

2. Deutscher Balkonkongress, 14. - 15. November 2000 in Kassel

Der Balkon wird zum Wintergarten – beispielhafte Hochhaussanierung

Christel Russ, Karsten Voss Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg, Gruppe Solares Bauen, Oltmannsstrasse 5, 79100 Freiburg, Tel: 0761 45 88 125, Fax: 0761 45 88 125
Stefanie Küchenmeister, Stadtbau Freiburg, Karlsplatz 4, 79098 Freiburg,
Tel: 0761 21 05 270, Fax: 0761 36211

Einleitung

Gegenwärtig entspricht in Deutschland der Heizwärmeverbrauch von teilweise über 200 kWh/m² der ca. 36 Mio. Wohnungen im Bestand rund einem Drittel des Endenergieverbrauches. In diesem Bereich liegt ein großes Potential an Heizenergieeinsparung und Vermeidung von Schadstoffemissionen. Die konventionellen Sanierungen im Gebäudebestand umfassen je nach verfügbarem finanziellen Budget wärmedämmende Maßnahmen für die Fassade, den Einsatz von Wärmeschutzverglasungen und häufig auch die Sanierung des Heizungssystems. Bei qualitätsgerechter Ausführung der Wärmedämmung und der Installation der neuen Fenster wird der unkontrollierte Fugenluftwechsel und damit auch der Grundluftwechsel weitgehend reduziert. Der bauphysikalisch und hygienisch erforderliche Grundluftwechsel in den Wohnungen muss dann durch Fugen/Schlitze in den Fensterrahmen aufrechterhalten werden. Abhängig von der Windlast auf der Fassade entsteht bei einer vorhandenen Querlüftung ein unkontrollierter Luftaustausch, verbunden mit undefinierten Wärmeverlusten. Abhilfe schafft hier ein kontrolliertes Lüftungssystem, wobei die Zuluft durch einen definierten Abluftstrom gesteuert werden kann. Häufig ist jedoch der Einbau eines Lüftungssystems aus baulichen Gründen kompliziert und teuer. Nachteil bei der Nutzung einfacher Abluftsysteme mit einer dezentralen Zufuhr von Frischluft mit Umgebungstemperatur, ist der damit verbundene erhöhte Heizwärmebedarf. Eine Verbesserung kann erreicht werden, wenn die Frischluft vorgewärmt wird. Diese Konzept wurde bei der Sanierung eines Wohnhochhauses in Freiburg realisiert. Mit der Verglasung der eingezogenen Balkone und einer Frischluftzuführung über die Balkone in die angrenzenden Wohnzimmer, gesteuert über eine zentrale Abluft in Bad, WC und Küche gelingt es bei richtigem Nutzerverhalten, gegenüber einer konventionellen Sanierung noch bis zu 10 kWh/m² in den angrenzenden Wohnräumen einzusparen. Das dieses Konzept die Erwartungen erfüllt, zeigen auch die Ergebnisse einer messtechnischen Untersuchungen im Wohnhochhaus in Freiburg.

Gebäudebeschreibung

Das 14geschossige Hochhaus in der Krozinger Strasse in Freiburg wurde 1972 gebaut. Pro Etage gibt es sechs Wohnungen, insgesamt 84 Wohneinheiten. Die Gesamtwohnfläche beträgt 7300m², die beheizte Fläche 6786 m². Jede Wohnung besitzt einen Balkon, wobei der Balkon von zwei Zimmern aus begehbar ist. Zusätzlich grenzen noch zwei Fenster dieser Zimmer an den Balkon. Die Balkone sind an der Ost-, der Süd- und Westseite des Gebäudes angebracht. Der durchschnittliche Heizwärmeverbrauch des mit Fernwärme versorgten Gebäudes vor der Sanierung lag bei 98 kWh/m². Hier wirkt sich die kompakte Bauweise mit einem Oberflächen/Volumenverhältnis von 0,24 m⁻¹ positiv auf den relativ niedrigen Heizenergieverbrauch aus. Die Außenwände aus zweischaligen Stahlbeton haben eine 4 cm dicke Wärmedämmung im Zwischenraum. Das Flachdach wurde bereits mit einer 15 cm dicken Wärmedämmung versehen. Die Verbundfenster bestehen aus einer Zweifachverglasung mit Aluminiumrahmen. Küchen und Bäder werden durch freie Schachtlüftung über Zentralschächte zum Dach entlüftet.

In Vorbereitung der Sanierung wurde aufgrund der Initiative des Bewohnervereins das Konzept für eine Balkonverglasung vorgeschlagen. In einer Studie des Fraunhofer ISE zum Einsatz der Balkonverglasung in Verbindung mit der Lüftung des Gebäudes wurde die energetische und

ökonomische Machbarkeit des Sanierungskonzeptes untersucht [1]. Bild 1 zeigt das Gebäude vor und nach der Sanierung.



Bild 1 Wohnhochhaus in Freiburg vor und nach der Sanierung

Konzept der Sanierung

Das Vorhandensein einer zentralen Abluftanlage für die Küchen und die fensterlosen Sanitärräume einerseits, sowie die erforderliche Betonsanierung der Balkone andererseits sind eine gute Voraussetzung für ein neues Energieversorgungskonzept. Durch die Verglasung der Balkone entsteht eine Pufferzone. Die eintretende Frischluft wird vorgewärmt und dann den angrenzenden Räumen zugeführt. Die zentrale Abluft, gesteuert über einen in den Abluftschacht installierten Abluftventilator, sorgt für eine gleichmäßige Durchströmung der Räume. An die Balkone angrenzende Fenster und Türen bleiben erhalten. Der Einsatz einer Balkonverglasung für das Wohnhochhaus bietet sich aus konstruktiver Sicht wegen der eingezogenen Balkone an. Die Balkone werden in die Dämmung der Fassade eingebunden, die Dämmung der Fassade im Balkonbereich entfällt. Auch die Fenster und Türen zum Balkon brauchen in diesem Gebäude nicht ausgetauscht werden. Somit wird die Balkonverglasung zu einer kostengünstigen energetischen Sanierungsvariante. Für diese Variante der Sanierung sprechen außerdem die folgenden Aspekte:

- die Betonsanierung der Balkone entfällt;
- durch die Dämmung der Balkonbrüstung entsteht eine geschlossene Fassade;
- Wärmebrücken im Bereich der Balkonanschlüsse werden beseitigt;
- Lärmbelästigung von außen wird verringert;
- die Balkone sind länger als temporärer Wohnraum nutzbar;
- besonders in den oberen Etagen wird die Windbelastung auf den Balkonen vermieden,
- eine ausreichende Frischluftversorgung der angrenzenden Räume via Balkon ist gesichert;
- das architektonische Gesamtbild des Gebäudes wird aufgewertet;
- die Sanierung erfolgt von außen ohne zu starke Mieterbeeinträchtigung.

Das Schema des Sanierungskonzeptes ist in Bild 2 dargestellt. Vor der gedämmten Balkonfassade wird ein beschichtetes Aluminiumblech so installiert, das ein Luftspalt entsteht. Die Frischluft kann hinter dem Blech unterhalb der Fensterbrüstung in den Balkon einströmen. Bei ausreichender solarer Einstrahlung wird die Luft bereits hier vorgewärmt. Im Balkon ist durch den „Treibhauseffekt“ die Luft wärmer als die Außentemperatur. Die im Balkon vorgewärmte Luft wird über Lüftungsschlitze, die sich oberhalb des Fensters befinden, in den Raum eingeleitet. Wieviel Luft den Raum durchströmt, ist vom Abluftvolumenstrom abhängig. Deshalb kam es bei der Sanierung auch darauf an, die Türen zu den Korridoren gut abzudichten, damit keine „Falschluf“ über die Korridore in die Wohnung gelangt.

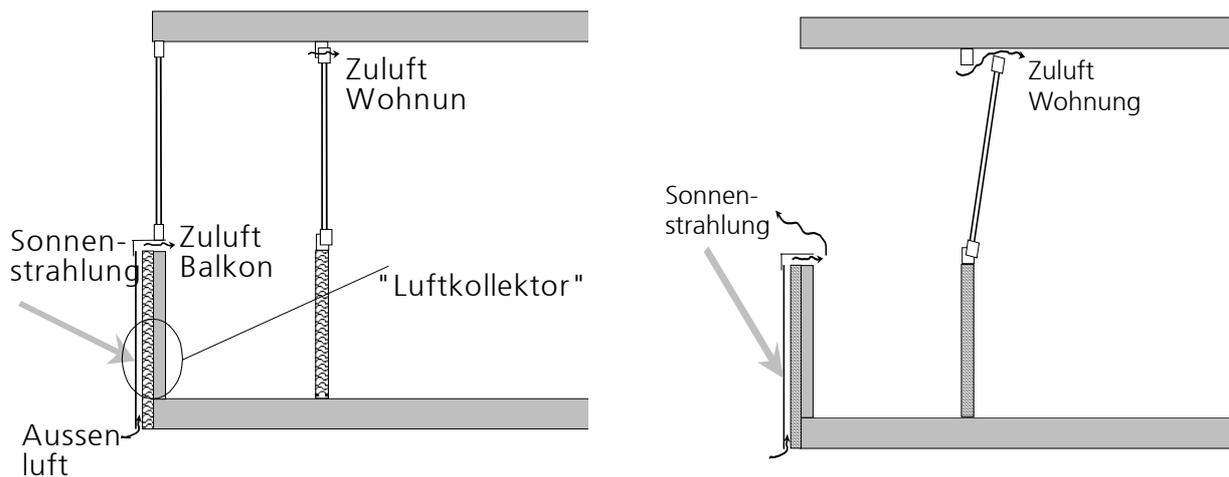


Bild 2 Schema des Sanierungskonzeptes zur Belüftung der Wohnräume mit einer Zuluft über die verglasten Balkone und einer zentralen Abluft; links Winterfall, rechte Sommerfall

Bleiben im Winter die Balkonfenster geschlossen, können die erhaltenen Wärmegewinne zur Deckung des Heizwärmeverbrauchs beitragen. Im Sommer können die Fenster geöffnet, und der Balkon in seiner ursprünglichen Form genutzt werden.

Heizwärmeverbrauch bei der Nutzung der Balkonverglasung

Ausschlaggebend für die erreichbaren Wärmegewinne durch eine Balkonverglasung ist deren Ausführung, d. h. die Wahl der Verglasung und Dämmung. Untersuchungen unterschiedlicher Verglasungs- und Dämmvarianten in der Schweiz führten zu den Ergebnissen, dass durch eine Dämmung der Balkonbrüstung und eine Wärmeschutzverglasung der Balkone sowie ein richtiges Nutzerverhalten eine Heizwärmeeinsparung von bis zu 15 kWh/m² gegenüber einer rein konventionellen Sanierung erreicht werden kann [2,3].

Für den vorliegenden Sanierungsfall wurde als Prämisse festgelegt, dass die vorhandenen Fenster/Balkontüren erhalten werden können, da sie sich noch in einem guten technischen Zustand befanden. So standen für den Sanierungsfall unter Beibehaltung der ungedämmten Fassade und alten Fenster im Bereich der Balkone für die Balkongestaltung folgende Sanierungsvarianten zur Auswahl:

- 1 Balkonbrüstung mit 40 mm Steinwollelamellen, Balkonverglasung: 1fach Glas (U-Wert = 5,8 W/m²K)
- 2 Balkonbrüstung mit 40 mm Steinwollelamellen, Balkonverglasung: Isolierverglasung (U-Wert = 3,0 W/m²K)
- 3 Balkonbrüstung mit 40 mm Steinwollelamellen, Balkonverglasung: Wärmeschutzverglasung (U-Wert = 1,3 W/m²K), Rahmen wärmegeklämt (U-Wert = 2,0 W/m²K)

Für alle drei Varianten wurde der Einfluss auf den Heizwärmeverbrauch der angrenzenden Räume ermittelt und in Bild 3 im Vergleich zu einer konventionellen Sanierung dargestellt.

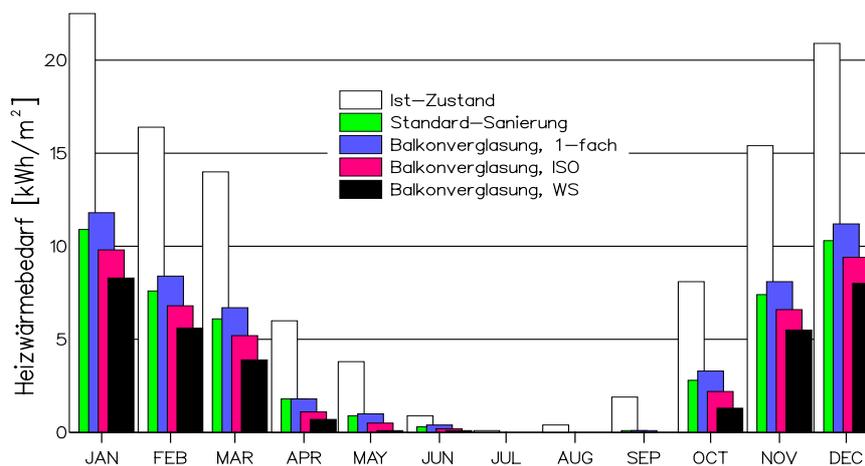


Bild 4 Heizwärmebedarf der an die Balkone angrenzenden Räume der südorientierten Fassade und der Sanierungsvariante im Vergleich zu einer konventionellen Sanierung (ohne Berücksichtigung der Wärmebrücken)

Die Einfachverglasung der Balkone ist zwar eine sehr kostengünstige Variante, zeigt jedoch energetisch gegenüber einer konventionellen Sanierung keine Vorteile. Zu große Transmissionswärmeverluste erfordern einen höheren Heizwärmebedarf als bei einer konventionellen Sanierung.

Der Einsatz einer Isolierverglasung bei gleichzeitiger Dämmung der Balkonbrüstung führt bereits zu nutzbaren Wärmegewinnen und liefert einen Beitrag zur Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs gegenüber einer konventionellen Dämmung.

Die größten Einsparungen gegenüber der konventionellen Sanierung, aber auch die höchsten Kosten, werden erwartungsgemäß beim Einsatz einer Wärmeschutzverglasung und gedämmten Rahmen erreicht.

Für die einzelnen Varianten sind jedoch auch die Kosten ausschlaggebend. So entschied sich die Siedlungsgesellschaft für die zweite Variante, den Einsatz einer Zweifach-Isolierverglasung. Eine attraktive Gestaltungsvariante für die Fenster sind dabei Glasfaltwände, die problemlos geöffnet und im Sommer als „Paket“ zur Seite geschoben werden können.

Das erreichbare Temperaturniveau auf den Balkonen ist abhängig von der Verglasungsart. So werden mit einer Einfachverglasung um 5 bis 10 K niedrigere Temperaturen als bei einer Wärmeschutzverglasung auf den Balkon erreicht.

Mit einer kontrollierten Lüftung über den Balkon, d. h. einer dauerhaften Nachströmung von Kaltluft, sinkt das Temperaturniveau auf dem Balkon um 2 – 3 K gegenüber einer nichtdurchlüfteten Variante der Balkonverglasung mit Isolierglas. Das ist zu beachten, wenn der Balkon als temporärer Wohnraum genutzt wird.

Tageslicht

Nicht zu vernachlässigen bei der Balkonverglasung ist die Bewertung der Tageslichtbereitstellung. Die zusätzliche Verglasung und der Rahmen führen zu Lichtverlusten in den balkonangrenzenden Räumen. In diesen Räumen wird ohnehin schon weniger Tageslicht empfangen, da ein großer Teil des Winkelbereiches für den Einfall des diffusen Tageslichtes durch den darüberliegenden Balkon bereits ausgeblendet ist. Um die Beeinflussung der Tageslichtverhältnisse so gering wie möglich zu halten, sollte man den Rahmenanteil der Verglasung gering halten, Glas mit hohen Transmissionen einsetzen und eine geringe Anzahl von Scheiben in der Verglasung wählen.

Ergebnisse der Messung des Temperaturverhaltens die nach der Sanierung

Die bauliche Sanierung der Fassade erfolgte von 1998 bis Ende 1999. Nach dem Abschluss der Sanierungsarbeiten wurde in einer südorientierten Wohnung über einen Zeitraum von 3 Monaten mit finanzieller Unterstützung der Stadtbau GmbH Freiburg und der Fa. Solarlux ein Kurzmessprogramm durchgeführt. Dabei wurden in einer ausgewählten Wohnung die Temperaturen auf dem Balkon, den angrenzenden Balkonen und in den angrenzenden Wohnräumen durchgeführt. Auch die Feuchte im Balkon und dem Wohnraum wurde gemessen. Die Auswertung des Temperaturverhaltens in der Wohnung erfolgte in Verbindung mit den klimatischen Umgebungsbedingungen. Die Messzeit erstreckte sich von Januar bis April 2000 [4].

Betrachtung der Balkontemperaturen

Schon Güntermann [3] stellte in seinen Untersuchungen fest, dass das Nutzerverhalten die zu erreichenden Wärmegewinne über die verglasten Balkone wesentlich beeinflusst. Als Kriterium für die Bewertung nutzbarer Wärmegewinne kann die Temperatur auf dem Balkon herangezogen werden. Das Verhalten der Nutzer ist für das Erreichen der Wärmegewinne sehr entscheidend, wie aus Bild 4 zu ersehen ist. Hier wurden die Balkontemperaturen verschiedener Wohnungen sowie die Umgebungstemperatur und Einstrahlung dargestellt.

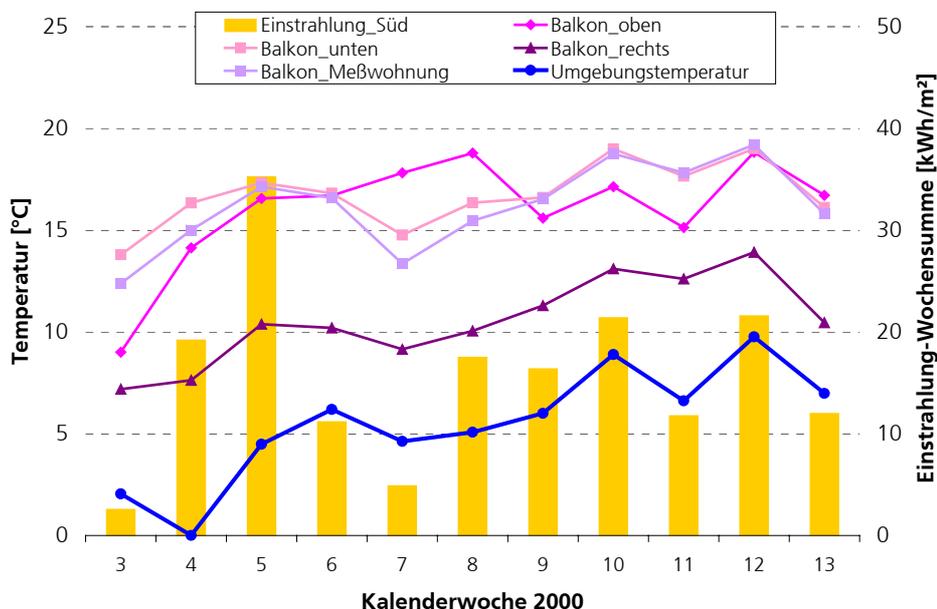


Bild 4 Temperaturen (Wochenmittel) auf dem Balkon der „Messwohnung“ und den angrenzenden Balkonen rechts, oben und unten im Vergleich zur Umgebungstemperatur und Einstrahlung

Die meisten Nutzer zeigen jedoch ein richtiges Verhalten hinsichtlich des Öffnens der Fenster auf dem Balkon. Die Fenster waren meist geschlossen und es erfolgte nur zeitweise eine Stoßlüftung. Prinzipiell kann man feststellen, dass alle Balkontemperaturen im Tagesmittel über der Umgebungstemperatur liegen. Unter guten solaren Einstrahlungen werden maximale Werte bis zu 29°C erreicht. Die minimalen Balkontemperaturen sind abhängig von der Fensteröffnungszeiten und erreichen im Messzeitraum Werte von über 7 °C, d. h. sie bleiben frostfrei. Im Mittel liegen sie 10 bis 15 K über der Umgebungstemperatur.

Bleiben die Fenster dagegen geöffnet, wie im Fall des rechten Balkons, so sinken die Temperaturen auf Werte um 3 °C. Trotzdem liegen sie auch hier an den extremen Frosttagen etwa 5–10 K über der Außentemperatur.

Temperaturen in der Messwohnung

Bild 5 zeigt den Verlauf der Temperaturen im Balkon, dem angrenzenden Wohnraum, der Zuluft zum Balkon und der Wohnung sowie die Umgebungstemperatur und Einstrahlung.

Im Wohnzimmer herrscht eine relativ gleichmäßige Temperatur zwischen 19 und 20 °C. Nur Ende März geht die Temperatur etwas zurück. Die Bewohner waren nicht anwesend und bei Umgebungstemperaturen um 5 °C und geringen Einstrahlungen konnten keine solaren Gewinne erreicht werden. Die Heizung war ebenfalls abgestellt.

Die Balkontemperatur steigt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Einstrahlung an. An besonders sonnigen Tagen liegt sie über der Raumtemperatur, obwohl die Umgebungstemperatur unter der Heizgrenze von 15°C liegt.

Die Zulufttemperatur zum Balkon ist ebenfalls stark abhängig von der Einstrahlung. Bei intensiven Einstrahlungen erreicht sie infolge der Aufheizung der metallischen Abdeckung maximale Temperaturen bis zu 37 °C. Da die Erwärmung der Brüstung hinter der Blechabdeckung infolge der geringen Speichermassen nicht sehr hoch ist, sinken die Temperaturen mit dem Rückgang des Strahlungseinflusses relativ schnell wieder ab, liegen aber immer noch über der Umgebungstemperatur. Das zeigt sich deutlich an sehr kalten aber sonnigen Tage im Januar 2000, wo tagsüber auf dem Balkon Temperaturen bis zu 15°C auftreten, die auch nachts nicht unter 7 °C zurückgehen. Die direkten solaren Gewinne lassen auch die Wohnraumtemperatur auf über 20 °C ansteigen.

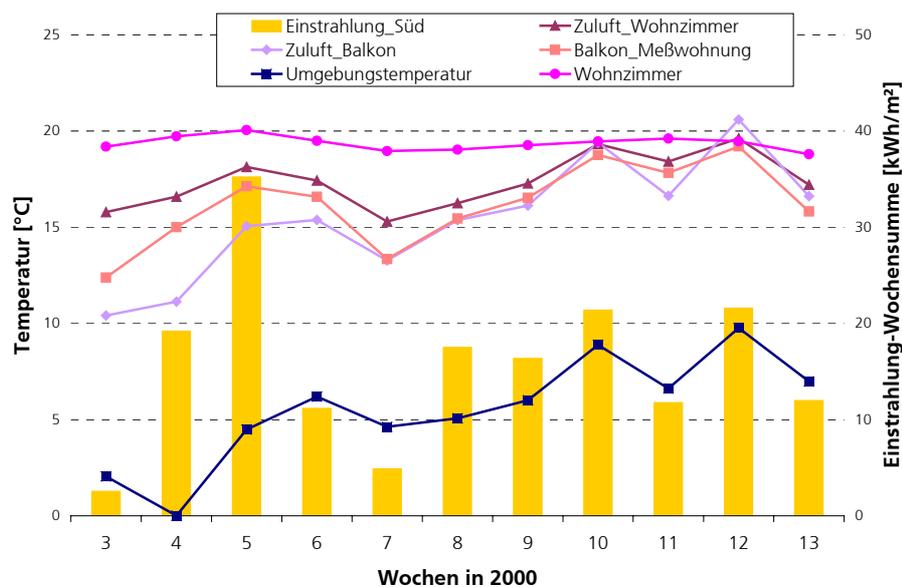


Bild 5 Wochenmitteltemperaturen in der „Messwohnung“ Raum-, Balkon-, und Zulufttemperaturen im Vergleich zum Tagesmittel der Umgebungstemperatur und solaren Einstrahlung (Tagessumme)

An trüben Tagen ist die Temperatur auf dem Balkon noch um 5 K höher als die Umgebungstemperatur (3 °C). Da aber keine nennenswerten solaren Gewinne erreicht werden, steigt die Temperatur auf dem Balkon nicht über 10 °C an.

Heizwärmeverbrauch

Vorteilhaft für die Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs wirkt sich auf jeden Fall die auf dem Balkon vorhandene höhere Temperatur gegenüber der Umgebung aus, was zu geringeren Transmissionswärmeverlusten führt. So konnten durch die Sanierung erhebliche Einsparungen bezüglich des Heizwärmeverbrauchs erhalten werden. Anhand der Heizkostenabrechnung 1999 lässt sich feststellen, dass im gesamten Gebäude eine Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs von 98 kWh/m² auf 64 kWh/m² erreicht wurden. In der „Messwohnung“ konnte der Heizwärmeverbrauch von 93 kWh/m² auf 48 kWh/m², d. h. um 48 % reduziert werden. Da 1999 die Sa-

nierung noch nicht komplett abgeschlossen war, wird für das Jahr 2000 noch mit einer weiteren Einsparung gerechnet.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Sanierung des Wohnhochhauses unter Anwendung einer Verglasung der Balkone mit integrierter Zuluftführung zeigt, dass neben einer erheblichen Einsparung von Heizwärme auch der Nutzerkomfort gesteigert werden konnte. Die verlängerte Nutzungszeit der Balkone, d. h. die temporäre Erweiterung des Wohnraumes wird von den meisten Nutzern gern angenommen. Sie stellen sich in ihrem Verhalten auf die neue Situation ein, nutzen den Balkon als temperierte Zuluftzone und verlängern die Nutzungszeit erheblich. Die erreichte zusätzliche Behaglichkeit durch die Reduzierung der Windbelastung wird als sehr angenehm empfunden. Das auch die störende Lärmbelastung weitgehend beseitigt wurde, führt zur Zufriedenheit der Nutzer. Nicht zuletzt hebt sich die attraktive äußere Gestaltung des Gebäudes von den übrigen sanierten Wohnhäusern ab und erhöht den Wohnwert der zum sozialen Wohnbau gehörenden Wohnungen in diesem Hochhaus. Da wird die teilweise Beeinträchtigung der Lichtsituation in den balkonangrenzenden Räumen, besonders bei großer Raumtiefe, in Kauf genommen. Das man bei richtiger Nutzung der angebotenen Lösung Energie und Kosten sparen kann, zeigt die Heizkostenabrechnung für die Mieter. Anstelle Nachzahlungen gab es hier für einige Mieter erhebliche Rückzahlungen.

Literatur

- [1] Voss, K., Studie Systemuntersuchung Balkonverglasung zur Sanierung des Hochhauses in der Krozinger Strasser 4, Freiburg, Fraunhofer ISE, Februar 1999
- [2] Güntermann, A., Case, P., Sanierungsmaßnahme verglaste Balkone, Bericht Forschungsstelle Solararchitektur, ETH-Hönggerberg, Zürich, April 1996
- [3] Güntermann, A., Sanierungsmaßnahme verglaste Balkone, Sonderdruck Schweizer Ingenieur und Architekt SI + A, Heft 3 1997
- [4] Russ, C. Messtechnische Untersuchungen zu Verglasten Balkonen in der Krozingerstrasse 4 , Freiburg, Bericht TOS 08/2000
- [5] Haller, A., Humm, O., Voss, K., Renovieren mit der Sonne, Ökobuchverlag Staufen, 1. Auflage 2000