

Jahresbericht 2004

Passivhausumbau Zwinglistrasse

Autor und Koautoren	K. Viridén, Th. Ammann, P. Hartmann, H. Huber, F. Reichmuth
beauftragte Institution	Viridén + Partner AG
Adresse	Zweierstrasse 35, 8004 Zürich
E-mail, Internetadresse	viriden@viriden-partner.ch, www.viriden-partner.ch
BFE Vertrags-Nummer	47555
Dauer des Projekts	1. Juli 2003 – 30. November 2005

ZUSAMMENFASSUNG

Die Resultate der Energiemessungen zeigen, dass das Konzept des Umbaus zum Minergie-P Haus auf gutem Weg ist. Trotz restlicher Umbauarbeiten, anfänglichen Problemen mit der Solarkollektoranlage und zum Teil hohen Raumtemperaturen konnte auf Grund der gemessenen Daten eine Energiekennzahl nach Minergie-P von 33.7 kWh/m²a ermittelt werden.

Der thermische Komfort erweist sich in beinahe allen Wohnungen als zufriedenstellend. Insbesondere die Daten aus Haus 9 belegen, dass bei Raumtemperaturen zwischen 20° und 24° C die Raumluftfeuchtigkeit meist über 30% r. F. liegt.

Probleme zeigen sich einzig bei den Komfortansprüchen einzelner Mieter, welche Raumtemperaturen bis zu 27° C wünschen. Dies hat auf das Raumklima und die Energiebilanz negative Auswirkungen.

Projektziele

Umbauobjekt

Zwinglistrasse 9 und 15

Die beiden Liegenschaften aus dem Jahr 1881 waren baufällig. Die Strassenfassaden unterlagen denkmalpflegerischen Auflagen. Nach dem Umbau und einer umfassenden Sanierung sind „energetische Vorzeigehäuser“ entstanden, die nahezu den Minergie-P Standard erreichen.

In die bestehende Baulücke zwischen den beiden Gebäuden wurde ein Zwischenbau eingeschoben, der einen neuen grosszügigen Wohnraum ergibt.

Die Energie wird mit Solarkollektoren und einer Gastherme geliefert.

Fig. 1, Strassenfassade nach der Sanierung.



Zielsetzung und Ablauf der Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle hat folgende Zielsetzung:

Die Minergie-P - Kriterien sollen geprüft werden:

- Heizwärmebedarf
- Endenergiebedarf total

Die Wärmebilanz soll erfasst werden:

- Wärmeenergie Heizung und Warmwasser
- Endenergie Wärme

Der thermische Komfort in einer Wohnung soll beurteilt werden:

- Feuchte
- Temperatur
- Komfort mittels Zusatzmessung

Die Funktion der Gebäudetechnik soll überprüft werden:

- Holzspeicherofen mit Absorber
- Lüftungsgeräte je Wohnung

Auswertung:

Die Energiebilanz wird in einem Energieflussdiagramm dargestellt.

Die Energiekennzahlen werden ermittelt (Heizung, Warmwasser, Elektro).

Es wird beurteilt, ob der Energieverbrauch den Minergie-P - Anforderungen entspricht.

Der thermische Komfort wird anhand permanenter Messungen der Raumtemperatur sowie der relativen Feuchte beurteilt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Energiebilanz

Die energetischen Messungen an der Zwinglistrasse 9 und 15 haben erneut verdeutlicht, dass das erste Messjahr genutzt werden muss, um die Anlagen optimal einzustellen und aufeinander abzustimmen. Während der ersten Monate der Messperiode vom Juli 03 – Juni 04 sind im Haus 15 wie geplant noch Bauarbeiten im Gang gewesen, was sich nicht nur auf den Heizenergiebedarf, sondern auch auf den Elektrizitätsverbrauch negativ ausgewirkt hat.

Weiter zeigten sich bei den Solarerträgen aus den beiden Kollektorflächen stark unterschiedliche Werte. Trotz gleicher Grösse, Ausrichtung und nur minimal anderer Beschattung wurden mit der Anlage im Haus 15 bis dreieinhalb mal grössere Erträge erzielt als bei Haus 9. Nach dem Auswechseln von Pumpen und Zähler wurde bei den Anschlüssen an die Kollektoren eine mit Hanf verstopfte Verbindung entdeckt. Heute liefern die beiden Anlagen beinahe die selben Energiemengen.

Durch diese denkbar ungünstigen Bedingungen lag der Heizwärmebedarf in dieser ersten Messperiode bei 89.7 MJ/m²a. Etwas besser sieht es bei der Energiekennzahl nach Minergie-P aus. Diese liegt bei 33.7 kWh/m²a. Mit den optimierten Einstellungen und ohne Bauarbeiten wird für das zweite Jahr ein Wert unterhalb des Grenzwertes von Minergie-P erwartet.

Technische Funktion der Bedarfslüftung

Die Luftvolumenströme der Lüftungsanlage sind nach Abschluss der Bauarbeiten mit einem Flowfinder Volumenstrommessgerät gemessen worden. Ein Zuluftvolumenstrom von ca. 90 m³/h pro Wohneinheit entspricht rund einem 0.5-fachen stündlichen Luftwechsel im Gebäude Nr. 9. Im Gebäude Nr. 15 sind die Volumina der Wohnungen etwa 50% grösser. Analog entsprechen hier rund 150 m³/h einem 0.5-fachen Luftwechsel pro Stunde.

Laufzeiterfassung und Energieverbrauch

Das Benutzerverhalten, also das individuelle Komfortempfinden, wirkt sich auch auf den Energieverbrauch aus. Da das Lüftungsgerät in der dritten Stufe einen viel grösseren spezifischen Energieverbrauch hat, ist es massgebend, wie die Bewohner das Gerät verwenden resp. auf welcher Stufe sie das Gerät betreiben.

Zwinglistrasse 9

Wohnung	Stufe 1 (%)	Stufe 2 (%)	Stufe 3 (%)
1. OG	3	97	0
2. OG	5	86	7
3. OG	50	44	6

Zwinglistrasse 15

Wohnung	Stufe 1 (%)	Stufe 2 (%)	Stufe 3 (%)
1. OG	53	45	2
2. OG	99	0	0
3. OG	0	100	0
DG	64	3	14

Fig. 2: Betriebsdauer der Lüftungsgeräte nach Stufen im Messwinter Oktober 03 – März 04

Die spezifischen Energieverbräuche $e_{\text{Lüftung}}$ (in Anlehnung an die Kennzahlen aus dem PHPP bezogen auf die Nettofläche) liegen deutlich über denjenigen welche eigentlich bei Passivhäusern üblich sind und zu erwarten wären. Es sind Werte zwischen 5 und fast 10 kWh/m²·a gemessen worden. Hier ist zu sagen, dass die Werte nur auf Messdaten aus dem Winterhalbjahr beruhen. Es ist angenommen worden, dass die Lüftungsgeräte während des Sommers weiterhin gleich betrieben werden (d. h. die Winterverbräuche sind auf ein Jahr hochgerechnet).

Durch die teilweise sehr tiefe Belegung (Ein- bis Zweipersonen Haushalte) der Wohnungen ergeben sich sehr grosse Aussenluftraten von bis zu 140 m³/h·Person. Solch grosse Aussenluftraten wären an und für sich aus lufthygienischen Gründen nicht nötig. Nötig werden Sie aber, um über die Luftheizung die gewünschte Heizwärme in die Wohnung einbringen zu können. Je nach Heizwärmebedarf können durchaus Luftmengen dieser Grössenordnung nötig werden da die Zu-
luft nicht beliebig hoch erwärmt werden kann.

Zwinglistrasse 9

Zwinglistrasse 15

Wohnung	Q _v Mittel (m ³ /h)	Q _{vAUL P} (m ³ /h P)	e _{Lüftung} (kWh/m ² a)
1. OG	118	57	6.9
2. OG	117	60	9.1
3. OG/DG	123	71	7.7

Wohnung	Q _v Mittel (m ³ /h)	Q _{vAUL P} (m ³ /h P)	e _{Lüftung} (kWh/m ² a)
1. OG	110	56	6.0
2. OG	89	40	5.1
3. OG	130	140	keine Mess
DG	69	72	7.2

Fig. 3: Mittlere Volumenströme, Aussenluftraten und Energieverbräuche im Messwinter Oktober 03 – März 04

Komfort und thermische Behaglichkeit

Haus Nr. 9

Die Raumlufttemperaturen während der Heizsaison bewegen sich auf einem Niveau zwischen 20°C und 23°C. Der Mittelwert liegt bei 21.6°C was verglichen mit anderen Passivhäusern ein erfreulich tiefer Wert ist. Die Tatsache, dass die Mittelwerte sich mit den Medianen decken, deutet auf eine ausgeglichene Temperaturverteilung und wenige Ausreisser hin.

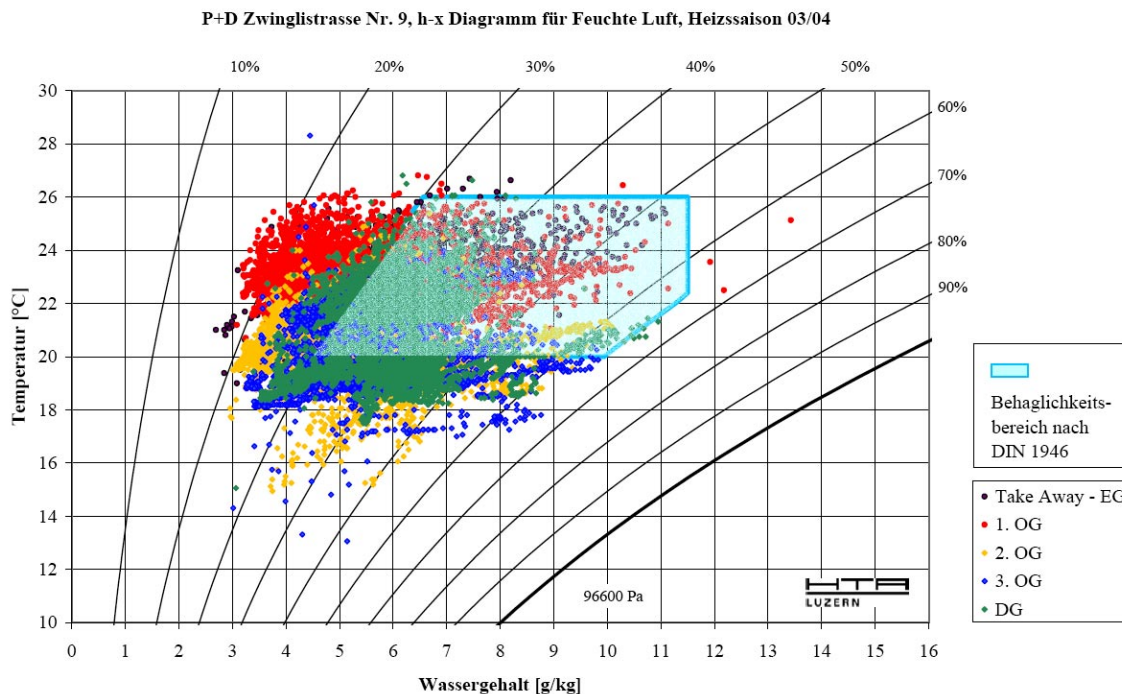


Fig. 4: Komfortwerte Haus Nr. 9 im Messwinter Oktober 03 – März 04

Die Raumlufftfeuchten betragen während der Heizsaison in den meisten Fällen im Mittel etwas mehr als 30% r. F. Dieser Wert sollte eigentlich nicht unterschritten werden, da sonst Probleme mit Schleimhautreizungen sowie eine Begünstigung des Transports von ausgeatmeten Bakterien durch die trockene Luft auftreten können. Bei Mittelwerten von knapp über 30% r. F. sind jedoch Unterschreitungen dieses Grenzwerts mit einer Häufigkeit von gut einem Drittel zu verzeichnen. Eine Reduktion der Raumluffttemperatur auf 20°C würde nicht viel bringen, da sich die Temperaturen bereits auf relativ tiefen Niveaus bewegen. Die gemessenen Raumlufftfeuchten sind als genügend zu bewerten und erfordern auch keine Massnahmen wie aktive Befeuchtung.

Die Betrachtung im h-x Diagramm zeigt, dass die Komfortwerte gemäss DIN 1946 grundsätzlich nicht schlecht eingehalten werden. Ein guter Teil der Punktwolke liegt innerhalb des Behaglichkeitsbereichs. Eine Tendenz zu trockener Luft ist jedoch zu verzeichnen. Die Temperaturen sind eher im unteren Bereich angesiedelt was sich energetisch positiv auswirkt.

Haus Nr. 15

Die Raumluffttemperaturen während der Heizsaison bewegen sich auf einem deutlich höheren Niveau als diejenigen von Haus Nr. 9. Es waren Raumluffttemperaturen zwischen 22°C und 27°C zu verzeichnen. Auch hier liegen die Werte konstant in diesem Bereich. Der Mittelwert liegt mit 24.4°C fast 3°C höher als in der Zwinglistrasse 9. Als extrem hoch ist die Raumluffttemperatur im Dachgeschoss zu betrachten. Eine Raumluffttemperatur von über 27°C wird im Normalfall und auch nach DIN 1946 von den Bewohnern nicht mehr als angenehm empfunden. Es dürfte sich also um eine Ausnahme handeln. Nach Aussage des Bauherrn hat sich der Eigentümer der Wohnung anfangs über die zu niedrigen Raumluffttemperaturen beklagt und den Einbau eines leistungsfähigeren Heizungssystems gefordert. Solche Temperaturen wirken sich natürlich auch auf den Heizwärmeverbrauch aus.

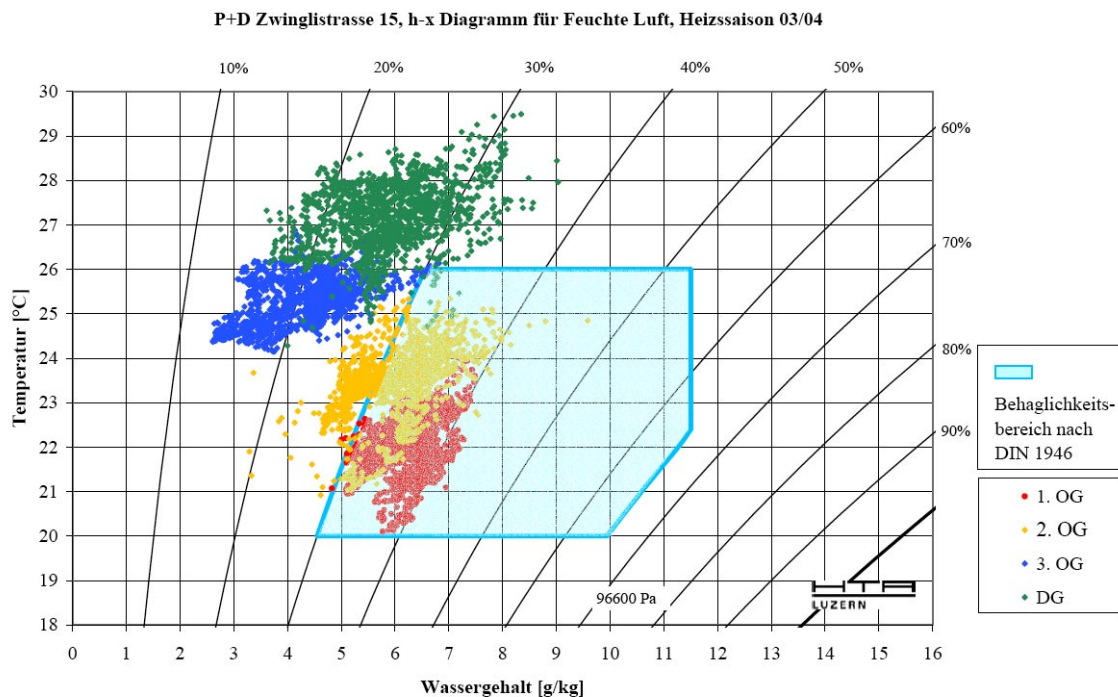


Fig. 5: Komfortwerte Haus Nr. 15 im Messwinter Oktober 03 – März 04

Die Raumlufftfeuchten in den Wohnungen der Zwinglistrasse 15 während der Heizsaison schwanken stark. Zum einen erreichen die Werte im ersten Obergeschoss durchwegs gute Werte zwischen 30% r. F. und 45% r. F. Die Raumlufftfeuchten des 2. Obergeschosses hingegen sind bereits deutlich tiefer, was an der um rund 2°C höheren Raumluffttemperatur liegt. Hier wird die Grenze von 30% r. F. bereits wie im Gebäude Nr. 9 mit einer Häufigkeit von gut einem Drittel unterschritten. Das Klima der beiden obersten Wohnungen hingegen ist deutlich zu trocken. Die durchschnittlichen Raumluffttemperaturen liegen hier noch einmal rund 2° - 4°C höher als diejenige im 2. OG. Die Raumlufftfeuchte der extrem stark beheizten Wohnung im 3.OG unterschreiten während 90% der Messdauer Werte von 30% r. F. Im Fall der Wohnung im 2.OG werden sogar praktisch überhaupt keine Werte vom mehr als 30% r. F. mehr erreicht. Hier dürfte der Grund nebst der Raumluffttemperatur in der sehr hohen Aussenluftrate zu suchen sein.

Die Betrachtung im h-x Diagramm zeigt, dass die Komfortwerte gemäss DIN 1946 in den unteren beiden Wohnungen grundsätzlich in etwa eingehalten werden. Ein guter Teil der Punktwolke liegt innerhalb des Behaglichkeitsbereichs. Eine Tendenz zu trockener Luft ist jedoch zu verzeichnen. Die Messpunkte der oberen beiden Wohnungen liegen praktisch gänzlich ausserhalb des Behaglichkeitsbereichs. In den beiden oberen Wohnungen würde an und für sich dringend empfohlen die Raumluffttemperatur zu senken um die Werte in den Behaglichkeitsbereich zu bringen. Da die hohen Temperaturen jedoch von den Bewohnern gewünscht werden und anscheinend als angenehm empfunden werden, sind prinzipiell keine Massnahmen erforderlich. Zum Schutz der Bausubstanz soll das Gespräch mit einzelnen Bewohnern jedoch gesucht werden.

Nationale Zusammenarbeit

Die Messungen der Energieverbräuche der Lüftung sowie die Aufzeichnungen der Raumtemperaturen und –feuchten werden durch die erfahrenen Planer Heiri Huber, Beat Frei und Florian Reichmuth der Hochschule für Technik und Architektur (HTA) durchgeführt.

Die Zürcher Fachhochschule Winterthur (ZHW) ist durch Peter Hartmann vertreten, welcher die einzelnen Berichte beurteilen und insbesondere die thermische Komfortsituation noch detaillierter untersuchen wird.

Durch Isa Tzinoglou Wolf von I & T Bauphysik wurde die Luftdichtigkeitsmessung durchgeführt und die Leckverteilung aufgelistet.

Bewertung 2004 und Ausblick 2005

Die Resultate der Energiemessungen zeigen, dass das Konzept des Umbau zum Minergie-P Haus auf gutem Weg ist und es darf für das zweite Messjahr davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen auch mit Messdaten belegt werden können.

Der thermische Komfort erweist sich in beinahe allen Wohnungen als zufriedenstellend. Insbesondere die Daten aus Haus 9 belegen, dass bei Raumtemperaturen zwischen 20° und 24° C die Raumlufftfeuchtigkeit meist über 30% r. F. liegt. Bei den oft überhöhten Ansprüchen an die Raumtemperaturen wird die Raumlufftfeuchtigkeit zunehmend zu einem Problem werden, was in weiteren Objekten sicher stärker zu gewichten, allenfalls weg zu bedingen sein wird.

Für das zweite Messjahr sollen die Komfortansprüche der BewohnerInnen mittels Umfragen detailliert erhoben werden. Weiter wird der Holzspeicherofen mit Absorber untersucht um die Auswirkungen auf die Komfortsituation innerhalb der entsprechenden Wohnung zu erfassen. Schliesslich soll eine Gesamtbetrachtung des Gebäudes vorgenommen werden und anhand dieser das Konzept des Umbau zum Minergie-P Haus analysiert werden.