltensbezogene Energieeinsparung – Untersuchung am Beispiel von 3 Objekten de GEWOBAU“, Dr. Markus Renn, PRO THERM, Erlangen, März 2003

/4/ „Wohnungsbau in Erlangen – Auf dem Weg zur Energieeffizienz“, Amt für Umweltschutz und Energiefragen/Stadt Erlangen, Erlangen, September 2002

/5/ „Untersuchung zum Heizenergieverbrauch des Gebäudes Hartmannstraße 52 – 84“, Dr. Markus Renn/PRO THERM, Erlangen, Mai 2003

/6/ „Untersuchung zum Heizenergieverbrauch - Heizperiode 02 / 03 - beim 4I-Haus im Anger“, Stadt Erlangen/EStW/GEWOBAU, Erlangen, August 2003

/7/ „Erfahrungsbericht zur Solaranlage beim Wohngebäude Fließbachstr./Anger“, Stadt Erlangen/EStW/GEWOBAU, Erlangen, August 2003

/8/ „erlangen – ost, ein projekt der GEWOBAU“, MP Engineering GmbH, Erlangen, 2002

5 Anhang

1. Mieterbrief
2. Mieterinformation
3. Beispiel für ein Datenblatt