Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115 (1997)
Heft: 20

Artikel: Ökologie und Ökonomie bei der Mehrfamilienhaussanierung
Autor: Humm, Othmar
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79239

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Pilot- und Demonstrationsanlagen des Bundes und der Kantone
Othmar Humm, Zürich

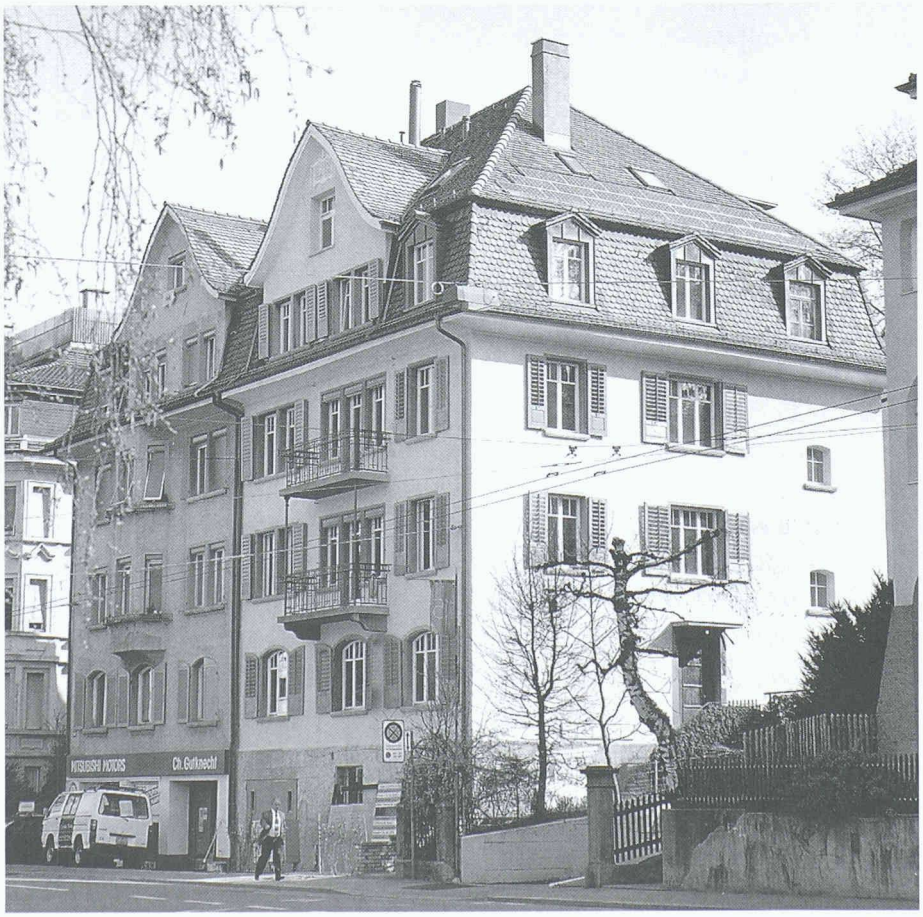
Ökologie und Ökonomie bei der Mehrfamilienhaussanierung

Ein 5-Familien-Haus an der Mutschellenstrasse in Zürich steht unter Objektschutz; trotz Auflagen wurde das Haus beispielhaft instandgesetzt. Die Kellerdecke, das Dach und ein Teil der Fassade wurden zusätzlich gedämmt, neue Fenster eingebaut, drei Wohnungen mit einer mechanischen Lüftung ausgerüstet, Materialien und Komponenten nach wohnphysiologischen und ökologischen Kriterien ausgewählt. Der Wärmeenergiebedarf beträgt nur noch die Hälfte im Vergleich zu früher.

An eine Veränderung der Fassade war nicht zu denken, und am Dach wurden der Bauherrschaft nur geringfügige Anpassungen zugestanden. Denn die Jugendstilfassade des Mehrfamilienhauses aus dem Jahre 1913 ist nach Einschätzung der Denkmalpflege der Stadt Zürich schützenswert. Diese Ausgangslage ist keineswegs selten: Vielfach ist eine Aussendämmung der Fassade zwar zulässig, scheitert aber an den Kosten. Insofern war die Aufgabenstellung für den Architekten typisch. Komfortsteigerung, Werterhaltung und ein marktfähiges Kosten-Nutzen-Verhältnis einerseits sowie eine ökologisch orientierte Planung und Instandsetzung andererseits waren die wesentlichen Ziele.

Das einseitig angebaute Gebäude umfasst insgesamt sechs Geschosse: Untergeschoss, vier Obergeschosse mit je einer Wohnung und ein Dachgeschoss, das früher als Estrich, heute als Kleinwohnung mit eingebauter Galerie genutzt wird.

1
Das Mehrfamilienhaus an der Mutschellenstrasse 103 in Zürich aus dem Jahre 1913. Über den Fenstern der Mansarde ist die Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 1,6 kW und einer Fläche von 13,2 m² sichtbar (Bilder: Martin Müller, 8932 Mettmenstetten)



Mit SIA-Absenkpfad kompatibel

Der Absenkpfad des SIA [1] empfiehlt für Bauten aus den Jahren 1901 bis 1940 eine Absenkung der Energiekennzahl Wärme um 37% (von 920 auf 580 MJ/m²a). Das Mehrfamilienhaus liegt mit 334 MJ/m²a um 48% unter der «alten» Energiekennzahl von 690 MJ/m²a. (Aus Vergleichsgründen wird eine fossile Wärmeerzeugung angenommen.) Das Objekt erfüllt auch die Empfehlungen nach Minergie [2], ein von den Kantonen Bern und Zürich gemeinsam getragener Standard energiesparender Bau- und Betriebsweisen. Für Sanierungen lautet die empfohlene Energiekennzahl Wärme 320 MJ/m²a, wobei der Bedarf an Elektrizität für mechanische Wohnungslüftungen und für Antriebe von Wärmepumpen doppelt gerechnet werden muss. Ohne Wärmepumpen würde der Minergie-Standard allerdings nicht erfüllt (Bild 3).

Für Denkmäler: Verbundfenster

Als Fenster wurde eine IV-EV-Kombination eingebaut, die sich bei vielen geschützten Objekten bewährt hat. (Nach DIN ist es ein Verbundfenster.) Die innere Isolierverglasung (IV) bildet, zusammen mit den inneren Flügeln und dem Blendrahmen, die Dämmebene, die äussere Einfachverglasung (EV) schützt die Konstruktion vor Witterungseinflüssen. Die äusseren, aufgeschraubten Flügel sind aber auch gestalterische Elemente: Sprossen und Stege können durchaus schlank sein, die thermische Qualität des Fensters erfährt durch die Versprossung keine Einbusse. Der Aufbau von aussen nach innen: 4-mm-Scheibe, innen beschichtet mit Zinn-Oxid; Scheibenzwischenraum von 28 mm, belüftet; 4-mm-Scheibe ohne Be-

2
Gebäudedaten Mutschellenstrasse 103

Baujahr	1913
Instandsetzung	1996
Standort	Zürich
Höhenlage	435 m ü. M.
Heizgradtage	3 717 Kd
Heiztage	229 d
Grundstückfläche	266,2 m²
Bruttogeschossfläche	635,5 m²
Gesamtfläche	764,5 m²
Überbaute Fläche	129 m²
Energiebezugsfläche (EBF)	636 m²
Beheiztes Volumen (netto)	1 476 m³
Gebäudehüllfläche (A)	642 m²
Gebäudehüllenziffer (A/EFB)	1,01
Umbautes Volumen nach SIA	2 504,8 m³

3
Eckwerte zur Berechnung des Heizenergiebedarfes nach SIA 380/1 und der Energiekennzahl Wärme. Mit Ausnahme des Heizölverbrauches sind alles Rechenwerte. Die Lüftungswärmeverluste betragen 118 MJ/m²a ohne, 76 MJ/m²a mit WRG. Annahmen: Raumtemperatur 20° C; Temperatur der Heizgrenze 12° C; Aussenluftwechsel: 0,4/h; Energiebedarf für Warmwasser 3000 MJ/P a bzw. 100 MJ/m² (Standardnutzung nach SIA), vor der Sanierung 108 MJ/m²a aufgrund dichter Belegung; Personenbelegung 30 m²/P

	vor der Sanierung	nach der Sanierung
Wärmebedarf für Transmission	473 MJ/m²a	216 MJ/m²a
Wärmebedarf für Lüftung	119 MJ/m²a	76 MJ/m²a
Wärmegewinne	114 MJ/m²a	108 MJ/m²a
Heizenergiebedarf (SIA 380/1)	478 MJ/m²a	184 MJ/m²a
Energiebedarf für Warmwasser	108 MJ/m²a	100 MJ/m²a
Energiebedarf Wärme	586 MJ/m²a	284 MJ/m²a
Energiebezugsfläche	508 m²	636 m²
Nutzungsgrad/Jahresarbeitszahl	0,85	3,2
Elektrizitätsbedarf:		
▪ Wärmepumpe	-	89 MJ/m²a
▪ mechanische Lufterneuerung	-	6 MJ/m²a
▪ Photovoltaikanlage (Gewinn)	-	8 MJ/m²a
Energiekennzahl Wärme	690 MJ/m²a	87 MJ/m²a
Energiekennzahl Wärme nach Minergie-Standard (Elektrizitätseinsatz verdoppelt)	-	174 MJ/m²a
Heizölverbrauch (gemessen)	8 200 kg	-

schichtung; Scheibenzwischenraum von 6 mm, mit Argon gefüllt; 8-mm-Scheibe, aussen mit Silber beschichtet. Diese innerste Scheibe misst bei den Fenstern gegen den Hof lediglich 4 mm (geringerer Schalldämmwert). Der k-Wert der ungestörten Glasfläche beträgt 1,1 W/m²K, derjenige der Randzone 1,4 W/m²K und derjenige des (eingebauten) Rahmens 1,74 W/m²K. Nach den Flächenanteilen gewichtet, ergibt sich ein Gesamt-k-Wert des Fensters von 1,37 W/m²K. Zwischen Blendrahmen und Mauerwerk liegt eine 20-mm-Holzfaserplatte, was den erwähnten Rahmen-k-Wert ermöglicht; 2,6 W/m²K würde der Rahmen- und 1,65 W/m²K der Fenster-k-Wert ohne diese Platte betragen.

Dichtung verhindert Kondenswasser

Der äussere Scheibenzwischenraum (28 mm) ist von aussen belüftet. Das genügt allerdings zur Verhinderung von Kondenswasser keineswegs; ausschlaggebend ist die Luftdichtheit zwischen innerem Flügel und Blendrahmen. Strömt warme Luft aus den Wohnräumen durch den Fensterfalz in den äusseren Scheibenzwischenraum, führt dies naturgemäss zu Kondensation auf der Innenseite der äussersten Scheibe. Der innere Flügel ist aussen gedichtet; wieweit dadurch die Kondensationsgefahr im Falz zwischen (innerem) Flügel und Blendrahmen gebannt ist, wird sich zeigen. Vom gleichen Hersteller sind Fenster derselben Bauart mit zusätzlicher raumseitiger Falzdichtung erhältlich.

Bauphysikalische Aspekte

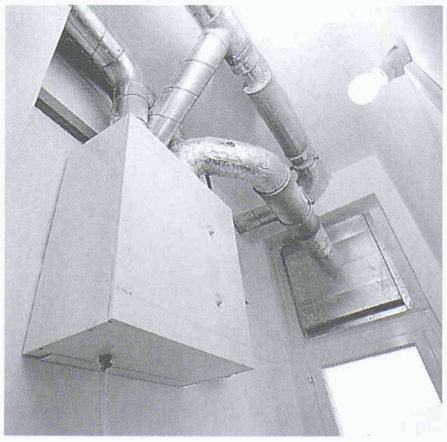
Kellerdecke, Dach und Aussenwände im dritten OG wurden mit Zellulosefasern gedämmt. Die bestehende Konstruktion wurde raumseitig - bzw. kellerseitig - mit Holzlatten geschiftet und mit faserverstärkten Gipsplatten und einem Abrieb abgeschlossen. In die dadurch entstandenen Hohlräume wurden die Flocken eingeblasen. Platten und Abrieb garantieren eine ausreichende Luftdichtheit, um die Luftzufuhr (vom Wohnraum) in die Konstruktion weitgehend zu unterbinden. Weder Dach noch Aussenwand sind mit einer Dampfbremse oder -sperre ausgerüstet. Eine Gefahr für Feuchteschäden besteht nach Angaben des Architekten keineswegs; der Optimismus gründet in Untersuchungen des Technikums Winterthur [3]. Zellulosefasern vermögen, so das Resultat dieser Untersuchung, das im äusseren Wärmedämmbereich sowie an kaltseitig anschliessenden Schichten anfallende Kondenswasser aufzunehmen und auf kapillarem Weg an die trockenen, raumseitigen Wärmedämmbereiche abzugeben, bevor eine gefährliche Feuchtigkeitsanreicherung in der Konstruktion befürchtet werden muss.

Die Innendämmung im dritten OG von mindestens 1 cm verbessert den k-Wert von 0,74 auf 0,33 W/m²K. Im Dach beträgt die Dämmstärke 18 cm, die k-Werte vorher 0,88 W/m²K, nachher 0,21 W/m²K im ungestörten Bereich und 0,48 W/m²K im Bereich der Sparren.

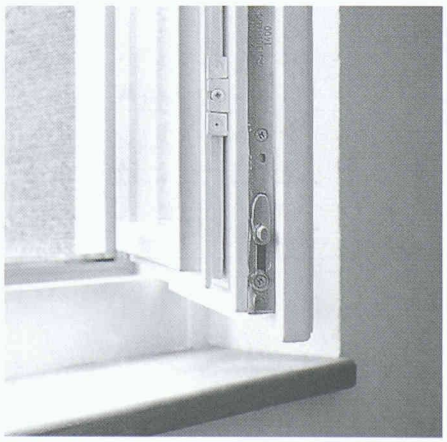
34% der insgesamt 64 m² messenden Aussenhülle, eingeschlossen der Anteil der

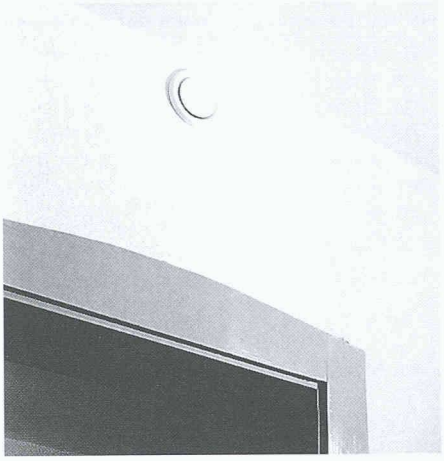
4
Fensterbank, Leibung und raumseitige Gipsplatten bilden den Kasten, der mit Zellulosefasern gefüllt ist (drittes Obergeschoss)

5
Blick in das Reduit mit dem Lüftungsgerät. Deutlich ist die Aussenwandöffnung mit dem Aussenluftkanal zu erkennen



6
Fensterflügel mit Hauptflügel (Isolierverglasung) und aufgeschraubtem Aussenflügel (Einfachverglasung)





7
Zuluftöffnung in einem der Wohnzimmer

Fläche «gegen unbeheizt», sind nicht gedämmt worden (Erdgeschoss, erstes und zweites OG). Tatsächlich hätte eine Nachdämmung dieser 22-m²-Backsteinwand mit einem k-Wert von 0,74 W/m²K eine Reduktion des Heizenergiebedarfes (SIA 380/1) von lediglich 40 MJ/m²a erbracht. Um 42 MJ/m²a reduzierte sich der Heizenergiebedarf durch die Installation einer mechanischen Lufterneuerung mit Wärmerückgewinnung – bei wesentlich geringeren Investitionskosten im Vergleich zur Nachdämmung.

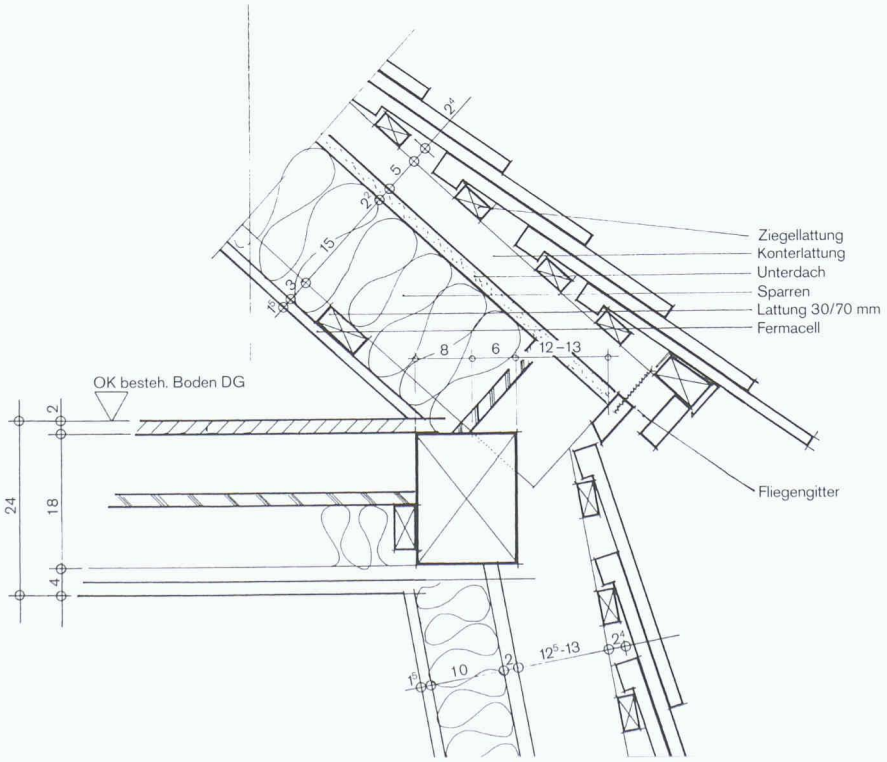
Mechanische Wohnungslüftung

Die unteren drei Wohnungen sind mechanisch belüftet, was – in Anbetracht des lebhaften Verkehrs auf der Mutschellenstrasse – den Wohnwert der Liegenschaft ohne Zweifel steigert. Die dezentralen Lüftungsgeräte sind in den übereinander liegenden Reduits installiert. Diese Aufbewahrungsräume liegen für die Nachrüstung der Wohnungen denkbar günstig, da sie an die Küchen und WC-Räume, aber auch an die der Strasse abgewandte Aussenwand angrenzen und kurze Kanäle ermöglichen. Jedes dieser kompakten Geräte ist mit zwei in Serie geschalteten Kreuzstromwärmetauschern, zwei Ventilatoren von je 90 W elektrischer Anschlussleistung und vier Anschlussstutzen mit einer Weite von 125 mm ausgerüstet. Die WRG (Wärmerückgewinnungs)-Rate wird vom Hersteller mit 70% angegeben. Der Weg der Aussenluft führt durch die Aussenwand auf das Lüftungsgerät und durch den Wärmetauscher, von da – als Zuluft – durch Kanäle und über Schalldämpfer in die vier Wohnräume. Zu- und Abluftkanäle sind in der heruntergehängten Decke des Korridors eingebaut. Die Abluft wird in der Küche, im Bad und im separaten WC-Raum abgesogen und via Wärmetauscher für jede Wohnung separat über das Dach geführt. An einem Handschalter lässt sich die Abluftmenge, und damit der Luftwechsel wählen: Minimalluftwechsel mit intermittierendem Betrieb auf Stufe 1; Stufe 1: 8 m³/h Abluft (Luftwechsel 0,3/h); Stufe 2: 11 m³/h (0,45/h); Stufe 3: 15 m³/h (0,6/h). Die Stufe 3 kann nur über einen Impulsschalter für maximal 2 Stunden angewählt werden. Bei Frost wird das Gerät automatisch ausgeschaltet, was wegen des beträchtlichen WRG-Potentials bei tiefen Aussentemperaturen ein Nachteil ist.

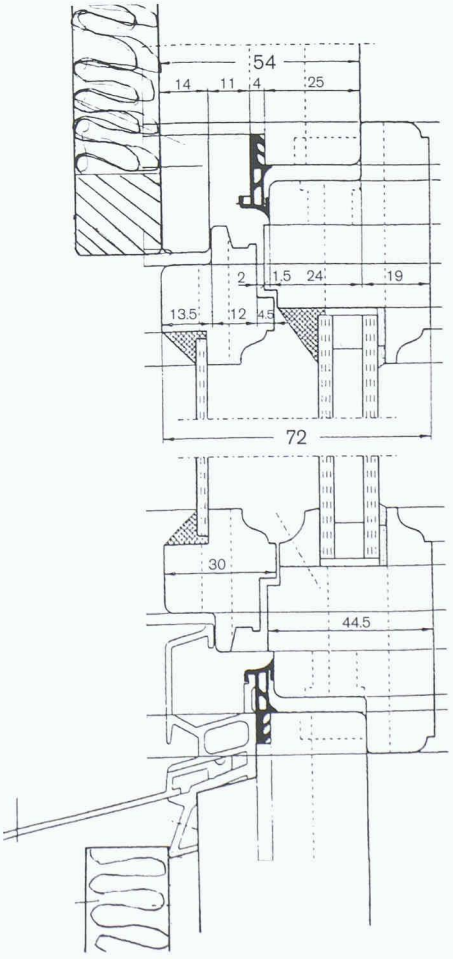
Mit Wärmepumpen heizen

Im Keller stehen zwei Sole-Wasser-Wärmepumpen, die primärseitig mit zwei 150 m tiefen Erdsonden verbunden sind. Bei 5° C Sole- und 50° C Heiztemperatur beträgt die Heizleistung je Aggregat 9,94 kW und die Leistungsziffer (COP) 3,85. (Diese beiden Angaben stammen vom Wärmepumpentest- und Ausbildungszentrum in Winterthur-Töss.) Bei typischen Verhältnissen an der Mutschellenstrasse ist die Sole um 3° C und der Heizungsvorlauf um 48° C warm; Leistung und COP weichen also im Betrieb nur geringfügig von den Testwerten ab. Auf 3,2 wird die Jahresar-

8
Traufdetail mit Dachaufbau (von aussen nach innen): Ziegel (Biberschwanz in Doppeldeckung), Ziegellattung, Konterlattung, Unterdach (Holzweichfaserplatten 22 mm), Zellulosefasern zwischen den Sparren und raumseitiger Abschluss durch Gipsfaserplatten



9
Vertikalschnitt durch das Fenster: Zwischen Hauptflügel und Blendrahmen sind die Dichtungen eingezeichnet (Bild: Glomet AG)



Pilot- und Demonstrationsprojekt Mutschellenstrasse:
5 wichtige Punkte
- Gesamtsanierung ohne Aussendämmung
- Dampfdiffusionsoffene Konstruktion
- Mechanische Lufterneuerung mit WRG
- An die Fassade angepasste, neue Fenster
- Ökologisch orientierte Instandsetzung

Am Bau Beteiligte
Unterstützung:
Pilot- und Demonstrationsprogramm von Energie 2000, BEW, 3003 Bern; Stromsparfonds EWZ elexpo, 8001 Zürich
Architekt:
Karl Viridén, Architekt HTL, 8050 Zürich
Planung Haustechnik:
Dr. Eicher + Pauli AG, 8006 Zürich
Erfolgskontrolle:
Technikum Winterthur TWI, Abteilung für Architektur, 8400 Winterthur
Sponsor Erfolgskontrolle:
Sarnafil AG, 6060 Sarnen
Hersteller, Lieferanten und Installateure
Fenster: Glomet AG, 8810 Horgen
Wärmepumpen: Schweizer Energie AG, 8197 Rafz
Mechanische Lufterneuerung: Lehmann + Co. AG, 8037 Zürich
Photovoltaikanlage: Holinger Solar AG, 4410 Liestal

beitszahl (JAZ) veranschlagt. Vorlauftemperaturen bis 55° C - statt 35° C - verschlechtern die Jahresarbeitszahlen um 10% bis 20%, sie sind aber anderseits notwendig, weil die alten, knapp dimensionierten Heizkörper nicht ersetzt wurden. Von den 9,94 kW Heizleistung stammen 2,58 kW vom Kompressor und 7,36 kW von der Sonde, was eine spezifische Heizleistung von rund 5 kW je 100 m Sondentiefe ergibt. Die Sole zirkuliert in vier parallelen Polyäthylenrohren - je zwei für Vor- und Rücklauf - mit einem Durchmesser von 30 mm. Der Durchfluss beträgt 1,5 m^3/h je Sonde, die Zirkulationspumpe (für beide Sonden) hat eine elektrische Leistung von 60 W, was bei einer Betriebsdauer von jährlich 2500 Stunden 150 kWh Elektrizität benötigt. (Rund 500 Stunden entfallen auf die Wassererwärmung ausserhalb der Heizperiode.) 1000 l fasst der Warmwasserbehälter, der mit einer zusätzlichen Widerstandheizung ausgerüstet ist, um die Temperatur periodisch und kurzzeitig auf 60° C zu erhöhen - eine sogenannte Legionellenschaltung.

Ökologie und Wohnphysiologie

Der Ausbau des Dachgeschosses und die Sanierung erfolgte nach ökologischen Gesichtspunkten. Als Grundlage diente die Dokumentation SIA D 0122 «Ökologische Aspekte des Bauens» [4]. Drei Punkte sind besonders erwähnenswert:

- Ausschreibung, Submission: Hersteller, Lieferanten und Handwerker mussten alle Materialien und Komponenten gemäss dem Deklarationsraster SIA D 093 [5] spezifizieren. Verwendet wurden beispielweise mineralische Anstriche, Leimfarbe, Parkettböden mit lösemittelfreien Hartölen, diffusionsoffene Konstruktionen im Dach und im dritten OG mit Zellulosefasern und Gipsfaserplatten, aber ohne Dampfbremse, Küchen mit Drei-Schicht-Platten in Fichte und mit Bienenwachs behandelt, halogenfreie - und damit PVC-freie Elektroinstallationen.
- Regenwassernutzung: Die WC-Spülkästen (6 l Inhalt) und die Waschmaschine werden über eine separate Leitung versorgt; später kann über diese Leitung Regenwasser eingespiesen werden.
- Rückbau: Die (alten) Biberschwanzziegel kamen nach der Reinigung wieder aufs Dach, Türblätter, Türzargen, Heizkörper, Jalousien und Holzrolläden wurden abgeschliffen oder abgelaugt und gestrichen.

Literatur

[1]
SIA, Fachkommission Energie: Absenkpfad SIA für die Energiekennzahl. Zusammen mit dem Energie 2000, Ressort Wohnbauten von Zürich, August 1996.
[2]
Amt für technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich: Minergie-Standard. Zürich 1996.
[3]
Preisig, H.R., Epple, H.: Zellulosefasern als Wärmedämmstoff. In: Schweizer Ingenieur und Architekt Nr. 32, Zürich 1993.
[4]
Dokumentation SIA D 0122: Ökologische Aspekte des Bauens. Von *H.R. Preisig, K. Viridén* und *W. Dubach*. Zürich 1995
[5]
Dokumentation SIA D 093: Deklarationsraster für ökologische Merkmale von Baustoffen. Von *U. Kasser* und *D. Ammann*. Zürich 1992.

Adresse des Verfassers:
Othmar Humm, Fachjournalist Technik + Energie, 8050 Zürich