

Wärmespeicher aus Eis

Bei der Sanierung von zwei Wohnblocks der Wohnungsgenossenschaft 'La Cigale' in Genf handelt es sich um die grösste Gebäudeerneuerung nach dem Energieeffizienzstandard Minergie P, die in der Schweiz je realisiert wurde. Die Überbauung kann heute in hohem Mass mit Heizenergie und Brauchwasser solaren Ursprungs versorgt werden – dank konsequenter Wärmedämmung und eines innovativen Heizsystems mit integriertem Eisspeicher. Das Beispiel könnte Schule machen.



Zwei energetisch sanierte Wohnblocks in Genf können mit einer Kollektorfläche von 1680 m² über 80 % des Energiebedarfs für Heizung und Brauchwasser decken. Foto: Energie Solaire SA

Benedikt Vogel, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

1952 wurden im Zentrum von Genf, an der Rue de Vermont auf halber Strecke zwischen Bahnhof Cornavin und Palais des Nations, zwei achtgeschossige Wohnblocks mit insgesamt 273 Wohnungen à 3 bis 4 Zimmer errichtet. Als die beiden Genossenschaftsimmobiliën 2009 totalsaniert werden mussten, steckten sich die Eigentümer ein ambitioniertes Ziel: eine Sanierung nach dem Standard Minergie P. Dieser kann nur durch eine hochwertige Wärmedämmung der Gebäudehülle

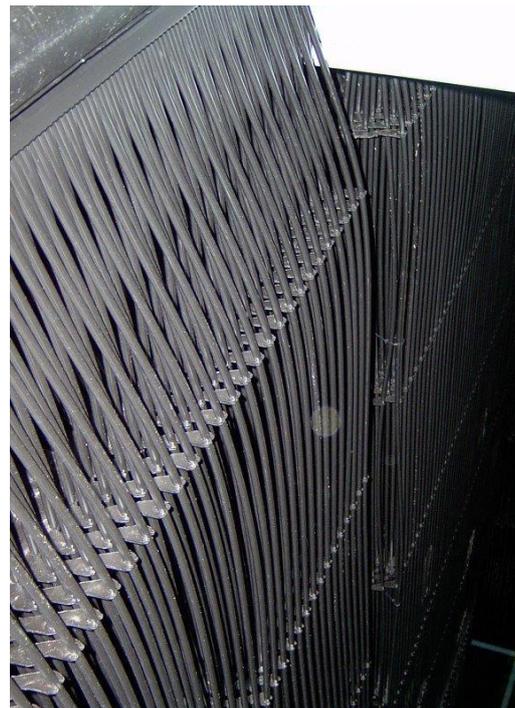
und den Einbau einer Komfortlüftung erreicht werden. Im März 2014 wurde die Sanierung nach 13 Monaten abgeschlossen. Der jährliche Wärmebedarf für Heizung und Brauchwasser auf den 19000 m² Energiebezugsfläche wurde um ca. 70 % von 111 kWh/m² (vor der Sanierung) auf 34 kWh/m² (gemäss Minergie-P) gesenkt. Ein zweijähriges Messprogramm wird nun die realen Verbräuche bei Heizung und Brauchwasser untersuchen, darüber hinaus die Leistung des Heizsystems mit den Werten der Simulation vergleichen und auf diesem Weg das gesamte Heizsystem optimieren.

2 Wärmespeicher aus Eis

Im Zuge der Sanierung wurde die Fassade mit einer 240 mm starken Wärmedämmung versehen und mit Fertigelementen aus Holz verkleidet. Die Fenster wurden ersetzt, das Dach gedämmt. Ein wichtiges Element der energetischen Sanierung waren die Balkone. Sie wurden mit einer Glasmembran verschlossen und damit in Loggien zur ganzjährigen Nutzung umgewandelt. Die Frischluftversorgung funktioniert neu über eine Komfortlüftung, mit der 80 % der in der Abluft enthaltenen Wärme zurückgewonnen und zur Erwärmung der Frischluft genutzt wird. Dank geeigneter Massnahmen und der kurzen Sanierungszeit mussten die Bewohner während der Umbauarbeiten nicht ausquartiert werden.

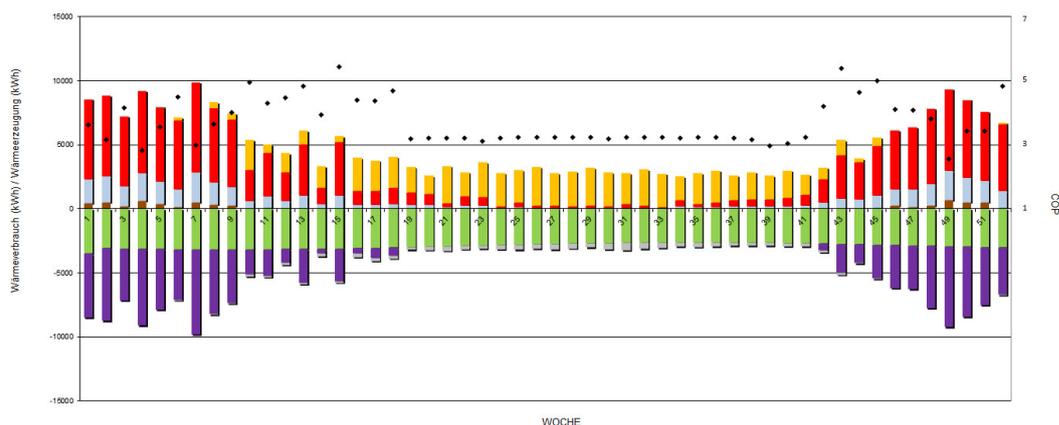
Kollektoren für niedrige Temperaturen

Bis zur Sanierung lieferte eine Ölheizung die Wärme für Heizung und Brauchwasser. Rund 300 000 Liter Heizöl wurden in einem Durchschnittsjahr verbrannt. Nach der Sanierung liegt der Energiebedarf deutlich tiefer, und die Wärme stammt zu einem wesentlichen Teil von der Sonne. Auf beiden Gebäuden wurden insgesamt 1680 m² Sonnenkollektoren verlegt. Die Dächer sind günstig nach Südost bzw. Südwest ausgerichtet bei einem Neigungswinkel von 22 %. Das Solardach



Innenleben eines Eisspeichers: Die mit Glykol gefüllten Kunststoffschläuche sind im Betrieb von einem Wasser-Eis-Gemisch umgeben und wirken als Wärmetauscher. Foto: Fafco

stellt in den Sommermonaten die Versorgung mit 50- bis 60grädigem Brauchwasser sicher. Im Herbst, Winter und Frühling, wenn weniger Sonnenenergie zur Verfügung steht,



Wärmeerzeugung (oben) und -verbrauch (unten) von La Cigale über ein Jahr (Modellrechnung): Die Solarkollektoren liefern vor allem im Sommer direkt Brauchwasser und Heizwärme (gelb), während im Winter Heizwärme und Brauchwasser über die Wärmepumpe bereitgestellt werden; dafür nutzt die Wärmepumpe Wasser aus den Kollektoren (rot) und Strom (blau). Hinzu kommen Beiträge der Gasheizung (braun). Die schwarzen Punkte zeigen die Leistungszahl (COP) der Wärmepumpe. Untere Hälfte: Wärmeverbrauch durch Heizung (violett) und Brauchwasser (grün) sowie die Speicher- und Leitungsverluste (grau). Grafik: Energie Solaire SA

3 Wärmespeicher aus Eis

kommen fünf in Reihe geschaltete Wärmepumpen (5 x 100 kW Leistung auf die beiden Gebäude verteilt) zum Einsatz. Sie stellen aus dem in den Sonnenkollektoren vorgeheizten Wasser (10 - 40 °C) unter Verwendung von erneuerbarem Strom Warmwasser für Brauchwasser (50 - 60 °C) und die Heizung (30 - 35 °C) bereit.

Für ein gut wärmedämmtes Gebäude ist eine Vorlauftemperatur von 30 - 35 °C aus-



Wolfgang Thiele, CEO von Energie Solaire SA, mit einem Niedertemperaturkollektor. Die selektive Beschichtung sorgt für gute Absorption und wenig Wärmeverluste. Foto: B. Vogel

reichend. Darum kann das Warmwassersystem hier auf relativ niedrige Temperaturen ausgelegt werden. Im vorliegenden Projekt kommen unverglaste Solarkollektoren zum Einsatz, die auch geringe Sonneneinstrahlung gut ausbeuten und zudem geeignet sind, auch indirekte Sonnenstrahlung und die Wärme der Umgebungsluft aufzunehmen. Dank dieser Eigenschaft bringen die Solarkollektoren einen Zusatzertrag von bis zu 150 W/m². „Bei schlechtem Wetter oder in der Nacht

arbeiten unsere Kollektoren wie Wärmetauscher“, sagt Wolfgang Thiele, Geschäftsführer und Mehrheitsaktionär der Firma Energie Solaire SA (Siders), die die Kollektoren herstellt und das Heizungskonzept für das Sanierungsprojekt 'La Cigale' entworfen hat.

Eisspeicher als Energiepuffer

Zu dem innovativen Heizsystem ('Flex Ice-Sol') der beiden sanierten Genfer Genossenschaftsimmobilien gehört neben Kollektoren und Wärmepumpen noch ein drittes Element: die Eisspeicher (je einer in jedem Gebäude). Ein Eisspeicher besteht aus einem Wassertank mit 30 m³ Füllvolumen. Hier wird nicht heisses Wasser gespeichert wie in einem Boiler, sondern Wasser, das 0 °C hat oder wenige Grad darüber. Eisspeicher sind die konsequente Ergänzung des Niedertemperatur-Heizsystems. Sie haben die Fähigkeit, in kaltem Wasser grosse Energiemengen zu speichern. Dazu machen sich die Eisspeicher einen physikalischen Effekt zunutze: dass nämlich Wasser im Zuge des Phasenübergangs von flüssig zu fest hohe Energiemengen freisetzt. Um es anschaulich zu machen: Wird ein Liter Wasser von 0-gradigem Wasser in 0-gradiges Eis verwandelt, wird gleich viel Energie frei wie wenn 80gradiges Wasser auf 0 °C abgekühlt wird. Die beiden Eisspeicher von 'La Cigale' können zusammen Kristallisationswärme im Umfang von 4 062 kWh speichern; dies entspricht in etwa dem Energiebedarf der Wohnblocks während eines Wintertags.

Eisspeicher können überschüssige Energie der Kollektoren puffern und diese der Wärmepumpe in geeigneten Zeiten zur Verfügung stellen. Bezieht die Wärmepumpe aus dem Eisspeicher Energie, wird das Wasser-Eis-Gemisch im Eisspeicher stärker vereist; gewinnen die Kollektoren dann wieder Wärme, wird diese genutzt, das Eis zu schmelzen. So schwankt die Temperatur im Eisspeicher normalerweise um 0 °C, kann aber auch einige Grad über 0 betragen, wenn viel Sonnenenergie eingebracht wird. Auf dem Weg wird der Ertrag der Kollektoren optimal ausgenutzt und die Eingangstemperatur der Wärme-

pumpe so optimiert, dass diese einen guten Wirkungsgrad erzielt. Der Eisspeicher trägt dazu bei, die Beiträge der Sonne bei niedriger Temperatur optimal zu nutzen. „Normale Solaranlagen nutzen niedrige Temperaturen nicht. Wir können diese niedrigen Temperaturen dazu brauchen, um den Eisspeicher wieder aufzutauen“, so Thiele. Im Sommer sind Eisspeicher und Wärmepumpe inaktiv – dann wärmt das Wasser aus den Kollektoren das Brauchwasser direkt.

Hoher Anteil an Solarwärme

Das Heizsystem aus Sonnenkollektoren, Wärmepumpe und Eisspeicher macht es möglich, 82 % der Heizenergie und des Brauchwassers aus Sonnenenergie zu gewinnen. Weitere 13 % werden durch Strom (für den Betrieb der Wärmepumpe) gedeckt, die übrigen 5 % durch eine Gasheizung (500 kW Leistung), die nur an einigen besonders kalten Wintertagen in Betrieb ist und dann Bedarfsspitzen abdeckt. „Das ist der normierte Verbrauch“, betont Wolfgang Thiele. Wie hoch der Verbrauch tatsächlich ist, wird nun in einer zweijährigen Messkampagne erhoben, die vom Bundesamt für Energie im Rahmen eines Demonstrationsprojekts unterstützt wird. „Diese Messungen werden uns helfen, unser Heizsystem weiter zu verbessern, indem zum Beispiel die Regelung der verschiedenen Geräte optimiert wird“, sagt Thiele.

Die Sanierung der beiden Wohnblöcke hat 19,5 Mio. Fr. gekostet, davon 1,9 Mio. für die gesamte Heizanlage (inkl. Installationsarbeiten). Rund 2 Mio. Fr. wurden von Bund und Kanton Genf subventioniert. Der Rest wird über einen Bankkredit finanziert und von den Genossenschaftlern getragen. Diesen Kosten stehen erhebliche Einsparungen bei den Betriebskosten gegenüber. „Mit der Sanierung entfallen Ausgaben für Heizöl in beträchtlichem Umfang. Dank der Einsparungen können wir einen Teil der Sanierungskosten kompensieren“, sagt Alexandre Molinari, bei der Wohnungsverwaltungsgesellschaft Brollet SA für das Thema Nachhaltigkeit zuständig. Wie genau dieser Spareffekt zu Buche

schlägt, ist zur Zeit noch nicht bekannt, da die Sanierung erst seit kurzem abgeschlossen ist. Gemäss einer Schätzung sieht die Rechnung für eine 4-Zimmer-Wohnung wie folgt aus: Zur Finanzierung der energetischen Renovation einschliesslich der damit verbundenen Komforterhöhung steigt der Mietzins um 190 Fr./Monat. Im Gegenzug sinken die Nebenkosten für Heizung und Brauchwasser um 80 Fr. (entspricht ungefähr einer Halbierung gegenüber den bisherigen Kosten von 150 Fr.). Unter dem Strich bezahlen die Bewohner also 110 Fr./Monat mehr als zuvor. Mit einer Begleituntersuchung soll nun erhoben werden, wie die Bewohner im energetisch sanierten Haus ihr individuelles Verhalten ändern.

Nur für exzellent gedämmte Gebäude

Energiesysteme mit Eisspeicher nach dem Vorbild von 'La Cigale' könnten Schule machen. In Frage kommen Objekte mit sehr gut gedämmter Gebäudehülle (Minergie, Minergie P), die mit tiefen Temperaturen im Heizungskreislauf auskommen. Attraktiv dürfte das Modell auch für stark auf erneuerbare Energien ausgerichtete Sanierungen sein, bei denen eine Wärmepumpe – sei es mit Erdsonden oder mit Aussenluft als Wärmequelle – keine praktikable und kostengünstigere Alternative darstellt. Denkbar sind darüber hinaus Nutzungen im industriellen Bereich, wo Abwärme bzw. Abwasser mit relativ niedriger Temperatur vorhanden ist. Bisher sind in der Schweiz eine Handvoll Eisspeicher in Betrieb, das Genfer Projekt ist mit Abstand das grösste. Verschiedene Heizungshersteller arbeiten an ähnlichen Konzepten. Mögliche Anwendungsfälle gibt es genug: 70 % der Gebäude in der Schweiz müssten energetisch saniert werden.

- » Zusätzliche Auskünfte erteilt Jean-Christophe Hadorn, Leiter des BFE-Forschungsprogramms 'Solarthermie': jchadorn@baseconsultants.com
- » Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Solarthermie finden Sie unter: www.bfe.admin.ch/CT/solar

Sanierungspflicht im Kanton Genf

Im Kanton Genf gibt es rund 48 000 beheizte Gebäude. Viele von ihnen müssten energetisch saniert werden. Bei 4,5 % des Gebäudebestands – das ergab eine aktuelle Erhebung – handelt es sich sogar um eigentliche Energieschleudern. Für letztere gilt seit dem 5. August 2010 eine Sanierungspflicht: Eigentümer von energetisch sehr schlechten Gebäuden (Energiekennzahl > 800MJ/m²a) müssen sich einem Energieaudit unterziehen und kurzfristig amortisierbare Massnahmen im Bereich Heizung und/oder Lüftung ergreifen. Liegt die Energiekennzahl sogar über 900 MJ/m²a, müssen die Eigentümer innerhalb von fünf Jahren geeignete Massnahmen umsetzen, um den Wärmebedarf auf weniger als 900 MJ/m²a zu senken. Eine weitere Regelung verlangt von allen Genfer Wohnungseigentümern, einfach verglaste Fenster bis spätestens am 31. 1. 2015 zu ersetzen. BV

Gemeinsamer Erfolg

Die Sanierung der beiden Wohngebäude der Genossenschaft La Cigale in Genf ist das Ergebnis einer engen Zusammenarbeit verschiedener Partner. Zentrale Beiträge leisteten neben der Bauherrin (Wohngenossenschaft 'La Cigale', Genf) und der Verwaltung (Brollet SA, Carouge) das Architekturbüro François Baud & Thomas Früh (Genf), das Planungsbüro BG Ingénieurs Conseils SA (Châtelaine) und die Energieberater von Signa-Terre SA (Genf). Für das Heizungskonzept zeichnet Energie Solaire SA (Sierre) verantwortlich, welche auch das Solardach geliefert hat. Die beiden Eisspeicher stammen von der Fafco SA (Biel), die fünf Wärmepumpen von der Walter Meier AG (Schwerzenbach). Die Services industriels de Genève (SIG) kümmern sich in den kommenden zwei Jahren um die Optimierung der Anlagen. BV