Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 131 (2005)
Heft: 48: Technik für das Passivhaus

Artikel: Gemessene Sanierung
Autor: Humm, Othmar
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-108684

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: 17.07.2025

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

1

Messwerte Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit für Haus Nr. 9 im Winter 2004/2005. Blau: Behaglichkeitsfeld nach DIN 1946 (Grafik: HTA Luzern)

2

Grundriss der Wohnungen mit dem neuen, dem Haus Nr. 9 (links) zugeschlagenen Zwischenbau. Mst. 1:200 (Plan: Architekten)

3

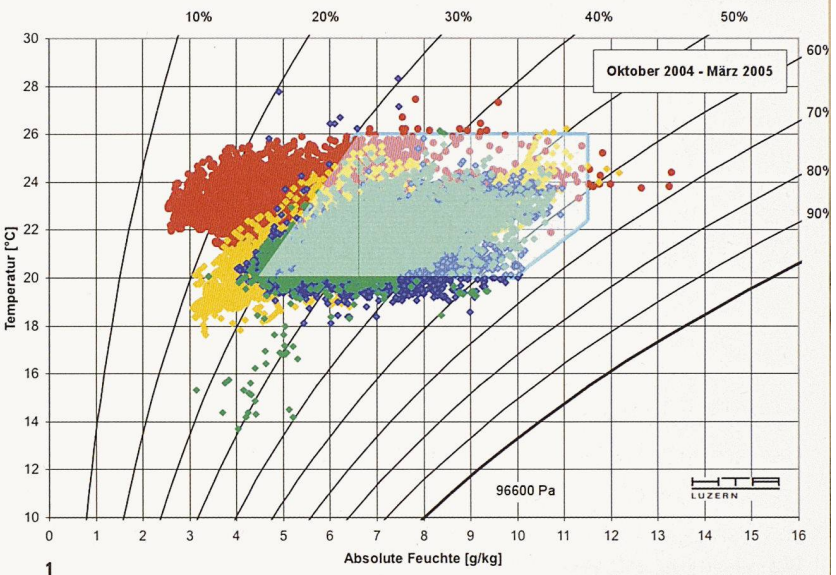
Hofseite mit (rot) neuem Zwischenbau und den Solarkollektoren auf dem Dach (Bild: Nina Mann)

4

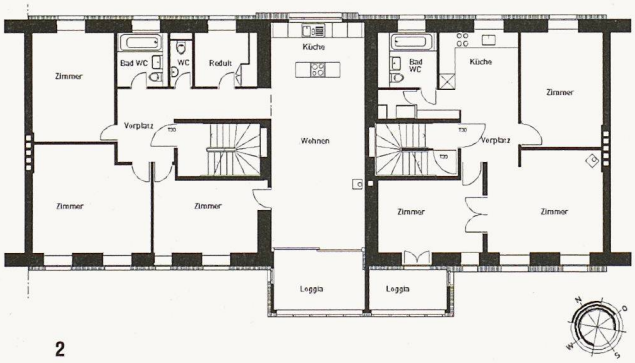
Das neue Dachgeschoss auf dem Haus Nr. 9 wird als Element fertig montiert. Im Dach beträgt die Dämmstärke 40 cm

5

Tabelle mit den Rechenwerten nach SIA 380/1 bzw. Minergie-P und Messwerte der Periode von Mitte 2004 bis Mitte 2005 für die beiden Häuser, jeweils pro m² Energiebezugsfläche. Die Gewichtungen der Energieträger nach Minergie-P sind in Klammern gesetzt (* = gerechneter Wert)



1



2

3

4

	Rechenwert nach Minergie-P	Messwert 2004/2005
Endenergie		
Verbrauch Gas (1.0)	11.5 kWh/m²	24.7 kWh/m²
Verbrauch Holz (0.6)	8.7 kWh/m²	2.1 kWh/m²
Verbrauch Elektrizität für Lufterneuerung (2.0)	3.1 kWh/m²	4.7 kWh/m²
Verbrauch Elektrizität für Hilfsbetriebe (2.0)	1.0 kWh/m²	* 0.8 kWh/m²
Gewichtete Energiekennzahl Wärme	24.9 kWh/m²	36.9 kWh/m²
	100 %	148 %
Beitrag Kollektoren	13.1 kWh/m²	17.1 kWh/m²
Nutzenergie		
Heizwärmebedarf	10.8 kWh/m²	24.5 kWh/m²
Heizwärmebedarf normiert		11.9 kWh/m²
Wärmebedarf für Warmwasser	20.8 kWh/m²	8.9 kWh/m²

5

Othmar Humm

Gemessene Sanierung

Nach der Sanierung von zwei Mehrfamilienhäusern wurden zwei Jahre lang alle energierelevanten Daten erhoben. Die Messungen belegen: Der Minergie-P-Standard ist auch bei Sanierungen erreichbar.

Die beiden Mehrfamilienhäuser an der Zwinglistrasse 9 und 15 sind Teil einer für den Zürcher Stadtkreis 4 typischen Hofrandbebauung. Mit Baujahr 1881 gehören sie zu den ersten Bauten in diesem Quartier. Über Jahrzehnte wurde deren Unterhalt vernachlässigt; entsprechend desolat war der Zustand. Dieser Bauzustand, aber auch die Grösse der Objekte und die städtebauliche Situation sind exemplarisch für Tausende Häuser in unseren Städten. 2003 wurden die Bauten saniert und die 2.6 m breite Lücke zwischen den beiden Backsteinbauten mit einem dreigeschossigen Neubau teilweise geschlossen (Bilder 2 und 3). Nach wie vor offen ist die Hofeinfahrt, und im Dachgeschoss liegt zwischen den Giebelwänden eine Terrasse.

Ambitioniertes Ziel: Sanierung mit Minergie-P

Minergie-P, ein damals noch völlig neuer Standard, war für das Planungsteam das erklärte Projektziel. Neben neuen Fenstern mit einem U-Wert von 0.9 W/m^2K wurden die Aussenwände mit Steinwolle gedämmt: die Hoffassade 20 cm, das Dach 40 cm, der neue Mittelbau 24 cm und die Strassenfassade schliesslich 16 cm. Diese Unterschiede haben (bei den Wänden) keine bauphysikalischen Gründe, sondern baurechtliche. Bei Sanierungen dürfen nämlich lediglich 15 cm des Strassenraumes beansprucht werden. Ganz offenkundig ist Minergie-P noch nicht bei den gesetzgebenden Instanzen angekommen!

Die Seitenwände der Lukarnen wurden mit Vakuum-Isolations-Paneelen (VIP) gedämmt. Infrarotaufnahmen weisen für diese Elemente etwa dieselbe innere Oberflächentemperatur aus wie für das Dach.

Die Haustechnik wurde von Grund auf neu konzipiert. 32 m^2 Sonnenkollektoren sowie ein Gaskessel versorgen beide Bauten über je einen zentralen Speicher mit Wärme. Die Wärmeverteilung erfolgt über die Lufterneuerungsanlage. Ausserdem steht in jeder Wohnung ein Holzofen, wovon einer auf einen der Speicher arbeitet. Die Wassererwärmung für Küche und Bad erfolgt über Spiralwärmetauscher, die in den Speichern integriert sind.

Mit Unterstützung des Bundesamtes für Energie (BFE) konnten nach der Sanierung zwei Jahre lang Komfort- und Energieverbrauchsdaten erhoben werden. Da sich von einer solchen Messkampagne die ersten zwölf Monate nur bedingt verwerten lassen, beziehen sich die Resultate des Messberichts[1] lediglich auf das zweite Jahr, beginnend am 1. Juli 2004. Die Gründe liegen in der anfänglich nur teilweisen Belegung der Häuser, in Fehlfunktionen der Sonnenkollektoren sowie in den Auswirkungen der Bauaustrocknung.

Gut geheizt

Drei zentrale Aussagen lassen sich aus den Messwerten über die eine Heizperiode machen: In den Wohnungen ist es deutlich wärmer, als die Standardnutzung SIA 380/1 als Berechnungsgrundlage empfiehlt. Über den Winter ergab sich für beide Häuser ein Mittelwert von 23.2 °C. In einzelnen Wohnungen liegen alle Werte über 24 °C, viele sogar über 27 °C, und zwar von den Bewohnern gewünscht (Bild 1). Die relative Luftfeuchtigkeit liegt häufig unter 30 % und damit unter der SIA-Empfehlung.[2] Dies ist eine direkte Folge der Raumlufttemperatur und der Belegung. Um die gemessenen Temperaturen zu erreichen, sind hohe Luftwechselzahlen notwendig, was – wohl unbeabsichtigt – wiederum die Luftfeuchte reduziert. Im Mittel beträgt der Aussenluftvolumenstrom je Person 70 m^3/h, mehr als das Doppelte der Richtwerte (30 m^3/h). Sehr viel geringer als ursprünglich vermutet sind die Wohnungen belegt: Im Durchschnitt sind es 15 Personen, die sich (und auch das nur zeitweise) in den 100 m^2 bis fast 150 m^2 grossen Wohnungen aufhalten. Das Temperaturprofil belegt hohen Komfort. Der (gemessene) Temperaturgradient über die Stehhöhe eines Menschen beträgt lediglich 2 K, weit unter dem Grenzwert nach SIA-Norm 180.

Gute Noten erhalten die Häuser von den Bewohnern. Sowohl Temperatur als auch Feuchte entsprechen deren Wünschen, was nicht erstaunt, denn beide Komfortmerkmale können durch die Bewohner beeinflusst werden (Luftbefeuchter, Holzofen, Luftheizung). Gleiches gilt für den sommerlichen Wärmeschutz. Offensichtlich lässt sich durch die Markisen und den individuellen Lüftungsmodus eine Überhitzung vermeiden.

SIA-Standardnutzungen revisionsbedürftig?

Mit 36.9 kWh/m^2 liegt die gewichtete Energiekennzahl Wärme um den Faktor 1.5 über dem Planungswert und um 23 % über der Minergie-P-Anforderung (Tabelle 5).

Der Hauptgrund ist, dass die Standardnutzungen des SIA[3] stark von der häuslichen Realität an der Zwinglistrasse abweichen. Ein Vergleich illustriert diesen Sachverhalt: Der gemessene Heizwärmebedarf beträgt 24.5 kWh/m², während der auf die Normparameter Belegung, Raumlufttemperatur und Klima modifizierte Wert mit 11.9 kWh/m² weniger als die Hälfte beträgt. Damit läge der Heizwärmebedarf nur noch geringfügig über der Minergie-P-Limite von 10 kWh/m². Diese Differenz ist nach Einschätzung der Planer auf die für Sanierungen typischen Wärmebrücken sowie auf die Leckverluste im sanierten Dachstuhl und in den Installationsschächten zurückzuführen. Die geringe Belegung ist auch der Grund für den auffallend tiefen Energiebedarf für die Wassererwärmung.
Die zumeist berufstätigen Bewohner üben eine gewisse Zurückhaltung bei der Befeuerung der Holzöfen, wie der Holzverbrauch dokumentiert. Dagegen ist der Gasverbrauch doppelt so hoch wie prognostiziert. An den gesamten Wärmehaushalt liefern die Kollektoren, zusammen mit den Gewinnen aus Elektrizitätsanwendung und Personenabwärme, 60 %.
Für Aussentemperaturen von –8 °C begrenzt Minergie-P die Heizleistung auf 10 kW/m². In Haus Nr. 9 wird der ambitiöse Wert erreicht, in Nr. 15 liegt er 60 % darüber.

Elektrizität für Lufterneuerung

Ein Viertel der gewichteten Energiekennzahl Wärme nach Minergie-P (36.9 kWh/m²) geht auf das Konto Lufterneuerungsanlage (4.7 kWh/m², doppelt gewichtet). Das ist eineinhalbmal mehr, als Minergie als Richtwert definiert (3 kWh/m²). Im Vergleich zu den SIA-Richtwerten[2] differieren die Messwerte ebenfalls deutlich. Erhebungen der HTA Luzern zeigen allerdings, dass die proklamierten SIA-Werte kaum je erreicht werden.[4] Für den relativ hohen Stromverbrauch an der Zwinglistrasse gibt es darüber hinaus weitere Gründe: Die Druckverluste fallen aufgrund der nicht optimalen Leitungsführung und wegen der Lufterhitzer stark ins Gewicht. Ausserdem laufen die Geräte sehr häufig auf der höchsten Stufe. Dies offenbar auch in sommerlichen Hitzeperioden, wenn, um die Wohnungen stärker vom Aussenklima zu trennen, der Luftwechsel eigentlich reduziert werden sollte.

Luftdichtigkeit

Sämtliche Fugen in der Aussenhülle wurden konsequent abgedichtet. Einige Schwachstellen sind aber unvermindert wirksam, beispielsweise die Elektroinstallation der Sonnenschutz-Markisen sowie die undichten Zuluftklappen der Holzöfen. Eine gute Dichtigkeit weisen die neuen Dachelemente auf Haus Nr. 9 auf, mangelhaft dagegen ist diesbezüglich der sanierte Dachstock in Nummer 15. Aufgrund von früheren Erfahrungen war den Verantwortlichen von vornherein klar, dass die von Minergie-P verlangte Luftdichtigkeit (0.6/h) in Gebäuden mit Holzbalkendecken kaum zu erreichen ist. Angesichts dieser Rahmenbedingungen halten sie die Werte für sehr gut. Bei einer Druckdifferenz zwischen innen und aussen von 50 Pa beträgt der Luftwechsel 1.6/h bzw. 1.4/h.

Verbesserungspotenzial

Der Messbericht ortet auch ein Verbesserungspotenzial in der haustechnischen Konzeption. Die Heizwärmeverteilung über die Lüftungsanlage, die Wassererwärmung sowie die Einspeisung von Wärme aus dem Gaskessel erfolgen mit Temperaturen von 50 °C bis 60 °C. Just dieses Temperaturniveau reduziert jedoch die Nutzungsgrade der Sonnenkollektoren und des mit den Speichern verbundenen Holzofens (im Alleinbetrieb funktionieren die Holzöfen vorzüglich).
Mindestens zwei Verbesserungslösungen zeichnen sich ab: Eine Heizwärmeverteilung über eine Bodenheizung oder Niedertemperaturradiatoren mit Temperaturen um 30 °C respektive 40 °C ist effizienter, aber auch teurer (und nicht immer möglich) als die realisierte Luftheizung. Die andere Möglichkeit wäre ein Zwei-Speicher-System mit unterschiedlichen Temperaturen. Dies könnte die Nutzung von erneuerbaren Energien verbessern, ohne die Wärmeabgabe an die Luftheizung empfindlich zu beeinträchtigen.

Othmar Humm ist Fachjournalist mit dem Spezialgebiet Technik und Energie
humm@fachjournalisten.ch

Literatur, Anmerkungen

1 Umbau im Minergie-P-Standard, Zwinglistrasse Zürich. Autoren: Karl Viridén und Thomas Ammann, Viridén + Partner AG, Zürich; Beat Frei und Heiri Huber, HTA Luzern, Horw; Peter Hartmann, ZHW, Winterthur. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung in Gebäuden. Oktober 2005.
2 Merkblatt 2023: Lüftung von Wohnbauten. SIA, Zürich 2004.
3 SIA-Norm 380/1: Thermische Energie Im Hochbau. SIA, Zürich 2001.
4 B. Frei, F. Reichmuth und H. Huber: Vergleichende Auswertung schweizerischer Passivhäuser. Hochschule für Technik und Architektur Luzern, Horw 2004.

AM PROJEKT BETEILIGTE

BAUHERRSCHAFT
EcoRenova AG, Zürich
ARCHITEKTUR UND REALISATION
Viridén + Partner AG, Zürich

Vorbildlich

Die beiden Bauten liegen im Kreis 4, einem beidseits der Zürcher Langstrasse liegenden Quartier mit zweifelhaftem Ruf. Wohn- und Gewerbebauten, viele in schlechtem Zustand, prägen das Bild. Die Behörden streben eine stärkere Durchmischung des Quartiers mit Wohnungen im mittleren Preisniveau an, auch für Familien mit Kindern. Die Sanierung hat Vorbildcharakter, was sich auch darin zeigt, dass in der gleichen Strasse mehrere Gebäude zwischenzeitlich saniert wurden.