

Projektbericht MFH Kollwitzstraße 1–17 in Nürnberg

Sanierung und Passivhaus-Aufstockung

Dr. Burkhard Schulze Darup

Augrabener 96, D-90 475 Nürnberg, schulze-darup@schulze-darup.de

1 Entwurfsaspekte Städtebau und Gebäude

Die Kollwitzstraße liegt sehr günstig am Rand des Stadterneuerungsgebietes St. Leonhard-Schweinau knapp zwei Kilometer südwestlich der Nürnberger Innenstadt und bedurfte dringend einer Erneuerung. Die wbg Nürnberg als Bauherr sah in der Sanierung unter sozialen und städtebaulichen Aspekten eine wesentliche strukturelle Maßnahme zur Aufwertung des Stadtteils. Eine U-Bahn-Station ermöglicht seit 2008 eine



Verbindung innerhalb von sieben Minuten in die City. Die dreigeschossigen Gebäude geringer Tiefe mit Satteldach umfassten mit ihrer Dreigeschossigkeit vor der Sanierung zusammen 54 Wohnungen, verteilt auf drei Gebäude mit jeweils drei Aufgängen. Statt der gleichförmigen kleinen Dreizimmerwohnungen mit jeweils 58,5 m² Wohnfläche wurden pro Gebäude jeweils sechs Zweizimmerwohnungen mit 57 m² Wohnfläche, Drei- (72 m²) und Vierzimmerwohnungen (87 m²) erstellt. Dabei entstanden in den Erdgeschossen vorwiegend barrierearme Einheiten. Im Bereich des Dachbodens wurden 18 Wohnungen im Passivhaus-Standard mit einem vorgefertigten Holzaufbau in Pultdachform und Flächen zwischen 56 und 79 m² neu erstellt. Statt der Bestandswohnfläche von 3.160 m² stehen jetzt 3.895 m² in den Bestandsgeschossen und zusätzlich 1.229 m² im Dachgeschoss zur Verfügung. Die Fertigstellung erfolgte im Jahr 2009.

2 Energiekonzept und Effizienzkomponenten

Das Energiekonzept sah für die drei bestehenden Sockelgeschosse eine durchgreifende Sanierung unter Einsatz von folgenden Passivhaus-Komponenten vor: Dämmung der Außenwände mit einem Wärmedämmverbundsystem 20 bis 24 cm mit $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$ und einem U-Wert von 0,12 bis 0,16 W/(m²K). Die Kellerdecke konnte auf Grund der geringen Raumhöhe im Keller zum Teil nur mit Dämmdicken von 10 bis 12 cm unterhalb der Decke und 3 bis 4 cm oberhalb der Decke unter dem Estrich versehen werden mit resultierenden U-Werten von 0,20 bis 0,22 W/(m²K). In Teilbereichen konnten erhöhte Dämmdicken eingebaut werden mit einem U Wert um 0,14 W/(m²K). Die Fenster mit einem

hochwärmedämmenden Kunststoffrahmen $U_f = 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ in Verbindung mit Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $\Psi_{\text{Glasrand}} = 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ und g-Wert = 53% erzielten einen resultierenden U_w -Wert von $0,84 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Die Einbauwärmebrücke betrug im Mittel $\Psi_{\text{Einbau}} = 0,025 \text{ W}/(\text{mK})$. Der Heizwärmebedarf für die sanierten Wohnungen beträgt $26 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Die Aufstockung im Dachgeschoss wurde in vorgefertigter Holztafelbauweise erstellt mit einem U-Wert von $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Die Verkleidung erfolgte mittels Vorhangfassade aus Aluminiumwellblech. Die alte Dachkonstruktion wurde entfernt und ein Pultdach mit Sparren aus Brettschichtholz aufgebracht. Die Dachdämmung besteht aus 40 cm Mineralwolle mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ und führt zu einem U-Wert von $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Das Dachgeschoss erhielt passivhaus-zertifizierte Kunststoffenster. Der Rahmen weist einen Wert für U_f von $0,71 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf, die Verglasung $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $\Psi_{\text{Glasrand}} = 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ und einen g-Wert von 53%. Der resultierende U_w -Wert beträgt $0,78 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Der Detailanschluss im Holzrahmen der DG-Wände erfolgte mit 5 cm Überdämmung der Fensterrahmen, um eine möglichst günstige Wärmebrückensituation zu erreichen. Die Einbauwärmebrücke betrug im Mittel $\Psi_{\text{Einbau}} = 0,015 \text{ W}/(\text{mK})$. Der Heizwärmebedarf für die sanierten Wohnungen liegt bei dem Passivhaus-Wert von $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Tabelle 1: Daten der energetischen Berechnung nach EnEV und PHPP

Berechnung nach EnEV (Bezugsfläche A_N)					
Jahresheizwärmebedarf vor Sanierung	152,6	kWh/(m ² a)	Jahresendenergiebed. vor Sanierung	263,9	kWh/(m ² a)
nach Sanierung	26,3	kWh/(m ² a)	nach Sanierung	31,5	kWh/(m ² a)
H_T' vor Sanierung	1,37	W/m ² K	Q_P vor Sanierung	298,3	kWh/(m ² a)
H_T' zulässig gemäß EnEV*	0,70	W/m ² K	$Q_{P\text{zulässig}}$ gemäß EnEV	80,7	kWh/(m ² a)
H_T' nach Sanierung*	0,31	W/m ² K	Q_P nach Sanierung	11,2	kWh/(m ² a)
Prozentuale Unterschreitung der EnEV	56	%	Prozentuale Unterschreitung der EnEV	86	%
Berechnung nach PHPP (Bezugsfläche A_{EB}/Wohnfläche)					
Bereich Bestand EG – 2. OG (3.895 m ²)			Bereich Passivhaus, 6 WE, DG (1.229 m ²)		
Heizwärmebed. vorher	198	kWh/(m ² a)			
Heizwärmebed. saniert	26	kWh/(m ² a)	Heizwärmebedarf	15	kWh/(m ² a)

3 Qualitätssicherung – Wärmebrücken und Luftdichtheit

Die Wärmebrücken wurden detailliert nachgewiesen mit einem ΔU_{WB} von $0,026 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für den Bereich des Bestandsgebäudes und mit einem leicht negativen Wert ΔU_{WB} von $-0,008 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für die Passivhaus-Aufstockung. Bei Fertigstellung des Gebäudes wurde für das Gebäude eine Thermografie durchgeführt. Die Maßnahme diente einerseits zur Qualitätssicherung und als Grundlage der Nachbearbeitung von einzelnen mangelhaften Bereichen. Vor allem erfolgte aber der Nachweis, dass die thermische Hülle des Gebäudes

hinsichtlich der Wärmebrückendetails einen sehr hohen Standard aufweist. Hinsichtlich der Luftdichtheit wurden möglichst einfache Anschlüsse geplant, die für die Handwerker auf der Baustelle möglichst praxisnah ausführbar waren. Ein wichtiger Aspekt der Bauleitung (Durchführung Arch. Hautmann & Wimmer) bestand darin, die Einhaltung dieser Vorgaben zu überprüfen. Zur Qualitätssicherung erfolgten Blower-Door-Tests zu einem Zeitpunkt der Bauabwicklung, an dem die luftdichtenden Ebenen noch erreichbar waren, um Nachbesserungen im Zuge der Messungen ausführen zu können. Darüber hinaus wurden pro Gebäudeaufgang Messungen für den abschließenden Nachweis durchgeführt. Als Ergebnis konnten bei allen Gebäuden n_{50} –Werte unter $0,6 \text{ h}^{-1}$ nachgewiesen werden.

4 Gebäudetechnik – Lüftung

In der Kollwitzstraße wurden zentrale Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung pro Haus installiert mit Lüftungszentralen pro Treppenaufgang im Keller des Gebäudes. Das Lüftungsgerät des Fabrikats Aerex ist jeweils ausgelegt auf ein Luftvolumen von 500 bis 800 m^3 pro Stunde für jeweils acht Wohnungen. Die Wärmerückgewinnung des Gerätes ermöglicht einen Jahresbereitstellungsgrad von über 85 %. Dadurch reduzieren sich die Wärmeverluste für die Lüftung auf etwa $5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Der Frostschutz für den Wärmetauscher des Lüftungsgerätes wird durch ein Vorheizregister sicher gestellt, das in der Außenluftzuführung vor dem Gerät montiert ist. Die Beheizung erfolgt über die zentrale Heizungsanlage des Gebäudes mit einem glykolbefüllten Sekundärkreislauf über einen kleinen Wärmetauscher. Der Verbrauch betrug im Mittel in der ersten Heizsaison $2,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und in der zweiten $2,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und ist in den Verbrauchswerten gemäß Kapitel 7 enthalten. Die Lüftungsanlage wurde für die Nennlüftung nach DIN 1946-6 ausgelegt. Die Abluftmenge im Bad kann bei Bedarf mittels elektrisch verstellbarem Tellerventil erhöht werden. Um eine zu starke „Austrocknung“ der Räume im Winter zu vermeiden, wird die Luftmenge bei Unterschreitung der Außentemperatur von ca. 0°C zentral auf die „reduzierte Luftmenge“ nach DIN 1946-6 gemindert. Die Verteilleitungen der Lüftungsanlage führen als Steigstränge vertikal durch die Badbereiche und sind brandschutzmäßig als L-90-Leitungen ausgeführt. Je Wohnung wird jeweils eine Zu- und Abluftleitung gewählt, um die geforderten Brandschutzklappen in der Lüftungszentrale anbringen zu können und mithin die Wartung zentral ohne Begehen der Wohnungen ausführen zu können. Die horizontale Verteilung innerhalb der Wohnungen erfolgt jeweils von einem Verteilerkasten für Zu- und Abluft mittels Kunststoffrohren mit etwa 90 mm Durchmesser. Die Verteiler fungieren gleichzeitig zur Telefoneschalldämpfung. Die Zuluftelemente wurden als Weitwurfdüsen ausgeführt.

5 Gebäudetechnik – Heizung und Warmwasserbereitung

Die Heizung und Trinkwasserversorgung des Gebäudes erfolgt durch den Anschluss an das Nürnberger Fernwärmenetz, das mit einem rechnerischen Primärenergiefaktor von 0,0 einen hervorragenden Wert aufweist (Berechnungen: 0,1). Eine zentrale Übergabestation sorgt in Verbindung mit einem Warmwasser-Speicherladesystem für einen günstigen



Anschlusswert. Die Leistungsauslegung erfolgte nach dem sommerlichen Warmwasserbedarf. Die erforderliche Heizleistung liegt deutlich niedriger. Die Verteilleitungen für das Heizsystem und für das Warmwasser verlaufen auf der Südseite des Gebäudes unter der Kellerdecke. In diesem letzten Meter der jeweiligen Kellerräume kann die Höhe nochmals ein wenig reduziert werden ohne die Nutzbarkeit stark zu reduzieren. Die Verteilleitungen liegen innerhalb der Wärmedämmung unter der Kellerdecke und werden unterhalb der Leitungen mit insgesamt etwa 10 bis 12 cm Dämmung überdeckt, sodass die Leitungen innerhalb der thermischen Hülle geführt werden können und die Leitungsverluste in diesen Bereichen niedrig gehalten werden. Innerhalb der Wohnungen wurde jeweils ein Verteiler im Flurbereich installiert. Die Leitungen konnten kostengünstig unterhalb des Estrichs verzogen und die Heizkörper mit elektron. Heizkostenverteiler ohne Platzverlust unter den Fenstern angebracht werden.

6 Baukosten und Förderung

Bei einer Gesamtwohnfläche von 3.895 m² in den Bestandsgeschossen und 1.229 m² neu geschaffener Wohnfläche in den Dachgeschossen der drei Gebäude betragen die abgerechneten Baukosten nach DIN 276 für die Kostengruppe 300 brutto 4.683.750 Euro. Das sind pro m² Wohnfläche 914 €. Dieser eher hohe Wert resultiert aus dem umfangreichen Maßnahmenpaket hinsichtlich der Grundrissänderungen, des partiellen Anbaus und der sehr durchgreifenden Sanierungsmaßnahmen bezüglich Schallschutz, Brandschutz sowie der Sanierungsstandards. Für die Kostengruppe 400 betragen die abgerechneten Kosten für Lüftung brutto 348.152,80 €. Das sind pro m² Wohnfläche 68 €. Für Sanitär lag der Betrag bei 461.139,51 € (90 €/m²), für Heizung bei 263.217,62 € (51,40 €/m²) und für die Elektroinstallation ca. 348.400 €. Das entspricht einer Summe von 1.420.885 € (277 €/m²) einschließlich MWSt. Die Gesamtsumme für die Kostengruppen 300 und 400 beträgt brutto 6.104.630 €, das sind pro m² Wohnfläche 1.191 €. Die energetisch bedingten Mehrinvestitionen für den KfW 50 Standard gegenüber KfW 100 liegen für den Bestandsbereich bei 108 €/m² Wohnfläche. Die Mehrkosten im Dachgeschoss für den Passivhaus-Standard gegenüber dem EnEV-Standard betragen 97 €/m² Wohnfläche.

Die Förderung erfolgte sowohl als einkommensabhängige Förderung nach EOF durch den Freistaat Bayern unter der Betreuung des Amtes für Wohnen und Stadterneuerung in Nürnberg als auch durch die KfW als dena-Modellförderung KfW 50 mit Bezug auf die EnEV-Neubauanforderung 2007.

7 Energieverbrauch

Der Heizwärmebedarf (s. Abb. 1) betrug für die Gebäude im ersten Jahr (Mai 2009 bis April 2010) 26 kWh/(m²a) und im Folgejahr 26,4 kWh/(m²a) und ist damit kongruent zu den Berechnungen nach PHPP. Der Verbrauch für die Warmwasserbereitung liegt relativ hoch bei 24 bis 28 kWh/(m²a) zzgl. Verteil- und Zirkulationsverlusten im Nahwärmenetz von 17 bis 18 %. Primärenergetisch ergibt sich eine hervorragende Bilanz auf Grund des

Primärenergiefaktors, der für die Berechnung mit 0,1 angesetzt wurde (nach Angabe der N-ERGIE: 0,0; s. Abb. 3).

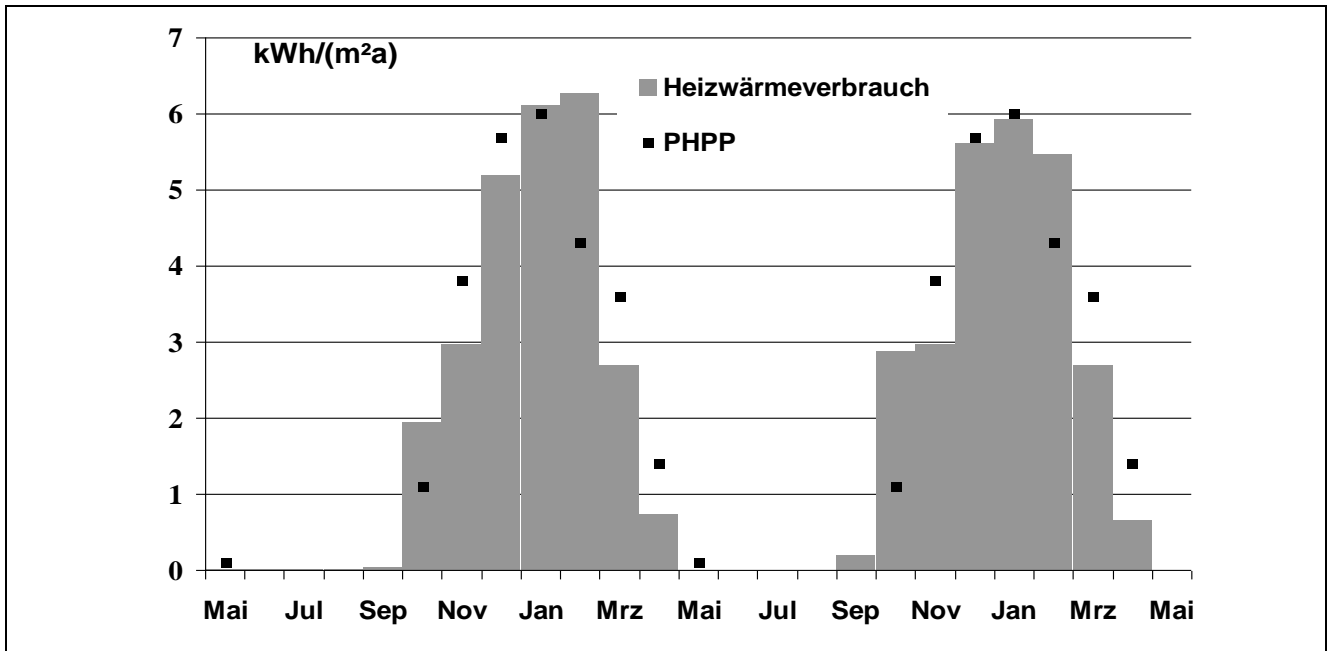


Abbildung 1: Heizwärmeverbrauch für die sanierten Gebäudeteile EG bis 2. OG für die ersten beiden Abrechnungszeiträume von Mai 2009 bis April 2011, die nach PHPP berechneten Werte von 26 kWh/(m²a) werden trotz der beiden strengen Winter exakt erreicht

Der Hilfsstromverbrauch für die Lüftungsanlage beträgt etwa 3 kWh/(m²a) für etwa 210 Betriebstage während des Winters und der Übergangszeit. Dazu kommen etwa 2 kWh/(m²a) für den Komfortbetrieb während des Sommers. Der Hilfsstromverbrauch für die Heizanlage liegt bei 0,6 kWh/(m²a).

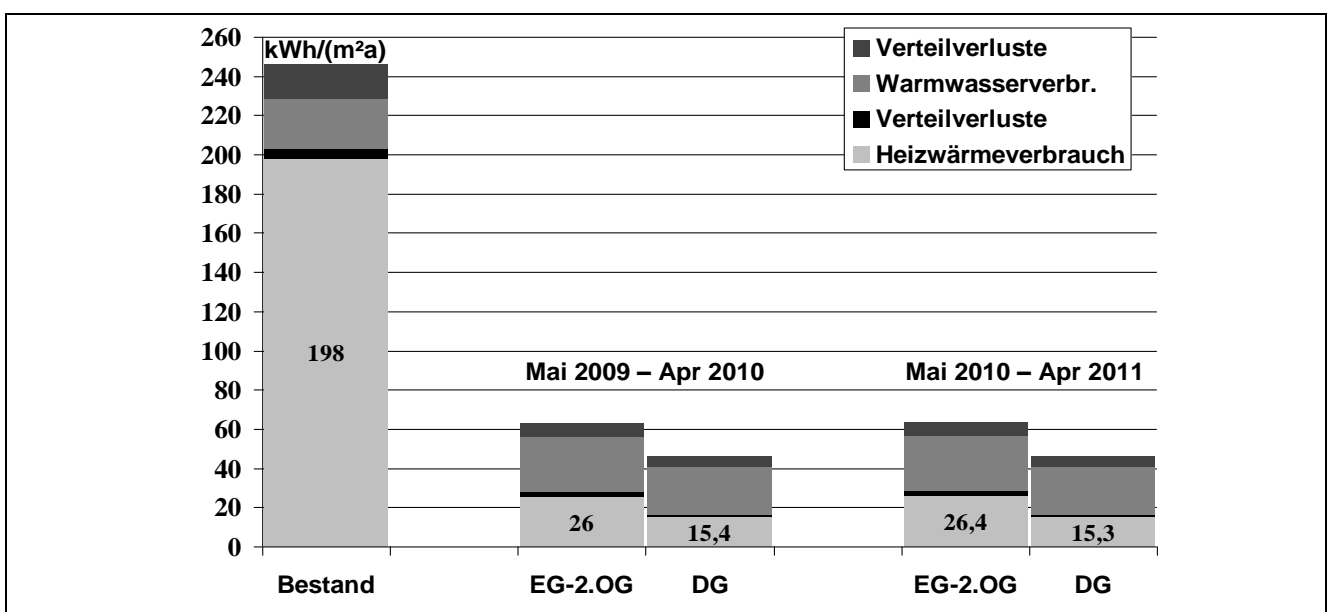


Abbildung 2: Endenergieverbrauch (Heizen und Warmwasser) für die sanierten Bestandsgebäude im EG bis 2. OG sowie die aufgestockten Passivhaus-Wohnungen im Dachgeschoss

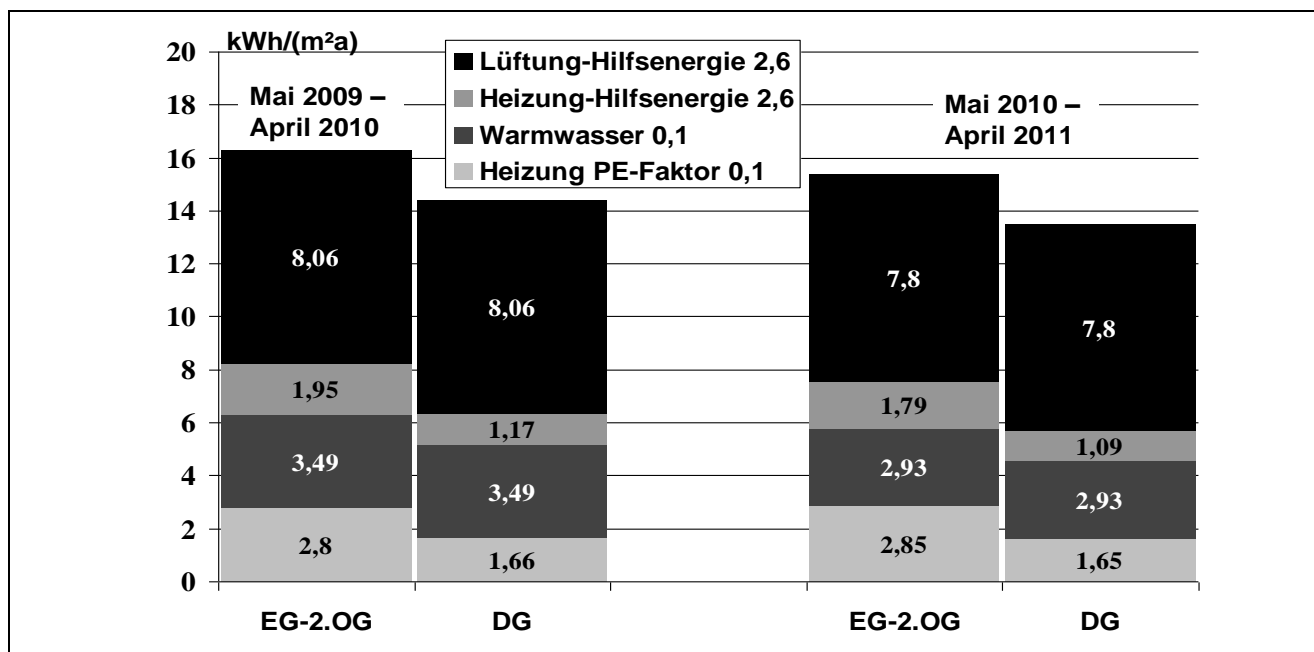


Abbildung 3: Primärenergiebilanz für Bestand (EG – 2. OG) und Passivhaus-Wohnungen im DG

8 Nutzerbefragung und Resümee

Nach zwei Jahren wurde bei einem Teil der Mieter eine Befragung durchgeführt bezüglich des Komforts und der energetischen Aspekte. 79 Prozent der Befragten gaben als Gesamtbewertung auf der Notenskala von 1 bis 6 die Note „sehr gut“ an, 21 Prozent bewerteten mit „gut“, davon taten dies zwei Parteien unter Vorbehalt bezüglich technischer Nacharbeit, z. B. Nachstellen der Fenster zur nächsten Heizperiode. Konstruktive Hinweise zur Lüftungsregelung, Positionierung der Zuluftelemente sowie Verbesserungen an den Fenstern wurden allerdings angemerkt. Mehrere Mieter sagten übereinstimmend bei der Begrüßung, dass sie erstmals in einer Wohnung leben, wo sie sich hinsichtlich der Behaglichkeit „rundum wohl fühlen“, bzw. gaben Kommentare ab wie: „Die beste Wohnung, die ich jemals hatte!“

Der hohe Aufwand für die Modernisierung der drei Mehrfamilienhäuser in der Kollwitzstraße 1 bis 17 wird durch die positiven Rückmeldungen bestätigt. Energetisch hochwertige Standards in Verbindung mit anspruchsvoller Architektur und einer einfühlsamen Gestaltung des Wohnumfelds haben ein Projekt entstehen lassen, das in hohem Maß zur Aufwertung des Stadtteils beiträgt, der vor wenigen Jahren noch als äußerst problematisch galt.