

Konsequent Planen bringt gute Resultate



Büro- und Gewerbehaus «Mühle» in Greifensee

Besondere Merkmale

- Fortschrittliche Bauweise bei geringen Mehrkosten
- Wärmedämmung mit tiefen U-Werten
- Mechanische Lüfterneuerung
- Erdregister zur Zuluftvorwärmung
- Wärmepumpen mit Grundwassernutzung

Objektdaten

- Standort: Greifensee/ZH
- Baujahr: 1996
- Volumen nach SIA: 10 340 m³
- Raumprogramm: 12 Wohnungen, 260 m² Büro
- Energiekennzahl Wärme: 158 MJ/m²a
- Kosten (BKP2): 506 Fr./m³



Ausgangslage

Für die Bauherrschaft gehört Recycling zum Alltag: Sie verarbeitet seit Jahren Altpapier zu Katzenstreu, wohlverstanden im gewerblich-industriellen Massstab. Mit derselben Technologie, dies die Überzeugung der Auftraggeber, lässt sich auch Material zur Wärmedämmung von Bauten herstellen. Zudem nahm die Bauherrschaft geringfügige Mehrkosten in Kauf, sodass auch neue Technologien erprobt werden konnten.

Das Baugrundstück liegt in einem Grundwassergebiet, allerdings in der Randzone. Zur Abschätzung der Ergiebigkeit war ein hydrologisches Gutachten unumgänglich. Die Resultate: Der Grundwasserstrom liegt in einer Tiefe von 2,2 m und bringt etwa 60 l/min. Bei einer Abkühlung um 5 K lässt sich mit diesem Vorkommen eine Wärmeleistung von 21 kW erzeugen. Durch Vergrößerung des Grundwasser-Einzugsgebietes (in vertikaler und horizontaler Richtung) konnte die Ergiebigkeit auf rund 140 l/min und damit die mögliche Wärmeerzeugerleistung auf 49 kW erhöht werden.

Konzept

Vier Massnahmen stehen im Zentrum des Konzepts: Wärmedämmung, mechanische Lüfterneuerung mit Wärmerückgewinnung, Erdregister zur Zuluftvorwärmung und Wärmepumpe. Die Massnahmen wurden hinsichtlich ihres Energiebeitrages und ihres Kosten-Nutzen-Verhältnisses bewertet und dimensioniert.

Wärmedämmung: Flocken aus Altpapier, die in die Hohlräume zwischen Stegträgern respektive zwischen Sparren eingblasen wurden, dienen als Wärmedämmung. Im Erdgeschoss und im 1. Obergeschoss ist die Wärmedämmung mit einer Mauer aus Gasbeton, im Dachgeschoss mit einer Holzständerbauweise kombiniert.

Mechanische Lüfterneuerung: Das Gebäude wird über ein zentrales Lüftungsgerät im Untergeschoss mechanisch be- und entlüftet. Aussenluft strömt über das Erdregister in das Lüf-

tungsgerät mit einem Plattenwärmetauscher zur Wärmerückgewinnung und einem Nachwärmregister, das vom Heizungsnetz versorgt wird. Konstant 20 °C warm ist die Zuluft, die in die Wohn- und Schlafzimmer sowie in die Gewerberäume strömt. Die Abluft verlässt die Wohnungen über WC, Küchen und Badezimmer. Der Abluftstrom jeder Wohnung lässt sich durch Klappen wählen (3 Stufen); der Zuluftstrom wird dem Abluftstrom druckreguliert nachgeführt. Zu- und Abluftventilatoren sind drehzahlreguliert.

Erdregister: 2 m unter der Oberfläche liegt auf einer Fläche von 150 m² (7 m auf 21 m) das Erdregister. 3 Elemente umfasst die Anlage: den begehbaren Ansaugschacht, das eigentliche Erdregister mit 29 parallelen PVC-Rohren und den ebenfalls zugänglichen Verbindungsschacht zur Lüftungsanlage. Die Rohre mit einem Durchmesser von 15 cm sind einbetoniert. Der Beton verbessert den Wärmeübergang zwischen Erdreich und Aussen- respektive Zuluft und bietet Schutz für die Rohre bei maschineller Hinterfüllung.

Wärmepumpen: Insgesamt 3 Wärmepumpen sind installiert, 2 Geräte mit einer totalen Leistung von 40 kW dienen der Raumwärmeerzeugung, ein weiteres Gerät (9,5 kW) erwärmt das Wasser. Gemeinsame Wärmequelle ist Grundwasser, wobei aus Gründen des Gewässerschutzes der Grundwasserkreislauf durch Plattenwärmetauscher von den Wärmepumpen vollständig getrennt ist (Zwischenkreis zwischen Wärmepumpe und Plattentaucher). Die Heizwärme wird über Bodenheizregister verteilt (maximale Vorlauftemperatur 38 °C); der Heizungs- und der Warmwasserspeicher fassen je 3 m³.

Energieverbrauch

Auf 157,8 MJ respektive 43,8 kWh/m²a beläuft sich die Energiekennzahl Wärme, wenn der Input an Elektrizität doppelt gewichtet wird.

Lüfterneuerung: 16 % beträgt der Beitrag des Erdregisters zur Deckung der Lüftungswärmeverluste, derjenige der Wär-



Aussenwand mit (von innen nach aussen) Gasbetonelementen, Wärmedämmung zwischen Stegträgern und horizontaler Lattung, Holzwoolplatte.



Erdregister während der Verfüllung mit magerem Beton. Die parallel geführten Rohre sind 21 m lang.



Daten

Erstellungsjahr	1995 und 1996
Volumen nach SIA	10 340 m ³
Anzahl Wohnungen	12
Gewerbe- und Büroflächen	260 m ²
Kosten pro m ³ (BKP2: Gebäude)	506 Fr.
Energiekennzahl Wärme (Elektrizität doppelt gerechnet)	43,8 kWh/m ² a

Gebäudehülle (U-Werte)

Aussenwand im Erdreich (Foamglas, Beton)	0,21 W/m ² K
Aussenwand im Erd- und Obergeschoss (Wärmedämmung zwischen Stegträgern, Gasbeton)	0,16 W/m ² K
Aussenwand Dachgeschoss (Wärmedämmung zwischen Stegträgern und Ständern)	0,13 W/m ² K
Schrägdach 45° (Wärmedämmung zwischen Distanzholz und Sparren)	0,17 W/m ² K
Fenster (aus Kunststoff mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung, Argon)	1,1 W/m ² K

Elektrizitätsverbrauch	Nennwert	doppelt gewichtet
Raumwärmeerzeugung	42,5 MJ	85,0 MJ
Wassererwärmung	28,1 MJ	56,2 MJ
Lufterneuerung	8,3 MJ	16,6 MJ
Energiekennzahl _{Wärme}	78,9 MJ	157,8 MJ

Elektrizitätsverbrauch für die Wärmeerzeugung im Mehrfamilienhaus «Mühle» in Greifensee. Die Werte stammen aus Messungen zwischen Oktober 1997 und Oktober 1998 und wurden nach Heizgradtagen bereinigt und auf eine Jahresarbeitszahl von 3,5 umgerechnet.



Sammelkasten für Zu- oder Abluft einer Wohnung (zimmerseitige Anschlüsse hinten).

merückgewinnung 42 %, insgesamt sind es 58 %. Die Beiträge **3** liegen deutlich unter dem Planungswert von 70 %; die Gründe liegen im höheren Luftvolumenstrom (vgl. Erfahrungen) und darin, dass Zu- und Abluftstrom nicht synchron verlaufen.

Der elektrothermische Verstärkungsfaktor, also das Verhältnis von Wärmegewinnung und dafür notwendiger Antriebsenergie für die Ventilatoren, liegt während der Heizsaison bei 8.

Die elektrische Aufnahmeleistung der Ventilatoren verläuft proportional zum Volumenstrom, was bedeutet, dass das Potenzial der Drehzahlregelung nicht vollständig genutzt wird. Der Grund liegt an der Platzierung: Zwischen Drucksensoren und Ventilatoren ist die Distanz zu gering.

Wärmepumpen: Die gemessene Jahresarbeitszahl (JAZ) der Heizanlage beträgt 3,0, ein Wert, der auf 4,0 gesteigert werden kann, indem die Ladetemperatur des Heizspeichers auf die maximale Vorlauftemperatur von 38 °C festgelegt wird. In der Berichtsperiode lag die Ladetemperatur bei 45 °C, um den Niedertarif des Elektrizitätsbezuges auszunutzen. In einem Fall ist die Stromrechnung kleiner, im anderen der Elektrizitätsverbrauch.

Für die Wassererwärmung lag die JAZ im ersten Winter bei 2,3. Der Zielwert für das ganze Jahr von 2,5 ist erreichbar, da die Quelltemperatur (Grundwasser) im Sommer naturgemäss höher liegt.

Erfahrungen

- Im Mittel beläuft sich der (gemessene) Luftvolumenstrom auf 3100 m³/h, was einem Luftwechsel von 0,56/h entspricht. Ein zusätzlicher Luftwechsel aufgrund der Undichtigkeit des Gebäudes und aufgrund des Benutzerverhaltens kann mit 0,1/h veranschlagt werden. Der gesamte Luftwechsel ist mit 0,66/h um 15 % höher, als dies SIA 380/1 als Standardnutzung empfiehlt. Ursprünglich war der Luftwechsel SIA-konform eingestellt, was zu Reklamationen führte.



Zu- und Abluftkästen in der heruntergehängten Decke eines Wohnvorraums.

- Als ungenügend wird von Mietern die Lüftererneuerung in den Küchen empfunden. Dies lässt sich, zumindest zum Teil, auf subjektive Einschätzungen zurückführen. Denn einerseits entstehen keine typischen Geräusche, andererseits beträgt das umgesetzte Luftvolumen lediglich die Hälfte einer üblichen «Küchenabluft» (200 m³/h statt 400 m³/h).
- Auf die eingebaute 3-stufige Regelung des Lüftungssystems könnte ohne Nachteile verzichtet werden, ein EIN-AUS-Wahlschalter würde völlig genügen.
- Der Betrieb mit erhöhter Luftzufuhr führt (allerdings nur im Sommer) zu Lärmbelästigungen.
- Sehr positiv bewerten die Bewohner/-innen das Raumklima bezüglich Temperatur und Filterung.

Relevanz

Die fortschrittliche Bauweise, wie sie im Wohn- und Gewerbehause «Mühle» in Greifensee realisiert wurde, ist mit einem einfachen Konzept und einer konsequenten Umsetzung bei gleichzeitig geringen Mehrkosten möglich. Insofern ist dieses Pilot- und Demonstrationsobjekt multiplizierbar, mit zwei Einschränkungen: Grundwassernutzung ist nicht allorts zulässig, und nicht alle Bauherrschaften nehmen Mehrkosten in Kauf. Die Schlussfolgerung heisst, erstens: Das bau- und haustechnische Konzept ist den örtlichen Verhältnissen anzupassen. Zweitens: Massnahmen, die aus Kostengründen nicht sofort realisiert werden können, sind wenn möglich «vorzuplanen», um später eine Ergänzung kostengünstig zu ermöglichen. An der Bauhülle darf allerdings nicht gespart werden, weil ein nachträglicher «Nachbau» unverhältnismässig teuer ist. Das Haus «Mühle» erfüllt übrigens den Minergie-Standard.

Adressen

Bauherrschaft

Vit Pac AG, Stationsstrasse 71,
8606 Nänikon

Architekt

Donald Spitzer Architekten AG,
Stationsstrasse 22, 8606 Greifensee

Messungen

Hochschule für Technik und Architektur,
Fachhochschule Zentralschweiz, Prüfstelle HLK,
Technikumstrasse 21, 6048 Horw

Lieferant Lüftungssystem

Abecon AG, Friesenbergstrasse 108, 8055 Zürich

Pilot- und Demonstrationsanlagen

Unter der Bezeichnung Pilot- und Demonstrationsprojekte zahlen Bund und einige Kantone Beiträge an Lösungen, die Energien besonders rationell verwenden, erneuerbare Energien nutzen oder die Luftqualität verbessern. Die förderungswürdigen Vorhaben müssen Erfolg versprechend und neu sein sowie relevante Resultate erwarten lassen. Typische Projekte sind:

- Innovative Gebäudewärmedämmung und Wärmerückgewinnung
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Biomasse, Sonnenwärme, Fotovoltaik, Geothermie)
- Systeme zur rationellen Energienutzung (Wärmepumpen, Wärmekraftkopplung)
- Schadstoffarme Wärmeherzeugung (aus Altholz, Biogas, Kehrlicht)
- Emissionsarme Individualverkehrsmittel
- Ausbildung, Aufklärung und Informationsverbesserung

Gesuche sind an die Energiefachstelle des Standortkantons (oder an das Bundesamt für Energie BFE) zu richten.

EnergieSchweiz

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.energie-schweiz.ch