

Erfolgskontrolle Mehrfamilienhäuser Wehntalerstrasse

Eine MINERGIE-Sanierung der Wohnbaugenossenschaft Waidmatt
- Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Werner Hässig, Basler & Hofmann AG

.....

Im Auftrag des

Bundesamtes für Energie

Oktober 2002

Auftraggeber:

Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung in Gebäuden
Bundesamtes für Energie

A. Eckmanns, Bereichsleiter Gebäude BFE

Auftragnehmer:

Basler & Hofmann AG, Zürich

Autoren:

Werner Hässig, Pascal Fotsch, Tomek Oledzki

2002

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprogrammes „Rationelle Energienutzung in Gebäuden“ des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt ist alleine der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen • Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 • office@bfe.admin.ch • www.admin.ch/bfe

Vertrieb: ENET, Egnacherstrasse 59. 9320 Arbon, enet@temas.ch, www.energieforschung.ch

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	1
1. Einleitung	2
2. Projektbeschreibung	4
2.1. Gebäudehülle/Bautechnik	4
2.2. Haustechnik	4
3. Erfolgskontrolle	6
3.1. Messkonzept	6
4. Messergebnisse	8
4.1. Energie	8
4.2. Heizung	8
4.3. Warmwasser	8
4.4. Elektrizitätsverbrauch für Lüftung	8
4.5. Lüftungskomfort	9
4.6. Lüftungsgerät	12
4.7. Schallpegelmessungen	12
4.8. MINERGIE-Nachrechnung	12
5. Ergebnisse der Umfrage	14
5.1. Haushaltstrukturen und Präsenzzeiten	14
5.2. Wohnungswahl	14
5.3. Lüftungsgewohnheiten	15
5.4. Raumlufthtemperatur	16
5.5. Raumlufftfeuchtigkeit	16
5.6. Raumlufftqualität	17
5.7. Geruchsbelästigungen	17
5.8. Belästigungen durch Lärm und Geräusche	18
5.9. Staubanfall	18
5.10. Behaglichkeit	19
6. Öffentlichkeitsarbeit	20
7. Referenzen	21

Anhang

- Anhang A Lüftungsschemen
- Anhang B Energieauswertung
- Anhang C Messbericht 26.9.01
- Anhang D Bewohnerumfrage -
- Anhang E Situationsplan der neuen Situation
- Anhang F MINERGIE - Faltblatt "Wehntalerstrasse"

4. Oktober 2002, B 2405.32, W. Hässig

Basler & Hofmann
Ingenieure und Planer AG, Mitglied SIA/USIC

Zürich: Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich
Tel. 01 387 11 22, Fax 01 387 11 00

Zusammenfassung

Die kurz nach dem zweiten Weltkrieg (1948) erbauten fünf mit 60 Wohnungen liessen sich kaum noch vermieten. Viel Lärm, nicht zeitgemässe Grundrisse und ungenügender thermischer Komfort waren für die Verwaltung Gründe für eine Gesamtsanierung nach dem MINERGIE-Standard mit Wohnzimmererweiterung, neuen Nasszellen und Küchen, einer Wohnungslüftung sowie Aussenwärmedämmung und neuer abgestützter Balkone.

Die Auswertungen von Energieverbrauch, Komfortparametern und Benutzerzufriedenheit während des ersten Winters sind in dieser Arbeit dokumentiert.

Trotz 41 % Mehrfläche spart die Genossenschaft 36 % Heizkosten für die Raumheizung, was gegenwärtig jährlich rund Fr. 13'000.- entspricht. Der ursprüngliche Energiebedarf für Heizung wurde von 149 kWh/m²a pro Quadratmeter gerechnet gar um 55 % auf 67 kWh/m²a reduziert.

Der Grenzwert Energiekennzahl Wärme (nach MINERGIE) von 83.2 kWh/m² wird mit **83.8 kWh/m²** praktisch egalisiert.

Die Komfortlüftung erfüllt die Erwartungen bezüglich Energieverbrauch und Komfort mit wenigen Ausnahmen sehr gut. Der Stromverbrauch beträgt 4.1 kWh (15 MJ) pro m² und Jahr, beziehungsweise 0.60 Wh/m³. Der Temperaturrückgewinnungsgrad des Lüftungsgerätes wurde mit 71 % festgestellt (Dez. bis Mai).

In einer umfangreichen Befragung (111 Fragebogen, 68 % Rücklaufquote) äusserten sich die Bewohner vor allem zur guten Behaglichkeit, zur gleich guten oder besseren Raumluftqualität (84 %), und zum Schallschutz positiv. Vermehrt festgestellt wurde die zeitweise zu trockene Luft und Staubanfall. Dies kann jedoch auch noch eine Auswirkung der vor nicht allzu langer Zeit erst abgeschlossenen Bauarbeiten sein. Trotzdem ist zu überlegen, wie der Lufttrockenheit zukünftig zu begegnen ist. Ein Vorschlag geht dahin, bei tiefen Aussentemperaturen und geringer Wohnungsbelegung die Luftwechsel zu reduzieren (z.B. mit einer CO₂-Steuerung) oder es sollen Luftbefeuchter bedarfsbezogen und raumweise eingesetzt werden. Für Neuanlagen sind Regenerativ-Wärmetauscher in Betracht zu ziehen.

1. Einleitung

Von den kurz nach dem zweiten Weltkrieg (1948) erbauten 10 Mehrfamilienhäuser an der Wehntalerstrasse 475 bis 501 sind immer zwei zu einem Block zusammengebaut. Insgesamt vermietet die Wohnbaugenossenschaft Waidmatt 60 Wohnungen in dieser Siedlung.

Der Genossenschaftsvorstand entschloss sich 1999 zu einer Gesamtanierung um die Attraktivität der Wohnungen zu steigern. Das Architekturbüro Fischer und Visini entwickelte daraufhin ein Projekt, welches vergrösserte Wohnzimmer sowie Anbauten vorsieht. Die Ausbildung einer zusätzlichen südwestseitigen Raumschicht führt zu einer Vergrößerung der Wohnzone sowie auch der Balkone. Neben architektonischer Qualität ist ein guter Schallschutz gegen die laute, vierspurige Wehntalerstrasse eine zentrale Anforderung. Entsprechend werden die Anbauten mit einer Lärmschutzwand kombiniert, so dass ein einseitig gegen die Strasse hin abgeschlossener Hof entsteht. Ein Situationsplan findet sich in Anhang E.

Die Energiebezugsfläche (EBF) der 5 Wohnblocks stieg von 5504 m² im Jahr 2000 auf 7768 m² im Jahr 2002 um 41 % an.

Schon früh wurde wegen der Lärmproblematik auch die Installation einer mechanischen Lüftungsanlage, einer sogenannten Komfortlüftung ins Auge gefasst. Der Schritt zu einem MINERGIE-zertifizierten Gebäude wurde durch den Planer angeregt. Nachdem die Planung zeigte, dass MINERGIE mit vernünftigem Aufwand machbar ist, entschied sich die Bauherrschaft diesen Weg einzuschlagen.



Abbildung 1.1 Blick in den dank Schallschutzwand neu entstandenen Innenhof; (Foto: Visini)

Zwischen den Jahren 2000 und 2001 wurden alle fünf Blocks mit Wohnraumerweiterungen, neuen abgestützten Balkonen, neuen Küchen und Nasszellen, Woh-

nungslüftungen, Aussenwärmedämmung, neuer Heizung und einer Solaranlage für die Warmwasservorwärmung versehen. Nicht verändert wurden die Zimmer sowie die erst vor einigen Jahren ersetzten Fenster.

Das ganze Projekt, eine der ersten, grossen MINERGIE-Sanierungen überhaupt, wurde von Kanton Zürich (AWEL, Abt. Energie) und Bund (BFE) als mustergültig erkannt und im Rahmen eines P+D-Kredites auch finanziell unterstützt.

Der vorliegende Bericht fasst die wichtigsten Ergebnisse einer ersten Erfolgskontrolle, welche von Basler & Hofmann durchgeführt wurde zusammen. Die Firma Basler & Hofmann erarbeitete das Energiekonzept und projektierte Heizung, Lüftung und Sanitär. Die Ausführungsplanung und Ausführung erfolgte durch die Generalunternehmung Halter AG, Zürich.

Wir möchten an dieser Stelle ganz speziell der Bauherrschaft und dem Architekten Reto Visini für die gute Zusammenarbeit danken. Wir danken auch den Mitarbeitern der Halter AG und allen übrigen am Bau beteiligten sowie den Vertretern von AWEL und BFE für die Ermöglichung dieser Erfolgskontrolle.



Abbildung 1.2 Schallschutzwand von Aussen (strassenseitig ; (Foto: Visini)

2. Projektbeschreibung

2.1. Gebäudehülle/Bautechnik

Sämtliche Gebäudefassaden werden mit einer hinterlüfteten Holzschalung und erhöhter Wärmedämmung neu verkleidet. Der Estrichboden wie auch die Kellerdecke werden mit Wärmedämmung versehen. Der Heizenergiebedarf soll die vorgeschriebenen Werte des Kantons deutlich unterschreiten. Es war ein lückenloser Dämmperimeter zu planen und zu realisieren; d.h. das beheizte Volumen bildet einen geschlossenen wärmegeprägten Körper. Besonders kritisch sind Auskragungen/ Aufbauten sowie Vor- und Rücksprünge von Geschossen. Aus diesem Grunde wurden die neuen Balkone auf dem Boden abgestützt.

Die erhöhte Wärmedämmung ermöglichte neben der Erreichung des MINERGIE-Standards auch die Befreiung von der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung (VHKA), da die Heizleistung auf unter 30 W/m^2 gedrückt werden konnte. Die zur Erreichung von MINERGIE notwendigen U-Werte sind für dieses Projekt die folgenden:

- Aussenwände: 14 cm Mineralfaserdämmung (20 cm der Neubauteile)
- Böden: 10 cm Dämmung (14 cm bei den Neubauteilen)
- Decke gegen Estrich: 12 cm Dämmung (Dach der Neubauteile: 20 cm)
- Fenster: $1.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (bestehend); $1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei Neubauteilen

2.2. Haustechnik

Die Heizungszentrale liegt im mittleren der 5 Blocks und beliefert noch weitere 40, an der Regulastrasse gelegene Wohnungen mit Raumwärme und Warmwasser. Die Zentrale wurde total saniert. Neu wird nur noch mit Erdgas, unterstützt durch die thermische Solaranlage geheizt. Die Wärmeerzeugung erfolgt durch einen Gasheizkessel mit Abgaskondensation, Leistung 550 kW. Der Heizkessel ist mit einem modulierenden Gasbrenner ausgerüstet.

Eine zentrale Warmwasser-Solaranlage auf Block 3 produziert mit 150 m^2 Kollektorfläche im Jahresdurchschnitt zu rund 35% das gesamte Warmwasser für 100 Wohnungen (Wärmeverbund). Das Warmwasser wird in zwei Speichern mit je 2500 Liter vorgewärmt und mit Gas im Wassererwärmer (2000 Liter) nachgeheizt.

Für die Komfortlüftung sprachen vor allem folgende Vorteile: Der wirksame Schallschutz, bessere Vermietbarkeit, sehr gute Raumluftqualität, Heizkostenreduktion und Umweltschutz. Pro Block (= 12 Wohnungen) ist ein Gerät im Estrich mit $1530 \text{ m}^3/\text{h}$ Luft installiert. Jedes Zimmer erhält $30 \text{ m}^3/\text{h}$ frische, gefilterte (mit Feinstaubfilter) und vorgewärmte Luft. Für die Wärmerückgewinnung aus der Abluft wird ein Wärmetauscher mit etwa 80% Wirkungsgrad eingesetzt. Die Luft wird über Dach (weitab von Verkehrsimmissionen) angesaugt. Die Lüftungsanlage kostete pro Wohnung total rund Fr. 9500.- inklusive aller baulichen Anpassungen, Planung und Mehrwertsteuer.

Die Abluft der Kochstellen wird separat direkt über Dach geführt. Ursprünglich wurde vom Bund die Forderung aufgestellt, dass die nötige Ersatzluft über spezielle Nachströmklappen automatisch sicherzustellen ist. Es zeigte sich jedoch, dass der Einbau einer solchen Klappe, die auch schallgedämmt hätte ausgeführt sein sollen, unverhältnismässig teuer geworden wäre. Zusammen mit der Bauherrschaft einigte man sich auf ein Konzept, welches vorsieht, dass die BewohnerInnen selber ein Fenster öffnen, sobald der Dampfabzug läuft und sich ein Unterdruck störend einstellt.

Auf dem Dach des hintersten Blocks wurde eine Photovoltaikanlage mit 15 kWp Leistung installiert. Diese wird vom EWZ betrieben ist hier nicht Bestandteil des MINERGIE-Labels, d.h. die MINERGIE-Anforderungen wurden auch ohne diesen Photovoltaik-Bonus erfüllt.

3. Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle umfasst primär die Energiebilanz der Gebäude und die Akzeptanz der getroffenen Massnahmen. In der Heizperiode 2001/2002 wurden die Aufzeichnungen nachfolgender Zähler ausgewertet.

3.1. Messkonzept

Messungen zum Energieverbrauch erfolgten durch Ablesungen der aufgelisteten Zähler. In der Regel erfolgten monatliche Ablesungen.

	Ort, Haus-Nr.	Zeitraum
1 Wärmezähler 'Wehntalerstrasse'	Nr. 489; Heizentrale	Dez. 01 - Mai 02
1 Wärmezähler 'Regulastrasse'	Nr. 489; Heizentrale	Dez. 01 - Mai 02
1 Wärmezähler Warmwasser	Nr. 489; Heizentrale	Dez. 01 - Mai 02
1 Gaszähler	Nr. 489; Heizentrale	Dez. 01 - Mai 02
1 Wasserzähler Warmwasser	Nr. 489; Heizentrale	Dez. 01 - Mai 02
1 Elektrizitätszähler der PV-Anlage	Nr. 501	Dez. 01 - Mai 02
5 Elektrizitätszähler Lüftungsgeräte	477, 483, 489; 495, 501	Dez. 01 - Mai 02
Lüftungsgerät Temp./Feuchte Zuluft Aussenluft Abluft	489; im Lüftungsgerät (Abb. 3.2)	Sep.01 - Mai 02

Tabelle 3.1 Übersicht der Langzeit-Messungen

Neben diesen Langzeitmessungen wurden verschiedene Momentanmessungen durchgeführt. In allen Wohnungen (von Block 3, Haus 487/489) wurden die effektiv vorhandenen Zu- und Abluftmengen detailliert nachgemessen. In drei Wohnungen wurde zudem der Schallpegel bestimmt.

Messparameter	Mess-Geräte	Zeitpunkt	Anz.	Bemerkungen
Feuchte-/Temp.-fühler	Escort-Junior	stündl.	3	ZUL, ABL, AUL
Luftgeschwindigkeit	Testo	einmalig, 17.9.01	1	in versch. Räumen vor den Durchlässen
Luftmengen	Flow-Finder	einmalig, 17.9.01	1	möglichst alle Durchlässe (Abb. 3.1)
Schallpegelmessungen		einmalig, 17.9.01	1	2 bis 3 Räume (Abb. 3.3) (strassenseitig, Wohnraum 1.OG, möbliert, z.B. 17.00 Uhr + offene Fenster
Digitalkamera	Nikon	einmalig, 17.9.01	1	zur Dokumentation

Tabelle 3.2 Übersicht über die Kurzzeit-Messungen



Abbildung 3.1 Für jeden Luftdurchlass wurde die aus- bzw. eintretende Luftmenge bestimmt



Abbildung 3.2 Ein Mess-Datenlogger für Temperatur und Feuchte direkt im Lüftungsgerät montiert



Abbildung 3.3 Lärmmessung in einem Wohnzimmer

Im Juni 2002 wurde zudem eine umfassende Umfrage unter allen BewohnerInnen der 60 Wohnungen durchgeführt.

4. Messergebnisse

4.1. Energie

Gesamthaft wurde für das erste Jahr 2001/02 ein Energiebedarf für Heizung und Warmwasser von 715 MWh ermittelt. Dies entspricht $331 \text{ MJ/m}^2\text{a}$.

4.2. Heizung

Die Auswertung der Wärmezähler und Gaszähler ergeben folgenden Energieverbrauch während der Heizperiode 2001/02:

Der Heizenergiebedarf (Endenergie) beträgt neu noch **67.3 kWh (242 MJ) pro m^2 und Jahr** für alle 60 MINERGIE-Wohnungen gerechnet. Dieser Wert ist über die Heizgradtage klimabereingt. Die ausführlichen Daten finden sich in der Tabelle "Energieauswertungen" im Anhang B.

Gegenüber dem Zustand vor der Sanierung (149 kWh/m^2) entspricht dies einer spezifischen Einsparung von 55 %. Die Genossenschaft spart somit trotz mit 41 % deutlich mehr Wohnfläche und besserem Komfort immer noch 292 MWh Energie (Gas) oder über Fr. 13'100.- pro Jahr ein, was etwa 36 % Heizkosten-Einsparung entspricht.

4.3. Warmwasser

Der Energieverbrauch für Warmwasser konnte messtechnisch nur während den sechs Wintermonaten Dezember 2001 bis Mai 2002 ermittelt werden. Wegen Ablesefehlern wurden nur die vier Monate Dezember bis März ausgewertet. In dieser Zeit ist der Beitrag der Solaranlage mit 10 % des jährlichen Gesamtertrages relativ klein. Der Gesamt-Solarertrag wurde mit 34 % (= Deckungsbeitrag Warmwasser) errechnet.

Somit ergibt sich ein Energiebedarf Warmwasser von **24.8 kWh pro m^2 und Jahr** ($89 \text{ MJ/m}^2\text{a}$), was mit 19% deutlich über dem Planungswert von $75 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ (SIA 380/1) liegt.

Der Energiemehrverbrauch ist primär auf den deutlich höheren Warm-Wasserverbrauch der Bewohner von rund 54 l pro Person und Tag (Annahme: 3.5 Personen pro Wohnung) statt 35 l (nach VSSH für allg. Wohnungsbau MFH) zurückzuführen. Unter der Annahme eines solchen planerischen Wasserverbrauch, bewegt sich der Warmwasserenergieverbrauch in einem vernünftigen Rahmen.

4.4. Elektrizitätsverbrauch für Lüftung

Der Elektrizitätsverbrauch der Lüftung wurde mit je einem eigenen Zähler pro Lüftungsgerät während den Monaten Dezember 2001 bis und mit Juni 2002 exakt ermittelt. Dieser betrug 19'665 kWh oder hochgerechnet auf ein Jahr 31'955 kWh. Auf die Energiebezugsfläche bezogen ergibt dies 4.1 kWh (15 MJ) pro m^2 und Jahr. Für den MINERGIE-Nachweis wurde der Stromverbrauch nur während der Heizperiode berechnet (früher gültiges Nachweis-Verfahren), dies entspricht 2.36 kWh/m^2 .

Der Luftvolumenstrom beträgt im Block Nr. 3 gemäss Direktmessung am Gerät $1450 \text{ m}^3/\text{h}$ oder $950 \text{ m}^3/\text{h}$ auf reduzierter Stufe. Die Anlage wird mit Normalluft-

menge während den Zeiten 06.00-09.30, 11.00-14.30 und 17.00-22.30 Uhr betrieben. Während der übrigen Zeit reduziert. Dies ergibt eine mittlere Luftmenge von $1210 \text{ m}^3/\text{h}$.

Mit dem in Block 3 gemessenen Stromverbrauch, ergibt sich eine spezifische Leistungsaufnahme von $0.60 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$.

4.5. Lüftungskomfort

Ziel war, die wichtigsten dazu nötigen Messungen möglichst konzentriert und effizient durchzuführen. Der Schwerpunkt lag auf den Luftmengenmessungen. Am 17.9.01 wurden sämtliche Zuluft- sowie Abluftdurchlässe gemessen sowie weitere Komfortparameter bestimmt. Für die Lufttemperaturen wurden Messdatenlogger im Lüftungsgerät installiert (vgl. Abb. 3.2).

4.5.1 Luftmengen

Die Auswertung der Luftmengen ergab eine durchschnittliche Luftmenge von $22 \text{ m}^3/\text{h}$ in den Zimmern, von $30 \text{ m}^3/\text{h}$ in den Wohnzimmern und von $34 \text{ m}^3/\text{h}$ Abluft pro Nasszelle sowie $55 \text{ m}^3/\text{h}$ Küchen-Abluft pro Wohnung. Die detaillierten Aufzeichnungen der Luftmengenmessungen finden sich im Anhang C.

IST-ZULUFT-Mengen (Gerät auf $1600 \text{ m}^3/\text{h}$ eingestellt)				
in m^3/h	Nr. 487, links	Nr. 487, rechts	Nr. 489, links	Nr. 489, rechts
2. OG	86	84	102	89
1. OG	104	83	81	85
EG	88	94	114	117
Summe	278	261	297	291
Total	1127			
SOLL-Luftmengen Zuluft				
2. OG	150	90	90	120
1. OG	150	90	90	120
EG	150	90	90	120
Summe	450	270	270	360
Total	1350			
Abweichung SOLL-IST				
2. OG	-43%	-7%	13%	-26%
1. OG	-31%	-8%	-10%	-29%
EG	-41%	4%	27%	-3%
Summe	-38%	-3%	10%	-19%
Total	-17%			

Tabelle 4.1 Die Luftmengenmessungen vom 17.9.01 im Block 3 (487/489)

Diese Messung zeigt deutlich einen schlechten Abgleich der Anlage. Während die Wohnungen, welche direkt unter dem Lüftungsgerät liegen zuviel Luft erhalten, beziehen jene weitabgelegenen Wohnungen deutlich zu wenig (- 43 %).

Die aufgebotene Lüftungsunternehmung hat die Anlage aufgrund dieses Befundes anschliessend (nochmals) abgeglichen.

4.5.2 Lufttemperaturen und relative Luftfeuchtigkeit

Die Lufttemperaturen wurden im Lüftungsgerät in Stundenschritten während des Winters aufgezeichnet. Da die Temperaturen im kalten Estrich gemessen wurden geben sie nur Hinweise bezüglich der effektiven Temperaturen in den Wohnungen. In der kältesten Jahreszeit vom 16.12.01 bis 16.1.02 betrugen:

	Mittlere Temperatur in °C	Mittlere rel. Feuchtigkeit, %	Minimale Temperatur in °C	Minimale rel. Feuchtigkeit, %
Abluft	20.3	34	16.5	26
Zuluft	14.8	28	8.9	14
Aussen	- 1.5	89	- 8.2	22

Tabelle 4.2 Mittlere Lufttemperaturen beim Gerät gemessen

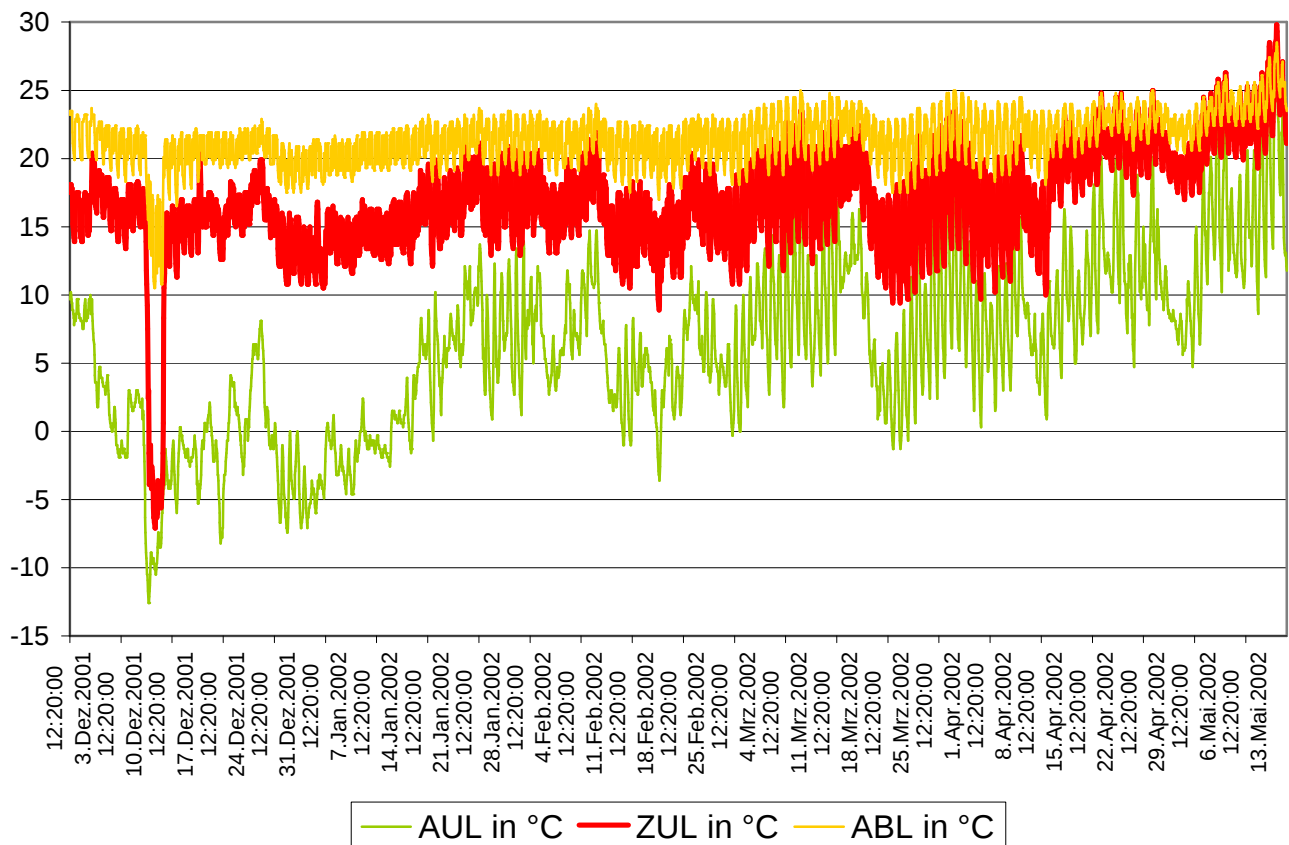


Abbildung 4.1 Zeitlicher Verlauf der mittleren Lufttemperaturen in Aussenluft, Zuluft und Abluft (beim Lüftungsgerät gemessen)

Die Zulufttemperaturen wurden direkt nach dem Wärmetauscher im Lüftungsgerät erfasst. Diese Temperaturen liegen erwartungsgemäss tiefer als bei Komfortlüftungen mit vorgeschaltetem Lufterdregister. Andererseits erwärmt sich die Zuluft auf ihrem Weg zu den Durchlässen in den Zimmern um 1-3 Grad (geschätzt).

Die Luftfeuchtigkeiten wurden im Lüftungsgerät in Stundenschritten während des Winters aufgezeichnet.

Die Zuluftfeuchtigkeit wurde ebenfalls direkt nach dem Wärmetauscher im Lüftungsgerät erfasst (vgl. Abb. 3.2). Die Luftfeuchtigkeit ist typisch für winterliche Verhältnisse in dieser Periode sehr tief. Da mit konstanter Luftmenge gelüftet wurde, führte dies zu tiefen Raumluftfeuchtigkeiten von zeitweise deutlich unter 30 %. Bei natürlich gelüfteten Wohnungen wird normalerweise der Luftwechsel während den tiefen Aussentemperaturen drastisch reduziert, so dass die relative Feuchtigkeit nicht derart stark absinkt. Es ist deshalb zu überlegen, ob nicht der Luftwechsel bei tiefen Aussentemperaturen weiter zu drosseln ist. Eine sinnvolle Massnahme ist aber auch die bedarfsbezogene Benutzung eines Raumluftbefeuchters. Für Neuanlagen ist der Einsatz eines regenerativen Wärmetauschers zu prüfen.

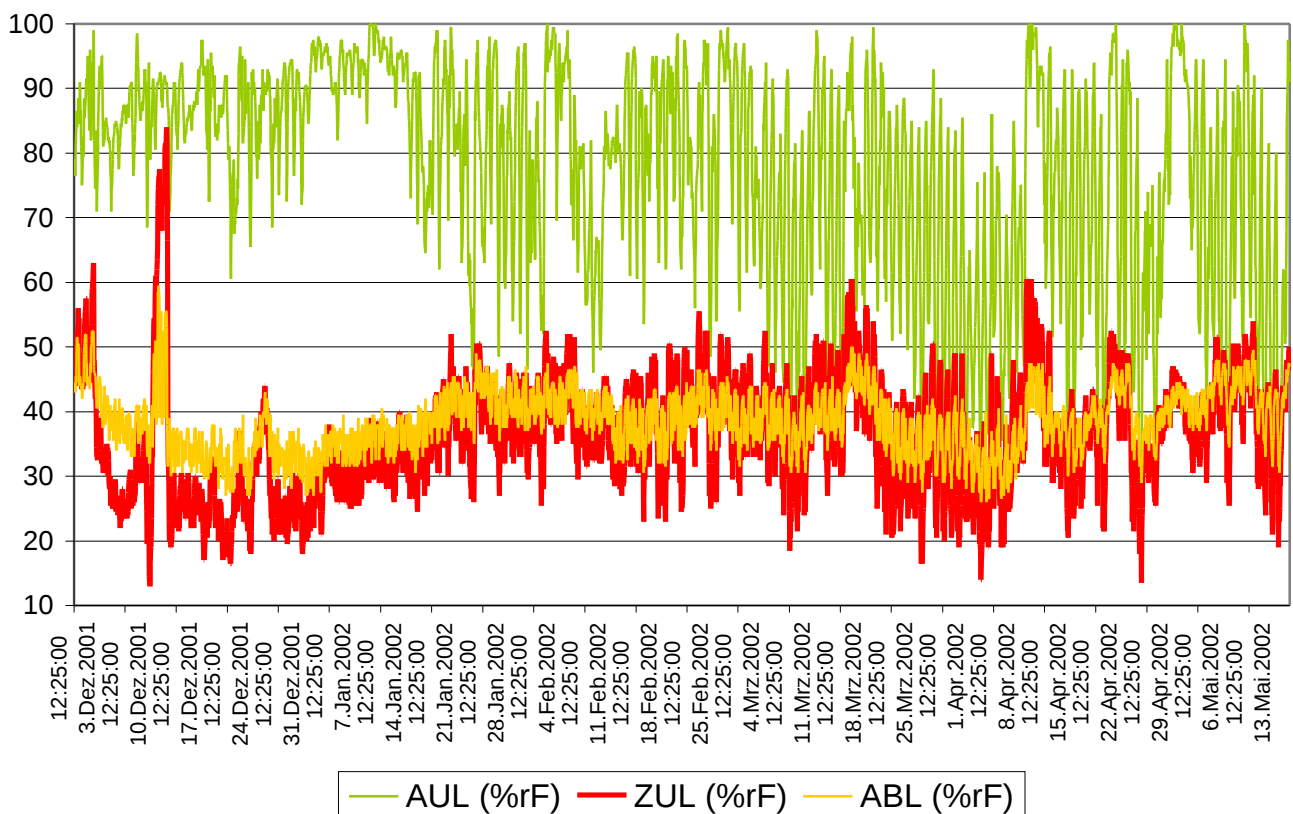


Abbildung 4.2 Zeitlicher Verlauf der mittleren relativen Luftfeuchtigkeiten in Aussenluft, Zuluft und Abluft (im Lüftungsgerät gemessen)

Während die Zulufttemperaturen trotz relativ tiefen Werten kaum zu Problemen führten, wurde die tiefe Feuchtigkeit vielfach als störend empfunden. Tatsächlich betrug bei einer Aussentemperatur von $-8,2^{\circ}\text{C}$ die relative Feuchtigkeit lediglich 22 %. Ähnliche Verhältnisse sind aus anderen (ausgemessenen) Objekten bekannt. Bei tiefen Aussentemperaturen und geringer Wohnungsbelegung sollte der Luftwechsel reduziert werden. Dazu ist zu prüfen, welche Steuerungsmöglichkeiten sich hier eignen würden (z.B. CO_2 -Steuerungen). Luftbefeuchter sollen bedarfsbezogen und raumweise bei Bedarf eingesetzt werden. Für Neuanlagen sind Regenerativ-Wärmetauscher in Betracht zu ziehen.

4.5.3 Luftgeschwindigkeiten:

Die Luftgeschwindigkeiten wurden im Haus 489 im ersten OG in Wohnung "Corino" bei den Durchlässen gemessen. Es handelte sich dabei um eine Wohnung mit einem eher zu hohen Luftvolumenstrom (welcher später noch korrigiert wurde). Details zu dieser Messung sind in Anhang C, Seite 7 dokumentiert.

Die Luftgeschwindigkeiten betrugen (mit Hitzdraht-Anemometer):

- a) direkt beim Durchlass: 1.1 bis 1.4 m/s (Zimmer West bei 27 m³/h Luft)
0.8 bis 1.0 m/s (Zimmer Ost bei 23 m³/h Luft)
- b) 50 cm vom Durchlass: 0.01 m/s (Zimmer West bei 27 m³/h Luft)
0.05 m/s (Zimmer Ost bei 23 m³/h Luft)

Damit ist die Komfortgrenze von 0.02 m/s nur im Zimmer West eingehalten.

4.6. Lüftungsgerät

Bei den eingesetzten Geräten handelt es sich um solche mit stromsparenden EC-Antrieben (Mountair AG, Typ Kombi). Die Effektivität des Gegenstrom-Wärmetauschers wurde mit Hilfe der Temperaturmessungen nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Temperaturwirkungsgrad} = \frac{\text{ZUL} - \text{AUL} \text{ [}^\circ\text{C]}}{\text{ABL} - \text{AUL} \text{ [}^\circ\text{C]}}$$

Der Temperaturwirkungsgrad betrug während der Periode 16.12.01 bis 16.5.02 im Durchschnitt 71 %. Vom 16.12.2001 bis 16.1.2002 betrug der Temperaturwirkungsgrad im Mittel 75 %

Aussagen zum Elektrizitätsverbrauch siehe Kapitel 4.4.

Für die Wartung wurde ein Servicevertrag mit einer Lüftungsfirma abgeschlossen. Diese wechselt die Filter, reinigt und kontrolliert die Anlagen halbjährlich.

4.7. Schallpegelmessungen

Im 1. OG von Haus Nr. 487, Wohnung links wurde der bewertete Schallpegel in einem Schlafzimmer und im Wohnzimmer am 17.9.01 um 16.45 Uhr gemessen. Es handelt sich dabei um diejenige Wohnung, welche am nächsten zur Strasse liegt. Der Schallpegel beträgt im Wohnzimmer etwa 25 dB_A respektive 31 dB_A, wenn sich gerade eine Verkehrswelle (Grünphase) vorbeibewegt. Im Badezimmer sind es 27 / 35 dB_A, und im Schlafzimmer, 20 / 31 dB_A.

Details zu dieser Messung sind in Anhang C, Seite 5 dokumentiert.

Ein Geräusch, das auf die Lüftungsanlage zurückzuführen wäre, konnte nicht festgestellt werden. Diese Lärmimmissionen können für diese Lage als sehr gut bezeichnet werden, was sich auch in den Befragungen ausdrückte.

4.8. MINERGIE-Nachrechnung

Die Berechnung des Energieverbrauchs nach MINERGIE gestaltet sich in diesem Falle schwierig, da die untersuchten fünf Doppelhäuser Bestandteil einer grösseren Überbauung von total 100 Wohnungen sind. Nur die Heizenergie konnte sepa-

rat mittels Wärmezähler gemessen werden, während das Warmwasser für alle 100 Wohnungen gemeinsam gezählt wurde. Der Stromverbrauch der Lüftungen wurde mit separaten Zählern recht genau ermittelt.

Insgesamt erreicht die Überbauung die geplanten Verbrauchswerte recht gut (vgl. Tabelle 4.3).

Der Mehrverbrauch bei der Raumheizung ist primär auf die überdurchschnittliche Öffnung der Fenster (vgl. Umfrage) zurückzuführen. Nicht berücksichtigte Wärmebrücken dürften ebenfalls einen Beitrag zu dieser Abweichung leisten.

Der Warmwassermehrverbrauch ist primär auf den deutlich höheren Wasserverbrauch der Bewohner zurückzuführen (vgl. Kapitel Warmwasser). Unter Berücksichtigung des rund 1.5-fachen Wasserverbrauchs ergibt sich für den MINERGIE-Vergleich aber sogar einen um 19 % tieferen Energieverbrauch für Warmwasser als geplant. Der Lüftungsstromverbrauch entspricht weitgehend den Erwartungen.

	Energie absolut (unkorr.)	Energie spezifisch pro m ² u. J.	Energie nach MINERGIE *)	MINERGIE Planung
	MWh	kWh / m ²	kWh / m ²	kWh / m ²
Heizung (Gas)	522.9	67.3	55.2	52.2
Warmwasser (Gas)	192.6	24.8	23.5	23.5
Energiebedarf H. und WW	715.2	92.1		
Lüftungsstromverbrauch (einfach) und für MINER- GIE doppelt gerechnet	(19.7)	(4.1)	(2.53) 5.1	(2.46) 4.9 0
Energiekennzahl Wärme (nach MINERGIE)			83.8	80.6 (Grenzw: 83.2)

*Tabelle 4.3 Vergleich der gemessenen Verbrauchszahlen mit MINERGIE-Planungswerten; *) die gemessenen Werte wurden nach MINERGIE-Reglement umgerechnet, d.h. auf 20° Raumtemperatur und auf den planerischen Warmwasserverbrauch minus Beitrag Sonnenenergie bezogen*

Details zu diesen Zahlen finden sich in Anhang B.

Gesamthaft kann dieses Bauprojekt aufgrund der energetischen Auswertungen sowie den Komfortmessungen als eine gelungene MINERGIE-Sanierung bezeichnet werden, welche auch den MINERGIE-Grenzwert weitgehend einhält.

5. Ergebnisse der Umfrage

Insgesamt wurden 111 8-seitige Fragebogen an die Erwachsenen Personen der 60 Wohnungen verteilt. 76 oder 68 % beantworteten die 40 Fragen. Der vollständige Fragebogen mit sämtliche Umfrageergebnissen eingetragen befindet sich in Anhang D.

5.1. Haushaltstrukturen und Präsenzzeiten

Die Beantwortenden leben zu 79% in Haushalten mit mehr als 2 Personen. 20% sind Raucher oder Raucherinnen. Es handelt sich um eine vergleichsweise junge Bewohnerschaft: 39% sind unter 20 Jahre alt, 33% zwischen 20 und 40 Jahre alt, 21% zwischen 41 und 60 Jahre und nur 7 % über 61 Jahre alt.

35% geben an Haustiere zu besitzen.

44% der Bewohner halten sich während durchschnittlich bis zu 12 Stunden in der Wohnung auf, der Rest während 12 bis 24 Stunden. 79% bereiten täglich eine Mahlzeit zu.

Die grosse Mehrheit gibt an, gut über die Lüftung informiert worden zu sein und wünscht keine zusätzliche Informationen.

5.2. Wohnungswahl

Das Vorhandensein einer Komfortlüftung ist kein entscheidender Faktor bei der Wohnungswahl.

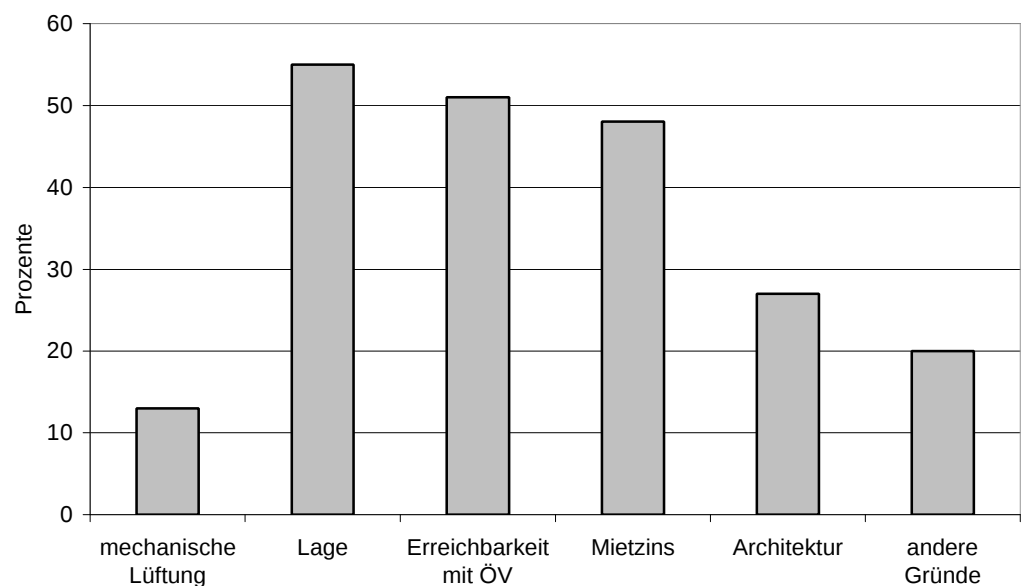


Abbildung 5.1 Warum wurde die Wohnung vor allem gewählt

5.3. Lüftungsgewohnheiten

Eine individuelle Steuerung der Lüftung wird nur von einer Minderheit (20%) gewünscht (Frage 7). Obwohl recht trockene Luftverhältnisse festgestellt wurden, geben nur 31 % an einen Luftbefeuchter einzusetzen. 74% geben an die Lüftungsventile von Zeit zu Zeit zu reinigen.

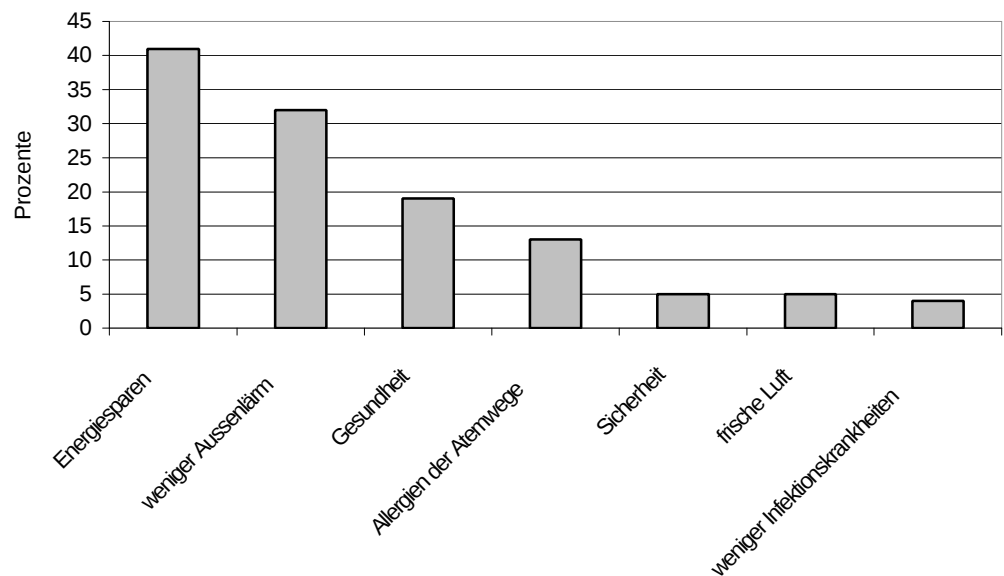


Abbildung 5.2 Wir würden aus folgenden Gründen wieder eine Wohnung mit Komfortlüftung wählen

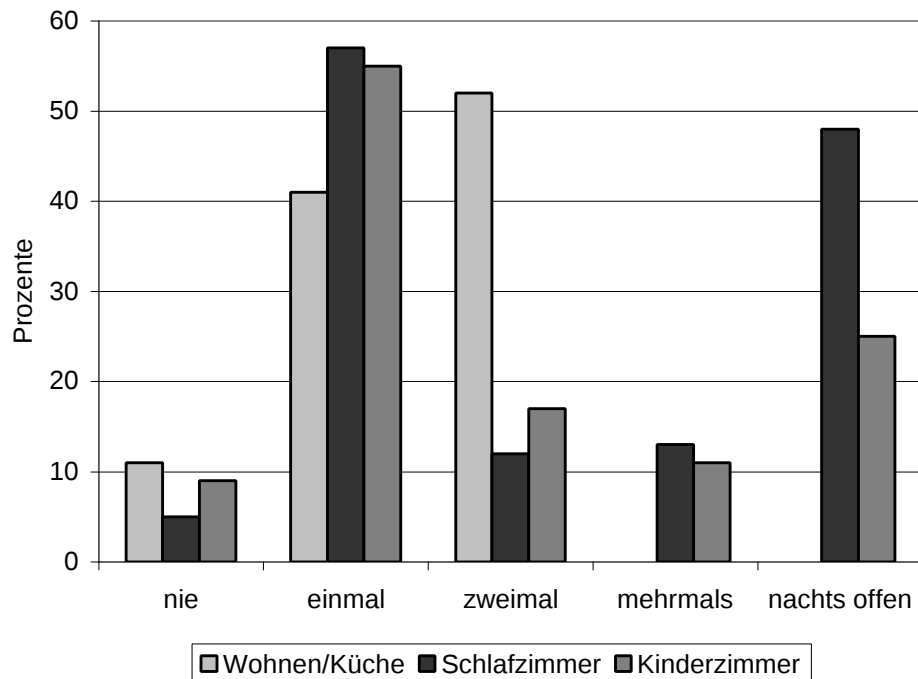


Abbildung 5.3 Wie oft lüften Sie über das Fenster pro Tag

5.4. Raumlufthtemperatur

Die Temperatur wird überwiegend (knapp 70%) als angenehm empfunden.

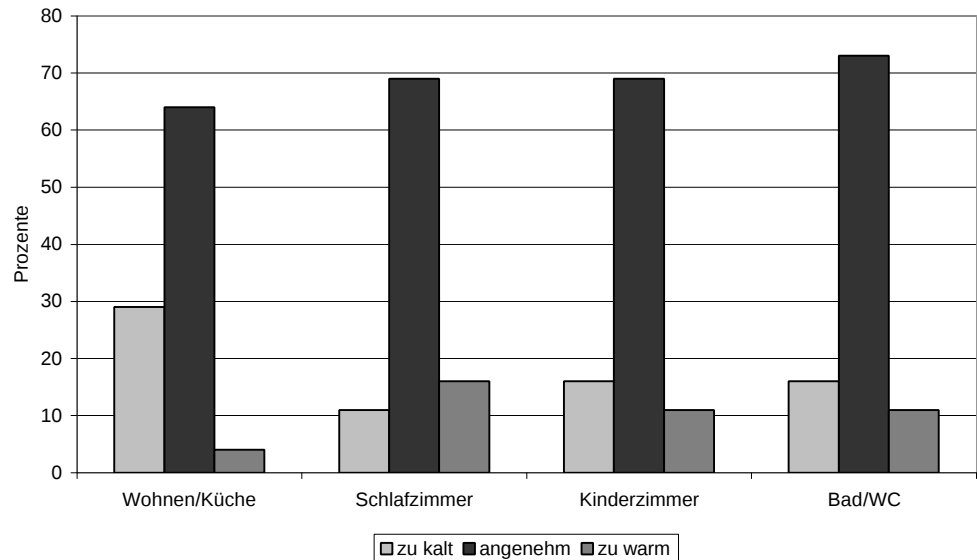


Abbildung 5.4 Wie empfinden Sie die Raumlufthtemperatur im Winter

5.5. Raumlufthfeuchtigkeit

Ausser in den Nasszellen wird die Raumlufth überall als eher zu trocken empfunden.

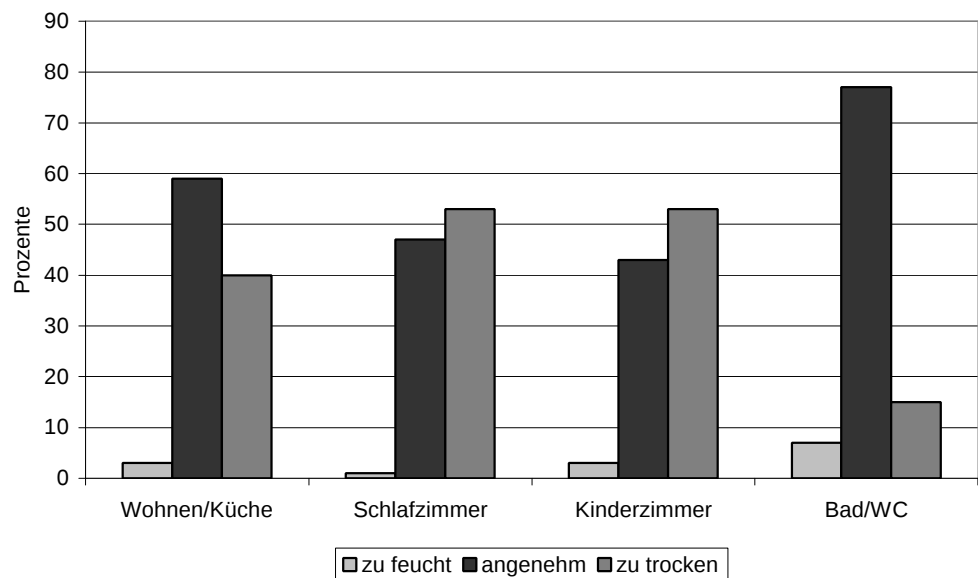


Abbildung 5.5 Wie empfinden Sie die Raumlufthfeuchtigkeit im Winter

5.6. Raumlufthqualität

Im Vergleich zur früheren Wohnung ohne Lüftung wird die jetzige Situation mehrheitlich besser empfunden.

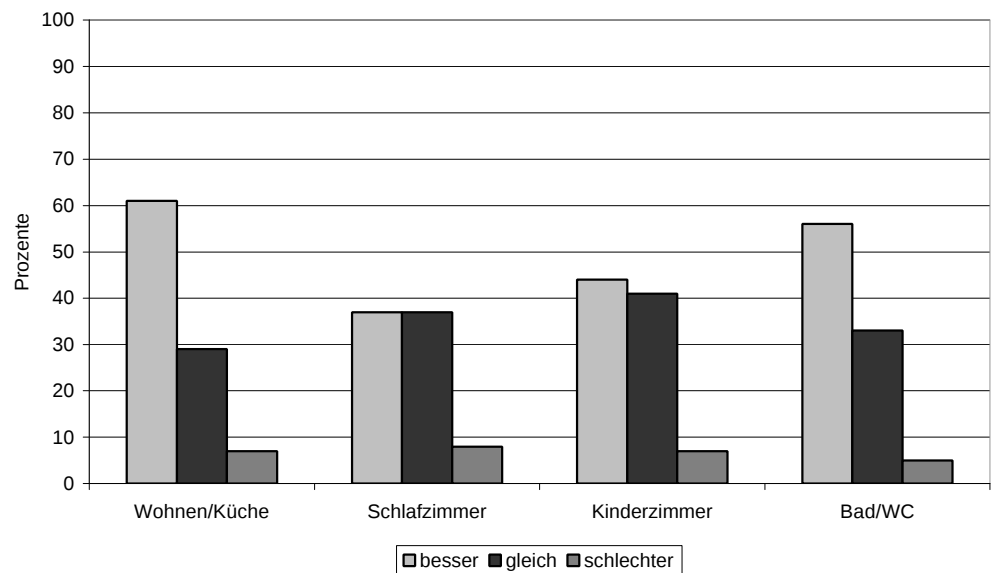


Abbildung 5.6 Wie beurteilen Sie die Raumlufthqualität

5.7. Geruchsbelästigungen

79% fühlten sich durch keine störenden Gerüche belästigt. Diejenigen, die sich durch Gerüche belästigt fühlten (22%), schrieben die Gründe vor allem dem Kochen und Rauchen zu.

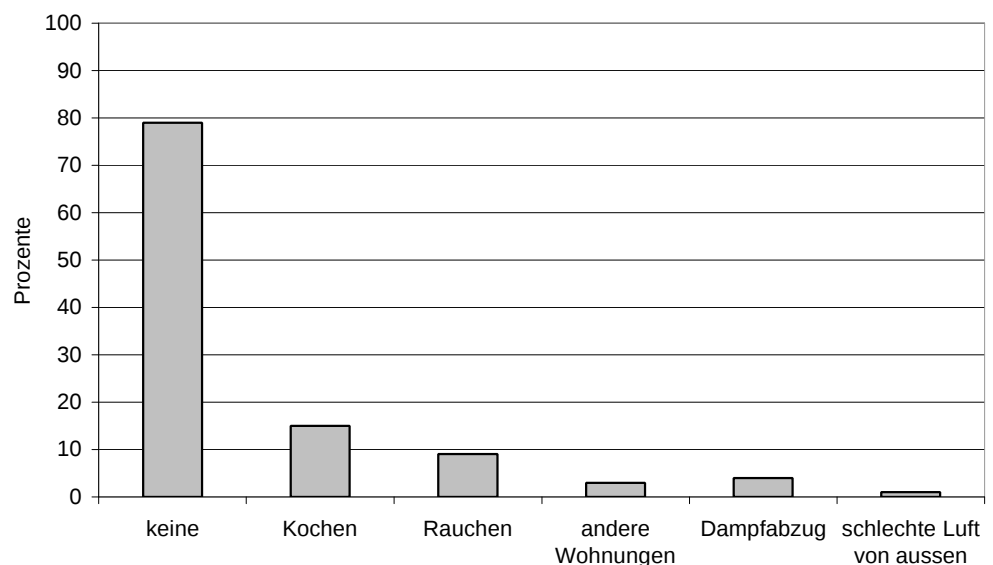


Abbildung 5.7 Wurden in den vergangenen zwei Wochen störende Gerüche festgestellt

5.8. Belästigungen durch Lärm und Geräusche

Generell fühlt sich die Mehrheit durch keine störenden Geräusche belästigt. Tagsüber werden die Lüftungsgeräusche etwas störender wahrgenommen, was sehr wahrscheinlich mit der erhöhten Luftleitung während der Essenszeiten zusammenhängt.

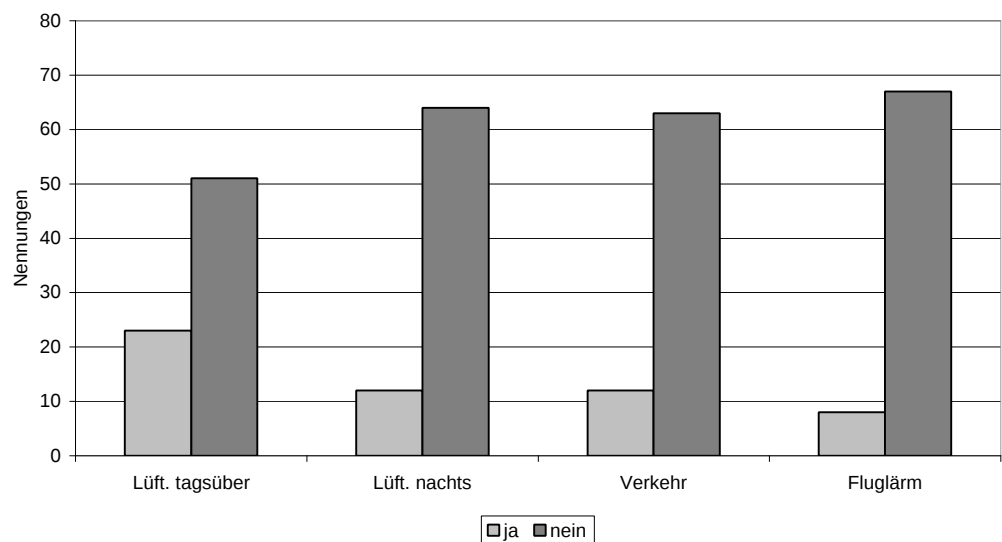


Abbildung 5.8 Nehmen Sie störende Geräusche wahr; bei geschlossenen Fenstern hören wir Verkehr resp. Fluglärm

5.9. Staubanfall

48% stellen fest, dass mit der Lüftung mehr Staub anfällt. Dies kann jedoch auch noch eine Auswirkung der vor nicht allzu langer Zeit erst abgeschlossenen Bauarbeiten sein. Da bereits auch in anderen Fällen Staubprobleme festgestellt wurden, muss dem Schutz der Rohre während der Bauphase, unbedingt mehr Beachtung geschenkt werden.

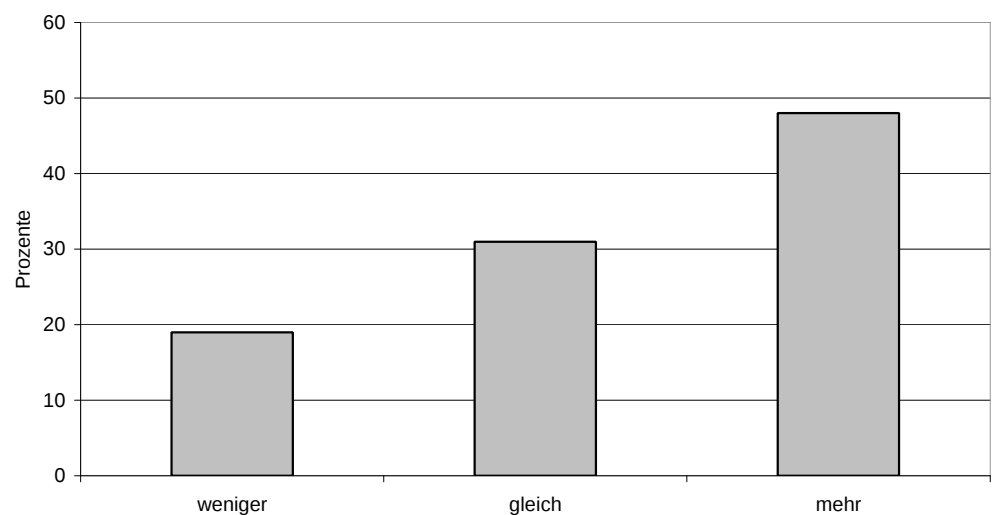


Abbildung 5.9 Wir finden, dass mit der Komfortlüftung weniger Staub anfällt

5.10. Behaglichkeit

Allgemein wird die Behaglichkeit im Vergleich mit der früheren Wohnung mehrheitlich (81%) als gleich oder besser eingestuft. Auch wird die Frage nach vorhandener Zugluft von 58% verneint.

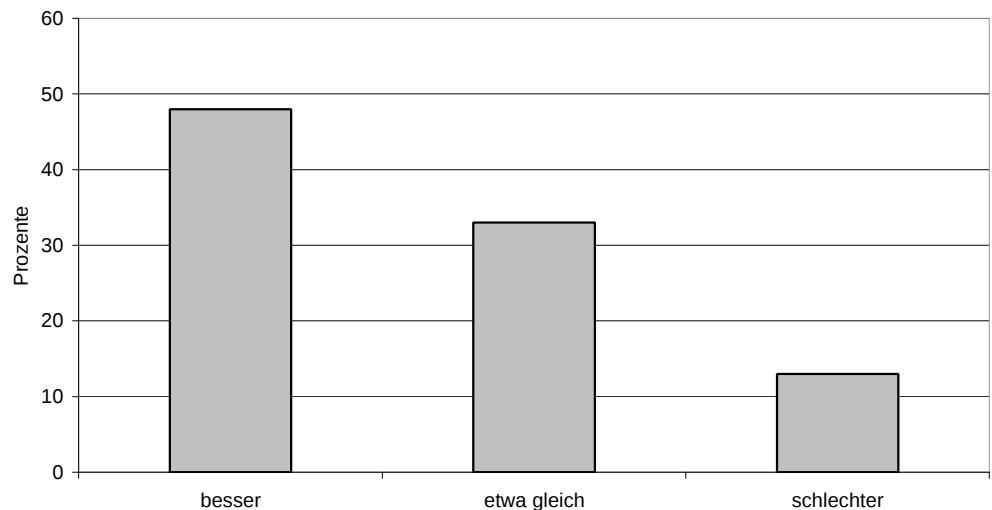


Abbildung 5.10 Wir empfinden die Behaglichkeit im Vergleich zur früheren Wohnung ...

Gesamthaft lässt sich sagen, dass die Bewohner mit der Lüftung zufrieden sind: 56% würden sich im eigenen Haus auch eine Lüftung einbauen lassen. Bei der mehrheitlich positiven Gesamtbilanz bemängeln doch etliche BewohnerInnen (52 %) zu trockene Luft. Gelobt wird vor allem die klar bessere oder gleich gute Raumluftqualität (84 %), die bessere Behaglichkeit und der wirksame Schallschutz.

6. Öffentlichkeitsarbeit

Als Teil der Erfolgskontrolle wurden verschiedene Aktionen für die Öffentlichkeit durchgeführt.

Nachdem schon zu Jahresbeginn 2001 eine Bautafel auf die Besonderheiten dieses Projektes hinwies, wurde im Mai zusätzlich ein grosses MINERGIE-Plakat am Gerüst befestigt.

Mit dem Tag der offenen Tür anfangs Mai hatten die Genossenschafter die Gelegenheit sich während eines Tages über das Projekt zu informieren.

Am 7.5.01 fand ein Grossereignis in zwei speziell aufgestellten Festzelten für eingeladene Vertreter von Baugenossenschaften, Kunden der Beteiligten und Behörden statt. Während rund 4 Stunden wurden laufend Referate, Führungen und Apéros veranstaltet. Wir schätzen, dass rund 300 Interessierte diese Gelegenheit nutzten, darunter auch viele Medienleute. Presseberichte [1], [2], [3], [4].

Im Sommer wurde vom Verein *MINERGIE* und *AWEL* Zürich unter unserer Mitwirkung ein attraktives vierseitiges, farbiges Faltblatt zum Projekt (Anhang F) in etwa 4000 Exemplaren herausgegeben [5]. Dieses wurde inzwischen bereits an zahlreichen Veranstaltungen aufgelegt und verteilt.

Am 2. Oktober 2001 wurde das Projekt zudem mit einer Anerkennung im Rahmen des MINERGIE-Preises 2001 bedacht [6].

Im Juni 2002 erfolgte die Umfrage unter den Bewohnern wiederum unter aktiver Mitwirkung der Genossenschaftsverwaltung.



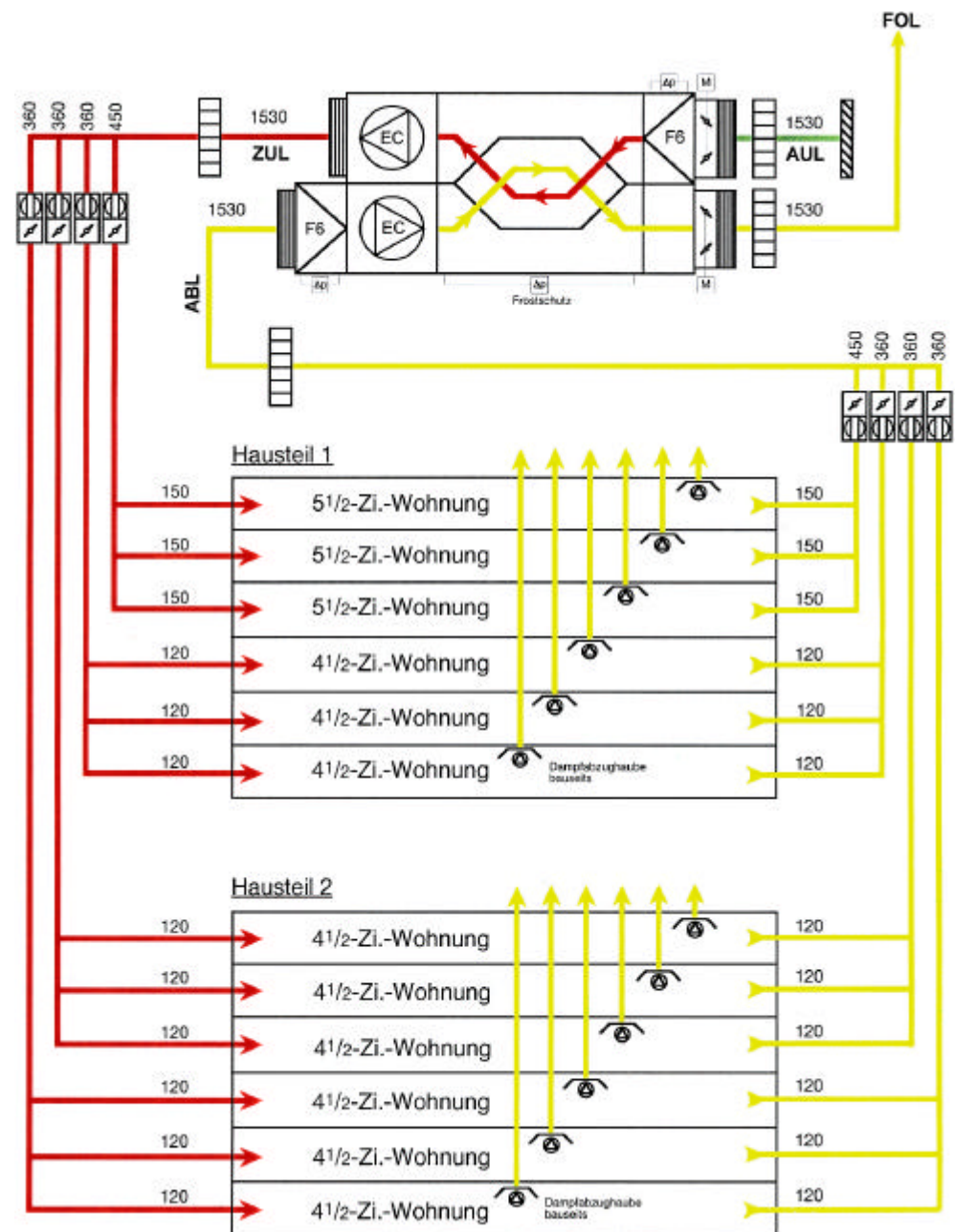
Abbildung 6.1 Zahlreiche Besucher und festliche Stimmung am Informationstag für Fachleute vom 7.5.2001

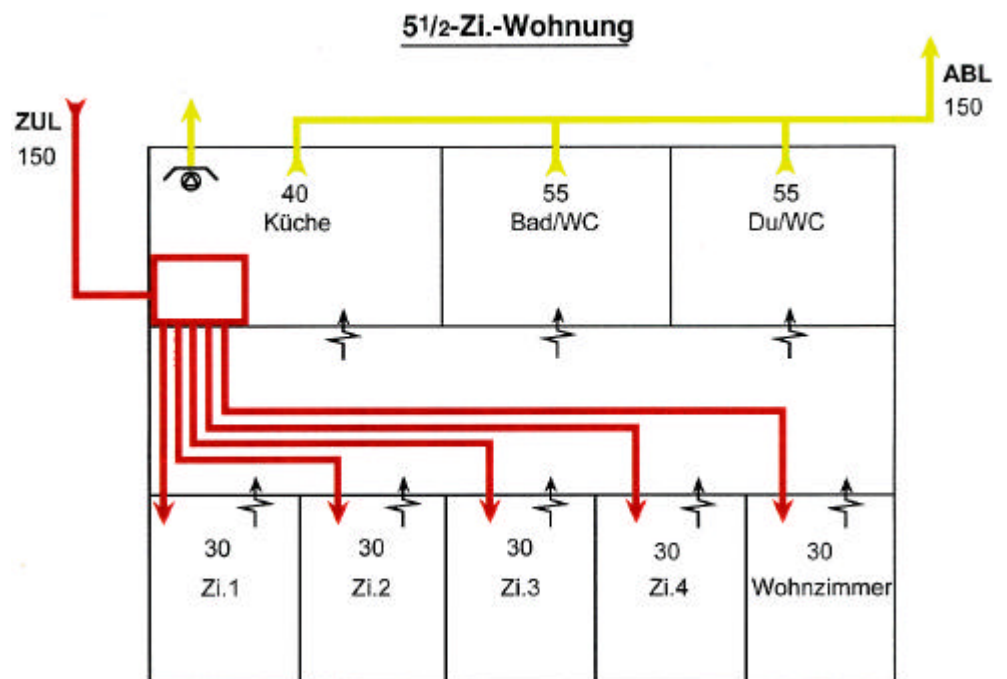
7. Referenzen

- [1] Th. Glatthard: **Mehr Lebensqualität für lärmgeplagte Bewohner** aus *Handelszeitung* Nr. 34, Seiten 67 - 68, 23. August 2000.
- [2] Th. Glatthard: **Minergie dank starker Dämmung** aus *Wohnen*, Heft 1-2/2001, Seiten 8 -11, 2001.
- [3] pd/km: **Baugenossenschaft Waidmatt: energetisch mustergültige Gesamtenovation** aus *tec21*, Heft 22/2001, Seiten 46 - 47, 2001.
- [4] red: **Umbau Mehrfamilienhäuser Wehntalerstrasse Zürich** aus *SchweizerBauJournal*, Heft 4/2001, Seiten 92 - 93, 2001.
- [5] Minergie: **Sanierung bringt hohen Wohnwert** Faltblatt Sept./2001
- [6] MINERGIE und energieSchweiz: Minergie-Preis 2001: **Bericht des Preisgerichts** aus *Baudirektion Kanton Zürich, AWEL*, Okt./2001

Anhang

Anhang A Lüftungsschemen





Anhang B Energieauswertung

Elektrizitätsverbrauch Lüftung

Lüftung	Haus 477 Zähler	kWh/Tag	Haus 483 Zähler	kWh/Tag	Haus 489 Zähler	kWh/Tag	Haus 495 Zähler	kWh/Tag	Haus 501 Zähler	kWh/Tag
03.12.2001	198.4		1809		482		9934		7937	
03.01.2002										
04.02.2002										
06.03.2002										
03.04.2002										
02.05.2002										
23.05.2002										
28.06.2002	3564	16	5264	17	4217	18	14326	21	11112	15
		106%		109%		118%		138%		100%
Spez.mittlere Leistung in Watt:		677		695		752		884		639
Spez. Stromverbr. in W/(m3/h):		0.56		0.57		0.62		0.73		0.53
kWh pro Jahr		5935		6092		6586		7744		5598

Über alle Anlagen gemittelt:**kWh pro m2 und Jahr****4.1 kWh/m2****kWh pro Jahr und Wohnung****532.6 kWh/Whg****Energiekosten pro Whg. u.J.****79.89 Fr.****Energiekosten pro Whg. u.Mt.****6.66 Fr.****Spez. Stromverbrauch****0.60 W/(m3/h)****31955.3 kWh/a**

Während 32 Wochen:

2.53

5.06

(Annahme: 15 Rp./kWh)

19664.81

Luftmengen gemäss Installateur ab 6.12.02:

	<u>m3/h</u>	<u>h</u>
2. Stufe	1450	12.5
1. Stufe	950	11.5
Mittel pro Tag	1210	

Ablesungen Waidmatt /Abrechnung Gaswerk

(alles Endenergie)

70.367 kWh/m3

HGT: 3260

Von	bis	Zähler Gas m3	Anz. Tage		Normiert m3	9.39 Hu auf Mt in kWh	Dez-März in kWh	Zähler WW m3	WW dT=55K 100 Whg Normiert auf Mt m3	in kWh	in %	nur Heizung in kWh	Anteil = 63% für MINERGIE-Bauten in kWh	Gasverbrauch HGT korr. in kWh	auf Jahr hochgerechnet HGT korr. in kWh	kWh/m2	Raumtemp. Auf 22° korr. in kWh	1.220 kWh/m2
02.12.1998	30.12.1998	24424	28	Dez	27041	253914				54889	22%	199025	125292	129160				
31.12.1998	01.02.1999	35440	32	Jan	34333	322382				71572	22%	250810	157892	174961				
02.02.1999	27.02.1999	27251	25	Feb	30521	286593				74116	26%	212478	133761	117158				
28.02.1999	31.03.1999	28166	31	Mrz	28166	264479	1127368			73978	28%	190501	119926	130245	817849	149	670571	122
01.12.1999	30.12.1999	28117	29	Dez	30056	282227				61009	22%	221217	139263	149994				
31.12.1999	31.01.2000	33480	31	Jan	33480	314377				69795	22%	244582	153972	153224				
01.02.2000	29.02.2000	24880	28	Feb	25769	241967				62575	26%	179392	112932	123535				
01.03.2000	31.03.2000	24020	30	Mrz	24821	233066	1071637			65191	28%	167875	105682	117229	811984	148	665761	121
03.12.2001	03.01.2002	19933	31	Dez	19933	187171		575	575	40461	22%	146710	92358	88954				
04.01.2002	04.02.2002	20894	31	Jan	20894	196195		619	619	43557	22%	152637	96090	99320				
05.02.2002	05.03.2002	15416	28	Feb	15416	144756		532	532	37435	26%	107321	67562	84200				
06.03.2002	03.04.2002	13610	28	Mrz	15068	141491	669612	508	562	39576	28%	101914	64158	79898	522918	67.3	428751	55.2

54.0 l/Pers. pro Tag (3.5 Pers. Whg.)

242.3

Einsparung: **54.5%**

Wohnflächen gemäss Angaben Genossenschaft:

vor 2000 m ²	ab 2002 m ²	
7162	8469	18% Mehrfläche
auf EBF umgerechnet (Faktor) 1.29		
9239	10925	18% Mehrfläche
EBF nur MINERGIE-Bauten		
5504	7768	41% Mehrfläche

Warmwasser

inkl. Solarenergie mit 34% Deckungsbeitrag

für 60 Wohnungen (MINERGIE)

192357 kWh für Warmwasser (Jahr)**24.8 kWh/m2 für WW**

89 MJ/m2 für WW

Raumheizung

	kWh	kWh
vor Umbau:	814917	668166
nach Umbau mit Mehrflächen:	522918	428751
Einsparung absolut:	291998	239415
in %	35.8%	35.8%
in Fr.	13140	10774
in Fr./Whg.	219	180

Warmwasser und Heizung: 715276 kWh/a 331.487 MJ/m2

Anhang C Messbericht 26.9.01

Erfolgskontrolle Wehntalerstrasse/Waidmatt Mess-Tag vom 17.9.2001

1. Absicht/Ziel

Im Zusammenhang mit den von Bund und Kanton ZH gesprochenen Fördermitteln für die muster-gültige Sanierung der Mehrfamilienhäuser Wehntalerstrasse 475-501 wird ein messtechnischer Nachweis verlangt.

Der Schwerpunkt liegt auf den Luftmengenmessungen. Am 17.9.01 wurden die wesentlichen Mo-mentanmessungen durchgeführt sowie Messdatenlogger installiert.

2. Inhalt

2.1. Luftmengenmessungen

Von der EMPA Dübendorf wurde ein Flow-Finder ausgemietet um sämtliche Luftdurchlässe im Block 3 (487/489) nachzumessen. Mit Ausnahme der Küchenabluft der Wohnungen "links" im Haus 487 und Whg.1.OG rechts (Blendenabdeckung war noch nicht installiert) konnten alle gemessen werden. Am Lüftungsgerät war **1600 m3/h** eingestellt.

	IST-ZULUFT-Mengen (Gerät auf 1600 m3/h eingestellt)			
in m3/h	Nr. 487, links	Nr. 487, rechts	Nr. 489, links	Nr. 489, rechts
2. OG	86	84	102	89
1. OG	104	83	81	85
EG	88	94	114	117
Summe	278	261	297	291
Total	1127			
SOLL-Luftmengen Zuluft				
2. OG	150	90	90	120
1. OG	150	90	90	120
EG	150	90	90	120
Summe	450	270	270	360
Total	1350			
Abweichung SOLL-IST				
2. OG	-43%	-7%	13%	-26%
1. OG	-31%	-8%	-10%	-29%
EG	-41%	4%	27%	-3%
Summe	-38%	-3%	10%	-19%
Total	-17%			

Die Abweichung von der SOLL-Zuluftmenge beträgt durchschnittlich - 17%, bei grossen Schwankungen zwischen den Wohnungen. Eine Wohnung erhält 43 % zuwenig Luft, während die bestgelüftete 27 % zuviel Luft erhält.

Die Abweichungen der Soll-Luftmengen sind vor allem pro Vertikalzone stark unterschiedlich. Jene Zone, die am weitesten vom Lüftungsgerät entfernt liegt (Haus 487, links) hat mit -40% am wenigsten Luft. Die Wohnungen direkt unter der Lüftung (Haus 489, links) haben am meisten Luft (+10%). Dies lässt darauf schliessen, dass der Abgleich pro Vertikalstrang mangelhaft ist.

Auffallend ist zudem die starke Abweichung der am Gerät eingestellten Luftmenge von 1600 m³/h und der effektiv in den Zimmern ankommenden Luft von 1127 m³/h (= - 30%). Entweder zeigt das Gerät sehr ungenau an oder aber es sind doch erhebliche Leckagen vorhanden.

Zur Kontrolle und als ergänzende Aussage wurden auch die Luftmengen bei auf 2/3 reduzierter Leistung messtechnisch festgestellt. Das Lüftungsgerät wurde am Nachmittag auf **1100 m³/h** eingestellt, um die Luftmengen in den Wohnungen bestimmen zu können, welche in der Nacht gelten. Nach Angaben des Lüftungsinstallateurs schaltet die Lüftung nachts (21.30 bis 06.00 Uhr) automatisch auf die reduzierte Drehzahl um.

Die obenerwähnten Aussagen bestätigen sich weitgehend.

Gesamtluftmenge: 797 m³/h (= - 27%)

in m ³ /h	IST-ZULUFT-Mengen (Gerät auf 1100 m ³ /h eingestellt)			
	Nr. 487, links	Nr. 487, rechts	Nr. 489, links	Nr. 489, rechts
2. OG	67	64	73	68
1. OG	69	54	65	66
EG	53	57	79	82
Summe	189	175	217	216
Total	797			
SOLL-Luftmengen Zuluft				
2. OG	100	60	60	80
1. OG	100	60	60	80
EG	100	60	60	80
Summe	300	180	180	240
Total	900			
Abweichung SOLL-IST				
2. OG	-33%	7%	22%	-15%
1. OG	-31%	-10%	8%	-18%
EG	-47%	-5%	32%	3%
Summe	-37%	-3%	21%	-10%
Total	-11%			

In einer Wohnung waren die Zuluftdurchlässe der Zimmer durch die Bewohner abgeklebt gewesen. Diese Abklebung wurde vor der Messung beseitigt. Die Gründe für dieses Verhalten wurden nicht bekannt.

Bei den Abluftmengen präsentiert sich ebenfalls ein ähnliches Bild.

	IST-ABLUFT-Mengen (Gerät auf 1600 m ³ /h eingestellt)			
in m ³ /h	Nr. 487, links	Nr. 487, rechts	Nr. 489, links	Nr. 489, rechts
2. OG	86	90	109	91
1. OG	104	80	126	93
EG	88	87	120	96
Summe	278	257	355	280
Total	1170			
SOLL-Luftmengen Abluft				
2. OG	150	90	90	120
1. OG	150	90	90	120
EG	150	90	90	120
Summe	450	270	270	360
Total	1350			
Abweichung SOLL-IST				
2. OG	-43%	0%	21%	-24%
1. OG	-31%	-11%	40%	-23%
EG	-41%	-3%	33%	-20%
Summe	-38%	-5%	31%	-22%
Total	-13%			

Die für die Zuluft angeführten Kommentare gelten sinngemäss auch für die Abluft.

Die Auswertung der Luftmengen ergab eine durchschnittliche Luftmenge von 22 m³/h in den Zimmern, von 30 m³/h in den Wohnzimmern und von 34 m³/h Abluft pro Nasszelle sowie 55 m³/h Küchen-Abluft pro Wohnung.

Der Stromverbrauch der Lüftungsgeräte konnte noch nicht ermittelt werden, da die Zähler noch nicht installiert sind.

Auf den folgenden Blättern sind die genauen Messpunkte eingetragen.

Haus Nr. 487, 1. OG mit Lärmmessungen

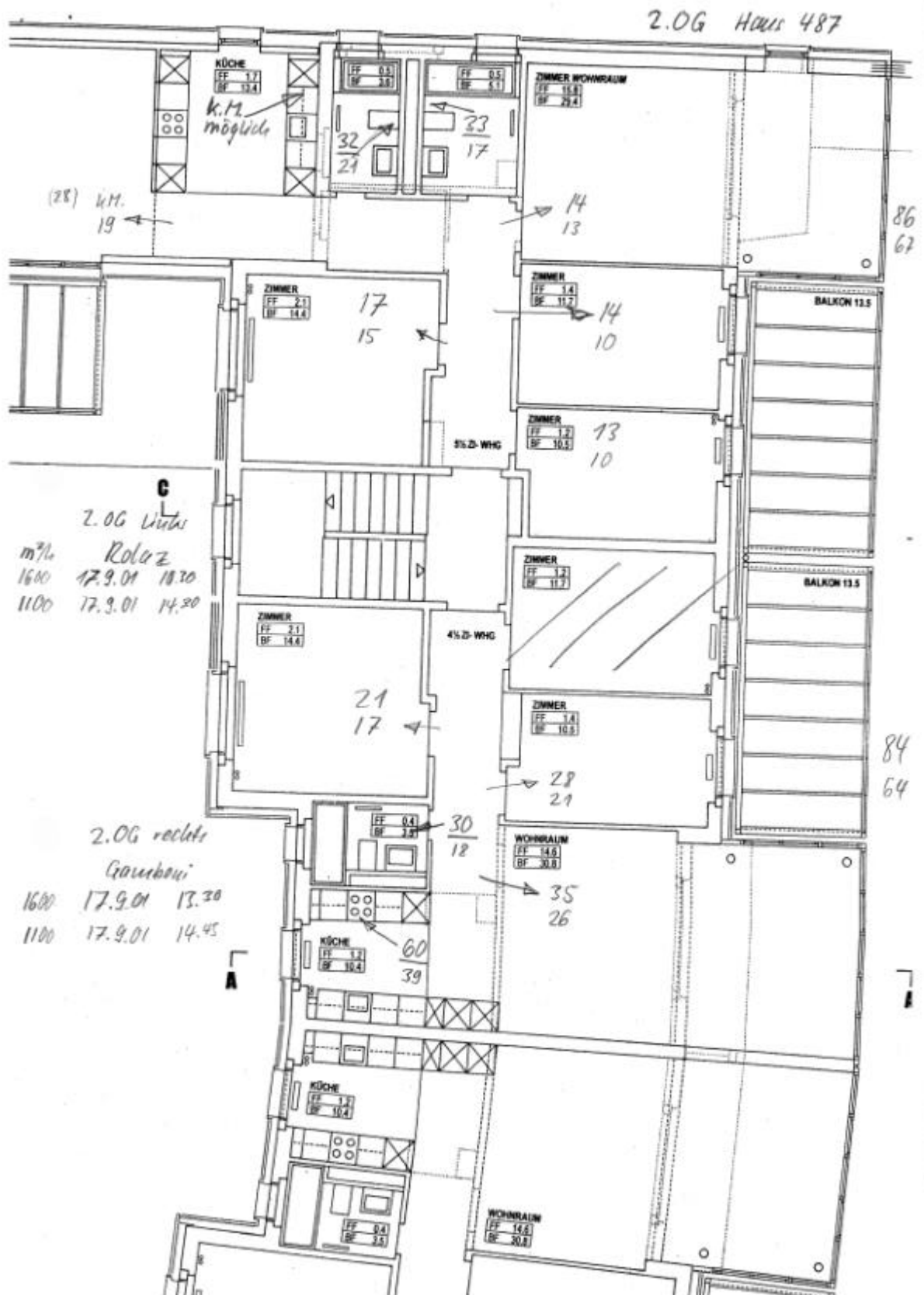
Seite 5

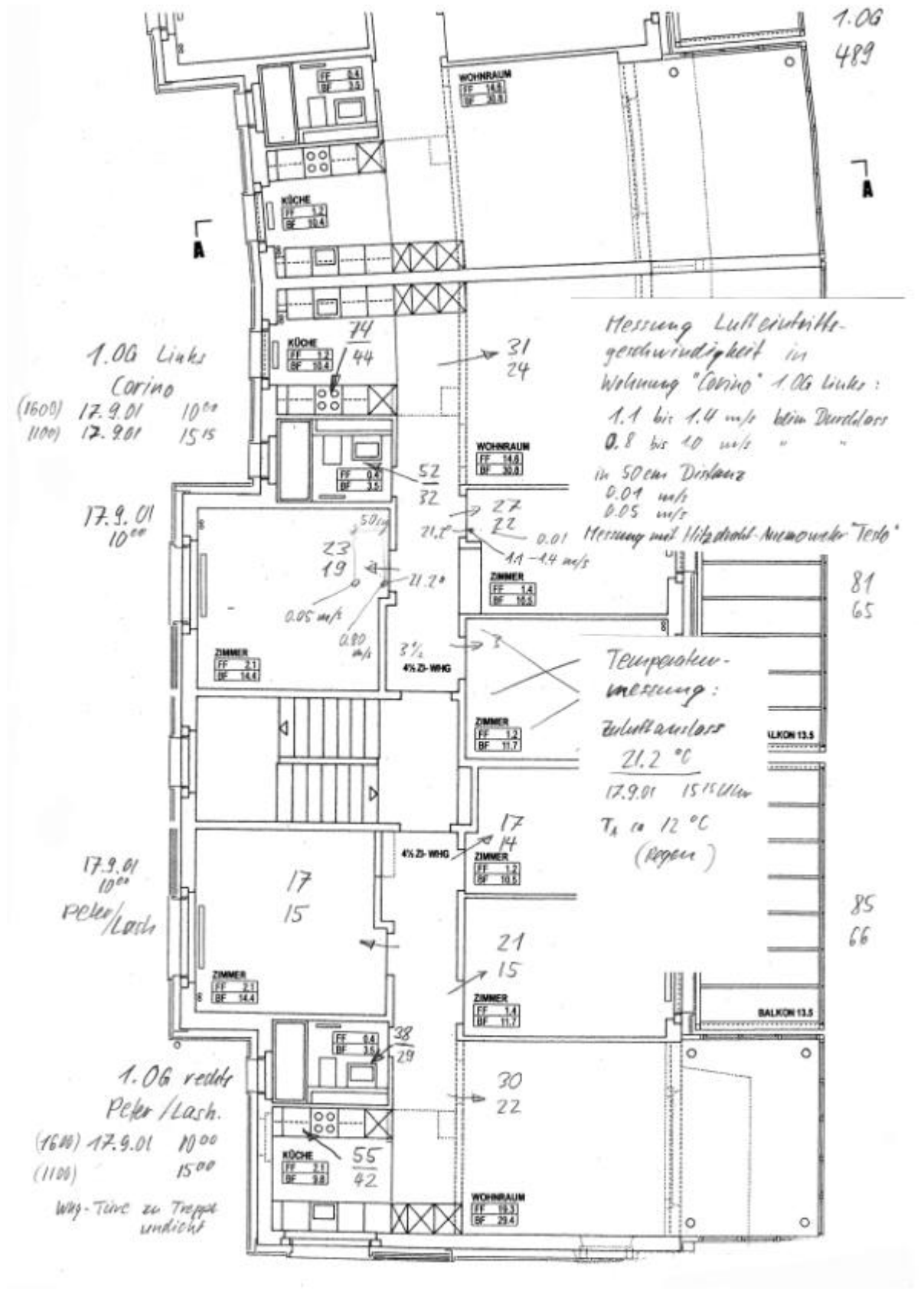
Haus Nr. 489, 1. OG mit Lufteintrittsgeschwindigkeits-Messungen

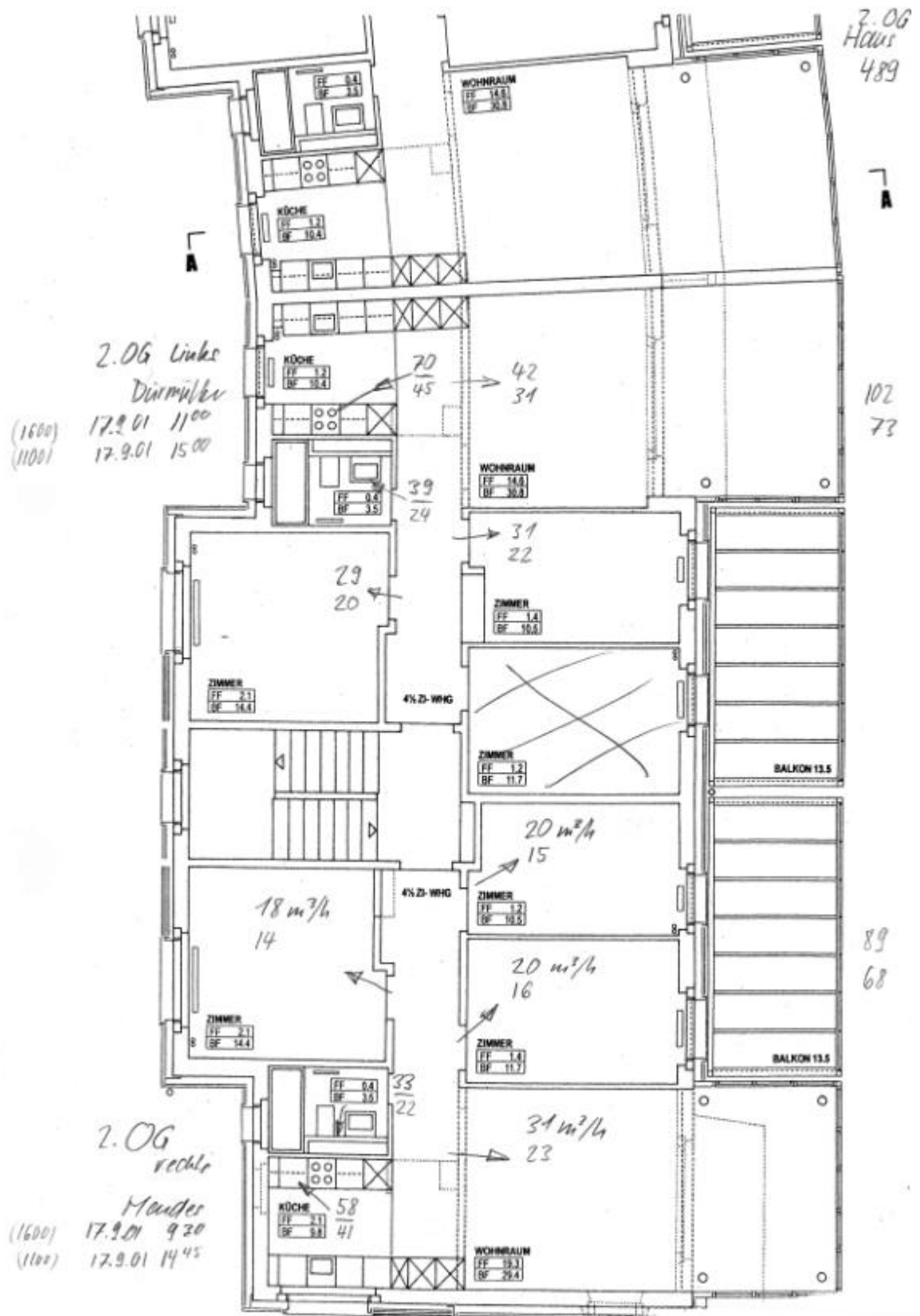
Seite 7











Anhang D Bewohnerumfrage -

Wehntalerstrasse Nr. :

(Bitte Haus-Nr. hier einsetzen!)

Erfolgskontrolle Komfortlüftung Siedlung Wehntalerstrasse, Zürich

(Eine Siedlung der Baugenossenschaft Waidmatt)

Unterstützt vom Bundesamt für Energie BFE

Hinweise:

- Jede erwachsene, in einem der Häuser Wehntalerstrasse 475- - 501 wohnhafte Person, sollte einen Fragebogen ausfüllen (weitere Bogen sind bei der Verwaltung erhältlich)
- Die Fragen beziehen sich auf die Heizperiode von diesem letzten Winter 2001/02
- Sämtliche persönlichen Informationen werden vertraulich behandelt und an keine Drittpersonen weitergegeben. Falls Sie anonym bleiben möchten, geben Sie den Fragebogen in einem geschlossenen Couvert ab. Ihre Namensnennung ermöglicht ein näheres Eingehen auf allfällige Kommentare.
- **Abgabetermin: bis am Donnerstag 4. Juli 2002**
bei der Verwaltung (Wehntalerstrasse 492)
- Für inhaltliche Fragen dürfen Sie sich an Herrn W. Hässig Tel. 01 387 11 22 wenden oder an die Verwaltung bei sonstigen Fragen

Bitte bei allen Fragen ohne Vermerk nur ein Kreuz anbringen

1 Im Haushalt lebende Personen

Anzahl Erwachsene

Person 1 ☐ männlich ☐ weiblich Alter

Person 2 ☐ männlich ☐ weiblich Alter

Anzahl Kinder oder Jugendliche

Person 1 ☐ männlich ☐ weiblich Alter.....

Person 2 ☐ männlich ☐ weiblich Alter

Person 3 ☐ männlich ☐ weiblich Alter

Anzahl rauchende Personen 22

Anzahl Zimmer ☐

2 Wir haben die Wohnung vor allem wegen der mechanischen Lüftung gewählt

10 ja 66 nein

Andere Gründe: Bitte alle zutreffenden Antworten ankreuzen

41 Lage

38 Erreichbarkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln

36 Mietzins

20 Architektur

15 wenn andere Gründe welche Nähe zur alten Umgebung, Grösse, Wohnungsknappheit, kinderfreundlich

3 Wir wurden gut über den Umgang mit mechanischer Lüftung informiert

57 ja 19 nein

4 Wir wünschen weitere Informationen zur mechanischen Lüftung

15 ja 56 nein

5 Wir haben Haustiere

Bitte alle zutreffenden Antworten ankreuzen und Anzahl (falls über 1) angeben

17 Katze

☐ Hund

10 andere

- 6 Wir würden aus folgenden Gründen wieder eine Wohnung mit mechanischer Lüftung wählen

Bitte alle zutreffenden Antworten ankreuzen

24 wegen dem Aussenlärm
4 wegen der Sicherheit
14 allgemein wegen der Gesundheit
10 wegen Allergien der Atemwege
3 weniger Infektionskrankheiten der Atemwege
31 wegen dem Energiesparen
4 wenn andere Gründe welche frische Luft

- 7 Wir würden ein Lüftungsgerät mit individueller Steuerung in der Wohnung bevorzugen selbst bei monatlichen Mehrkosten von

15 ja **56** nein
10 30.- Franken
1 50.- Franken
2 70.- Franken
☐ 100.- Franken
☐ 150.- Franken

- 8 Wir schätzen bei der aktuellen Wohnsituation monatliche Kosten-Einsparungen für Heiz-energie

12 0 - 10.- Franken
22 30.- Franken
16 50.- Franken
3 70.- Franken
2 100.- Franken

- 9 Wir heizen bei sehr tiefen Aussentemperaturen mit z.B. einem Elektroöfeli nach

5 ja **71** nein

- 10 Wir verwenden einen Luftbefeuchter

25 ja **56** nein

- 11 Wir bereiten warme Mahlzeiten zu

60 täglich
12 mehrmals pro Woche
2 höchstens am Wochenende
2 nie

12 Wir lüften Wohnzimmer/Küche pro Tag über die Fenster

8 nie
31 1x
39 2x

13 Wir lüften das Schlafzimmer pro Tag über die Fenster

4 nie
43 1x
9 2x
10 mehr als 2x
36 und schlafen bei geöffnetem Fenster

14 Wir lüften das/die Kinderzimmer pro Tag über die Fenster

7 nie
41 1x
13 2x
8 mehr als 2x
19 und schlafen bei geöffnetem Fenster

15 Wir sind im Durchschnitt pro Tag zuhause

Bitte Anzahl geschätzte Stunden eintragen

☐ Erwachsene Person 1 Stunden

☐ Erwachsene Person 2 Stunden

☐ Kinder Person 1 Stunden

☐ Kinder Person 2 Stunden

16 Wir finden die Lüftung im Sommer angenehm, weil die heisse Luft draussen bleibt

27 ja 40 nein

17 Wir reinigen die Lüftungsventile von Zeit zu Zeit

56 ja 20 nein

18 Wir empfinden die Temperatur der Raumluft (im Winter)

Bitte pro Raumtyp nur eine Antwort ankreuzen

Wohnen/ Küche

3 zu warm 48 gerade angenehm 22 zu kalt

Schlafzimmer

12 zu warm 52 gerade angenehm 8 zu kalt

Kinderzimmer

8 zu warm 52 gerade angenehm 12 zu kalt

Bad/WC

8 zu warm 55 gerade angenehm 12 zu kalt

19	Wir schätzen die Raumlufttemperatur (empfundene, nicht gemessene) in Grad Celsius, während der Heizperiode		
	37 höher als 20	31 gerade 20	8 tiefer als 20
20	Wir empfinden die Luft		
	Wohnen/ Küche		
	30 zu trocken	44 gerade angenehm	2 zu feucht
	Schlafzimmer		
	40 zu trocken	35 gerade angenehm	1 zu feucht
	Kinderzimmer		
	40 zu trocken	32 gerade angenehm	2 zu feucht
	Bad/WC		
	11 zu trocken	58 gerade angenehm	5 zu feucht
21	Wir nehmen während der Heizperiode tagsüber störende Geräusche der Lüftungsanlage wahr		
	23 ja	51 nein	
22	Wir nehmen während der Heizperiode nachts störende Geräusche der Lüftungsanlage wahr		
	12 ja	64 nein	
23	Wir hören über die Lüftungsanlage Geräusche aus Nachbarwohnungen		
	38 ja	39 nein	
24	Wir hören bei geschlossenen Fenstern Verkehrslärm		
	12 ja	63 nein	
25	Wir hören bei geschlossenen Fenstern Fluglärm		
	8 ja	67 nein	
26	Wir beurteilen die Raumluftqualität (stickige, abgestandene Luft; Kochgerüche u.a) gegenüber der früheren Wohnung, falls ohne mechanische Lüftung, als		
	Wohnen/Küche		
	46 besser	22 etwa gleich	5 schlechter
	Schlafzimmer		
	28 besser	28 etwa gleich	6 schlechter
	Kinderzimmer		
	33 besser	31 etwa gleich	5 schlechter
	Bad/WC		
	42 besser	25 etwa gleich	4 schlechter

- 27 Wir haben während den vergangenen zwei Wochen störende Gerüche wahrgenommen

17 ja 58 Nein

Wenn ja, wir vermuten als Ursache

Bitte alle zutreffenden Antworten ankreuzen

11 kochen

7 rauchen

☐ Baumaterialien

☐ Innenraumausstattung

☐ schlechte Luft von aussen (Verkehr)

2 schlechte Luft von anderen Wohnungen

☐ Filter der Klimaanlage

4 andere Feuer in der Regulastrasse, Dampfabzug

- 28 Wenn wir bauen würden, möchten wir ein Haus mit

mechanischer Lüftung ohne mechanischer Lüftung

37 ja 29 ja

- 29 Wir empfinden die Behaglichkeit unserer Wohnung im Vergleich mit der früheren

36 besser 25 etwa gleich 10 schlechter

- 30 Wir leiden weniger unter Erkältungskrankheiten als in der alten Wohnung ohne mechanische Lüftung

13 ja 42 gleich 20 nein

- 31 Falls Sie an Allergien leiden: Im Vergleich mit der früheren Wohnung ohne mechanische Lüftung ist eine Besserung eingetreten

7 ja 28 gleich 17 nein

- 32 Wir benötigen weniger Medikamente gegen Allergien seit wir in der mechanisch gelüfteten Wohnung leben

4 ja 26 gleich 25 nein

- 33 Wir haben Beschwerden die mit Zugluft zusammenhängen, seit wir in der mechanisch gelüfteten Wohnung leben

11 ja 17 gleich 44 nein

- 34 Wir denken, dass mit diesem Lüftungskonzept weniger eingebrochen wird

4 ja 26 gleich 39 nein

- 35 Wir finden, dass mit mechanischer Lüftung weniger spontane Sozialkontakte über offene Fenster entstehen
9 ja **25** gleich **39** nein
-
- 36 Wir denken, dass mit diesem Lüftungskonzept die Gefahr aus einem Fenster zu stürzen für Kinder reduziert ist
17 ja **21** gleich **32** nein
-
- 37 Wir finden, dass mit mechanischer Lüftung weniger Staub anfällt
14 ja **23** gleich **36** nein
-
- 38 Wir setzen den Dampfabzug in der Küche in Betrieb
45 täglich
23 mehrmals pro Woche
4 höchstens am Wochenende
1 nie
-
- 39 Bei laufendem Dampfabzug haben wir Probleme festgestellt
2 ja **65** nein **7** wir öffnen ein Fenster
-
- 40 Falls wir Fragen haben, dürfen wir uns persönlich an Sie wenden?
☐ wenn ja unter Telefonnummer.....
-

Ihre weiteren Ergänzungen/Anmerkungen

.....

.....

.....

Sie sind am Ende des Fragebogens angelangt, wir danken für Ihre Mitarbeit.

(bitte bis spätestens am Donnerstag 4. Juli 2002 bei der Verwaltung (Wehntalerstrasse 492) abgeben)

Anhang E Situationsplan der neuen Situation



SITUATION 1: 400

Anhang F MINERGIE - Faltblatt "Wehntalerstrasse"

5 Punkte

MINERGIE für Wohnbauten

- 1** MINERGIE® ist ein Qualitätslabel für neue und sanierte Gebäude. Die Marke wird vom Bund, den Kantonen und der Wirtschaft gemeinsam getragen und ist vor Missbrauch geschützt.
- 2** Im Zentrum steht der Komfort – der Wohn- und Arbeitskomfort von Gebäudenutzern. Ermöglicht wird dieser Komfort durch eine hochwertige Bauhülle und eine systematische Lüfterneuerung.
- 3** Der spezifische Energieverbrauch gilt als Leitgrösse, um die geforderte Bauqualität zu quantifizieren. Dadurch ist eine zuverlässige Bewertung gegeben. Für Neubauten gilt ein spezifischer Endenergieverbrauch für Raumwärme und Wassererwärmung von maximal 45 kWh pro m² und Jahr respektive für Sanierungen von maximal 90 kWh pro m² und Jahr, wobei die Elektrizität doppelt gewichtet wird.
- 4** Der Baustandard MINERGIE geniesst eine breite Akzeptanz. Gründe gibt es viele, der wichtigste: Bauherrschaften, Architekten und Ingenieure, sind in der Gestaltung, in der Materialisierung und in der inneren und äusseren Struktur eines Gebäudes völlig frei. Einzig die im Standard definierten Anforderungen sind einzuhalten.
- 5** In der Baubranche hat sich mittlerweile ein vielfältiges Angebot an Dienstleistungen und Produkten für MINERGIE-Bauten entwickelt. Zu den Anbietern zählen Architekten und Ingenieure, Hersteller von Materialien, Komponenten und Systemen. Die Breite dieses Marktes fördert die Qualität.



Minergie bringt Qualität.

Die Baudirektion des Kantons Zürich empfiehlt die Siedlung Wehntalerstrasse als Demonstrationsobjekt MINERGIE.

Beteiligte

Bauherrschaft

Baugenossenschaft Waidmatt
8046 Zürich
info@waidmatt.ch
www.waidmatt.ch

Architekten

Anne-Marie Fischer + Reto Visini
Dipl. Architekten ETH/SIA
8057 Zürich
fischer-visini@bluewin.ch

Energie- und Haustechnikkonzept

Basler & Hofmann
Ingenieure und Planer AG
8029 Zürich
whaessig@bhz.ch
www.bhz.ch

Generalunternehmer

Halter Generalunternehmung
8048 Zürich

MINERGIE

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

Geschäftsstelle MINERGIE

Steinerstrasse 37
3000 Bern 16
Telefon 031 352 51 11
Fax 031 352 42 06
minergie@mkr.ch

MINERGIE Agentur Bau

Optingenstrasse 54
3013 Bern
Tel. 031 340 35 30
Fax 031 340 35 36
minergie@buergi-raaflaub.ch

Gratis-Telefon 0800 678 880
www.minergie.ch



Siedlung Waidmatt an der Wehntalerstrasse

Sanierung bringt hohen Wohnwert

Baugenossenschaft Waidmatt saniert 60 Wohnungen in fünf Doppel-Mehrfamilienhäusern; Minergie-Standard; beispielhafte Erneuerung; Vermietbarkeit rechtfertigt Vorgehen.

Moderne Architektur mit traditionellen Materialien kombiniert: hinterlüftete Holzverschalung an einem der fünf Mehrfamilienhäuser.

1 Der Mietmarkt verlangt intelligente Grundrisse

2 Tageslicht und grosse Balkone als Pluspunkte

3 Qualität der Bauhülle ist für den Komfort entscheidend

4 Systematische Lüfterneuerung reduziert Lärmbelastung

5 Minergie liefert verlässliche Leitplanken



In die Jahre gekommen ...

Zwischen innen und aussen liegen diese Siedlungen, zwischen dem Kern und dem weiten Umland einer Stadt. Und oft liegen sie an Ausfallstrassen, wie die 1949 erbaute Siedlung an der Wehntalerstrasse in Zürich-Affoltern. Der Lärm drückt auf den Wohnwert, der ohnehin – aufgrund unpraktischer Grundrisse und veralteter Bäder und Küchen – stark eingeschränkt war. Ungenügender thermischer Komfort und Schimmelpilz zeigten Baumängel. Mit einem 15 m² grossen Wohnzimmer sind Familienwohnungen nur noch schwer zu vermieten. Die Folge ist eine soziale Entmischung der Bewohnerschaft – zweifelsohne eine schlechte Entwicklung.

Der Vorstand der Baugenossenschaft Waidmatt, dem die Siedlung anvertraut ist, handelte: Das erklärte Ziel war mehr Komfort durch

- geringere Lärmbelastung
- intelligente Grundrisse
- mehr Behaglichkeit
- neue Bäder und Küchen

60 Wohnungen in 5 Doppel-Mehrfamilienhäuser

Vorher	Nachher
12 mit 3 Zimmer	12 mit 3½ Zimmer
48 mit 4 Zimmer	36 mit 4½ Zimmer
	12 mit 5½ Zimmer
4200 m ² Netto-Wohnfläche	5676 m ² Netto-Wohnfläche

Die Siedlung an der Wehntalerstrasse vor der Gesamtsanierung.



Grundrisse und Bautechnik

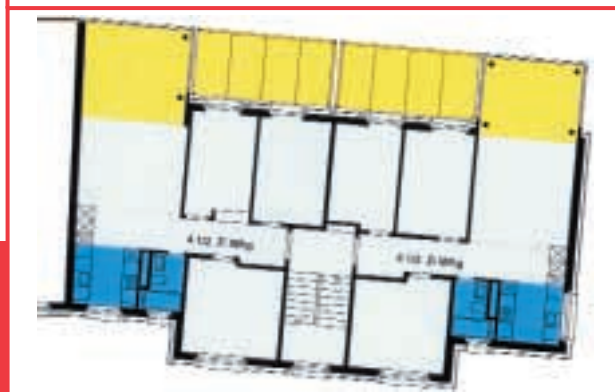
Wohnzimmerfläche verdoppelt

Die Wohnzimmer messen jetzt 30 m² und sind sehr gut mit Tageslicht versorgt. Möglich wurde dies durch einen verglasten Anbau, der den Raum erweitert und gleichzeitig einen Windschutz für die benachbarten Balkone bildet. Durch den offenen Grundriss zwischen Gang, Küche und Wohnraum entsteht jene Grosszügigkeit, die bei Vermietungen oft den Ausschlag gibt. Da liegen Schlafzimmer in der ursprünglichen Grösse durchaus drin. Bäder und Küchen wurden vollständig erneuert. Neben der umfassenden Sanierung waren im Bauprogramm Neu- und Anbauten, darunter ein Gemeinschaftsraum für Feste, die die Nutzfläche um 35% vergrösserten.

Eine bessere Bauhülle war das zweite, ganz zentrale Postulat der Gesamtsanierung. Heute bildet Mineralwolle einen hervorragenden Wärmeschutz: In den Aussenwänden sind es 14 cm, in den Böden über den Kellern 10 cm, in der Decke unter dem (kalten) Estrich 12 cm. Bei Neubauteilen wurden sogar 20 cm Wärmedämmung eingebaut. Hochwertige Fenster in den neuen Aussenbauteilen (U-Wert 1,4 W/m² K) mindern den Kaltluftab-

fall in den Wohnräumen. Leider wurden die Fenster in den Altbauanteilen als Einzelmassnahme vor einigen Jahren ausgetauscht, sie wurden nicht ersetzt. Entlang der stark befahrenen Wehntalerstrasse schützt eine Wand aus Glasbausteinen den Siedlungsraum vor Lärm.

Wohnzimmer in zwei Richtungen erweitert: Durch einen Neubauteil und durch eine Verbindung mit der Küche.



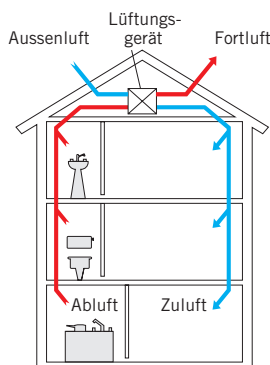
Lärmbelastung elegant reduziert

Eine sanfte Komfortlüftung bringt vor allem frische Luft und reduziert die Feuchtigkeit (und damit die Gefahr von Schimmelpilzen). Doch an der Wehntalerstrasse hat die Anlage zur systematischen Lüfterneuerung, wie die Fachleute sagen, zusätzlich eine immissionsmindernde Funktion: Wohnen ohne Lärm. In jedem der fünf Wohnhäusern steht im Estrich eine Anlage mit Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung (Wirkungsgrad mindestens 80%). Sie setzt ein Luftvolumen von 1530 m³ pro Stunde um, was einer Zulufrate von 30 m³ je Zimmer und Stunde entspricht. In Küche und Bad verlässt die verbrauchte Luft über Auslässe die Wohnungen und gibt in der Lüftungszentrale Wärme an die Zuluft ab. Feststellbar sind die sanften Luftströmungen zwischen den Räumen nicht. Dies ist durch Messungen in anderen Objekten belegt; zudem bestätigen die Mieter in der Siedlung diesen Sachverhalt.

Die Wassererwärmung erfolgt in zwei Stufen, was ökologische Vorteile bietet: Sonnenkollektoren mit einer Fläche von 146 m² wärmen das Wasser vor, vom Gaskessel kommt die Wärme für die Nachheizung.

Weitere haustechnische Massnahmen:

- Sanierung von Küchen und Bädern mit Ersatz der Warmwasserleitungen
- Erneuerung der Heizzentrale (neu: kondensierender Erdgaskessel)
- Neue Fernleitungen für die Heizwärme zu allen Häusern
- Ersatz der Kanalisationsleitungen auf dem ganzen Grundstück



So funktioniert die systematische Lüfterneuerung.

Kosten

Nicht billig, aber langfristig kostengünstig

Mit Baukosten von 13 Mio. Franken ist die Sanierung keineswegs billig. Die Sanierung schafft aber ein Potenzial bei der Vermietung, das die Kosten mehr als rechtfertigt. Dies zeigt sich im Interesse an den sanierten Wohnungen.

Siedlungsdaten

Bauvolumen	32 274 m ³
Geschossflächen	7295 m ²
Anzahl Wohnungen	60
Gesamtkosten	13 Mio. Fr.
Kosten pro Wohnung	ca. 216 000 Fr.

Mieten vorher und nachher

Wohnungen mit	Nettomiete vorher	nachher
3 Zimmer (neu: 3½)	Fr. 656.–	Fr. 1301.–
4 Zimmer (neu: 4½)	Fr. 737.–	Fr. 1478.–
5½ Zimmer (neu)	–	Fr. 1758.–

Erfahrungen

Hoher Wohnwert als Zielsetzung hat sich bewährt

Ernst Graf, Geschäftsführer der Baugenossenschaft Waidmatt.



«Wohnungen mit hohem Wohnwert haben zwei Vorteile: Die Vermietung ist problemlos – die Zahl der Mietinteressenten war sehr gross. Mindestens so wichtig für die Genossenschaft: Behagliche und geräumige Wohnungen geben unseren Mieterinnen und Mietern das Gefühl, im richtigen Haus, in der richtigen Siedlung und beim richtigen Vermieter zu wohnen.» Ernst Graf