Lowtech

Heizen mit Köpfchen und Technik

Die Heizkostenabrechnung hat schon so manchen erblassen lassen. Doch es gibt Möglichkeiten, die Heizenergie effizienter zu nutzen. Die einen zielen auf das Nutzerverhalten, die anderen nutzen auf clevere Weise die Materialeigenschaften der Bauteile.

Text **Erik Brühlmann**
Bilder **OOS, Fanzun AG Architekten**

Der Firmensitz von Sonova Phonak Communications in Murten kommt mit einem Minimum an Heizenergie aus.

Zwei Drittel des Energiebedarfs im Haushalt entfallen aufs Heizen – eine Tatsache, die jedes Mal wieder aktuell wird, wenn draussen die Blätter fallen und die Temperaturen sinken. Dass Hausbesitzende und Mietende mit nur wenig Aufwand viel dafür tun können, ihre Heizkostenrechnung tief zu halten, ist bekannt. So sollten zum Beispiel Heizkörper nicht verstellt sein. Möbel, Pflanzen, Deko-Artikel oder Vorhänge verhindern, dass sich warme Luft und Strahlung ausbreiten können, und reduzieren dadurch ein gleichmässiges Wärmegefühl. Auch beim Lüften kann man dafür sorgen, dass das Haus oder die Wohnung nicht allzu sehr auskühlt: Kippfenster sollten nicht ständig geöffnet sein. Stattdessen wird das sogenannte Querlüften empfohlen, bei dem dreimal am Tag mehrere Fenster gleichzeitig für 5 bis 10 Minuten geöffnet werden. Auf diese Weise entweicht weniger Wärme, gleichzeitig gelangt mehr Frischluft ins Innere. Wer bei geöffneten Fenstern schläft, sollte die Heizung im Schlafzimmer wenn möglich abschalten. Generell sollten Rollläden, wenn vorhanden, bei Einbruch der Dunkelheit heruntergelassen werden, um einen zusätzlichen Dämmeffekt zu erzielen. Sogar der geöffnete Backofen kann einen kleinen Beitrag zur Beheizung der Küche leisten – allerdings nur kurzfristig, während er nach dem Backen abkühlt. Aufgrund seines hohen Energieverbrauchs ist er als eigentliche Ersatzheizung ungeeignet. Ein überlegtes Heizverhalten könne so viel Energie sparen, dass jedes sechste Jahr gratis geheizt werden kann, heisst es bei EnergieSchweiz.

Alt ist nicht gleich schlecht

Doch was nützt ein umsichtiges Nutzerverhalten, wenn das Gebäude selbst ein Heizenergieverschwender ist? Immerhin wurden knapp 1,3 Millionen Gebäude vor 1990 erbaut – fast drei Viertel des gesamten Schweizer Gebäudeparks. Heute selbstverständliche Energiestandards wie Minergie, Standard Nachhaltiges Bauen (SNBS), SIA Effizienzpfad Energie, DGNB oder LEED existierten zu dieser Zeit noch nicht. «Man ist immer schnell bei der Hand, Altbauten als Energieverschwender zu identifizieren», sagt Philipp Hostettler, Vizepräsident der IG Altbau. Der Architekt, der sich auf sanfte Altbaurenovationen spezialisiert hat, weiss jedoch: Das ist zu einfach. «Man muss jedes Jahrzehnt für sich betrachten, um ein einigermassen differenziertes Bild zu erhalten», sagt Hostettler. Die energetisch schlechteste Bausubstanz sei bei den Gebäuden aus den 1960er- und 1970er-Jahren zu finden. Umgekehrt gebe es Beispiele aus der Gründerzeit – dem ausgehenden 19. Jahrhundert –, die selbst nach den heutigen strengen Massstäben energetisch hervorragend sind. «Auch wenn das der gängigen U-Wert-These widerspricht, die besagt, dass der Wärmedurchgangskoeffizient eines Aussenbauteils kausal mit dem Energieverbrauch eines Gebäudes zusammenhängt.» Zur Illustration führt der Architekt ein Bundesamtsgebäude in Bern aus dem Jahr 1875 an, das in einer Untersuchung von zehn Bauten aus verschiedenen Jahrzehnten den geringsten Energieverbrauch aufwies. «Und das trotz eines Sandsteinmauerwerks mit einem U-Wert von 1,8 – etwa neunmal so hoch, wie er heute für Fassaden bei Neubauten akzeptiert ist», so Hostettler.

Individuelle Lösungen suchen

Den Reflex, alte Gebäude kurzerhand mit einer oft kostspieligen und wenig umweltfreundlichen Aussendämmung zu versehen, kann Philipp Hostettler deshalb nicht nachvollziehen. «Man dämmt ja damit auch die Gratis-Wärmeenergie der Sonne und hindert sie daran, einen positiven Beitrag an die Energiebilanz des Gebäudes zu leisten», sagt er. Er selbst habe an alten dunklen Holzfassaden Temperaturen von 50 und mehr Grad gemessen – bei Lufttemperaturen um den Gefrierpunkt. «Oft kann man in solchen Situationen tagsüber mit nur wenig Heizenergie auskommen.» Versehe man ein solches Gebäude mit einer Aussenisolation, sei die anschliessende Heizenergieeinsparung längst nicht so hoch wie gewünscht, besonders nicht im Verhältnis zu den getätigten Ausgaben. Das Gebäude ist dann zwar dichter, kann sich jedoch nicht mehr mit Sonnenenergie aufheizen. Man müsse ein Gebäude als ein komplexes und sensibles Gesamtsystem betrachten und energetische Sanierungsmassnahmen aus diesem Grund individuell auf jeden Einzelfall abstimmen, ist der Architekt überzeugt. Oft könne man mit verhältnismässig kostengünstigen Massnahmen grosse Effekte erzielen, wenn man die Hebel an der richtigen Stelle ansetzt. Hostettler: «Ein neuralgischer Punkt ist in vielen Fällen das Dach, besonders wenn das Gebäude einen Estrich hat. Kommen dann noch alte, undichte Türen hinzu, entsteht durch das Treppenhaus ein Kamineffekt, der die Wärme regelrecht aus dem Haus saugt und durch das kaum isolierte Dach abführt.» Türdichtungen und zeitgemässe Dach- und Dachbodendämmungen stellen diesen Effekt ab und sorgen dafür, dass das Gebäude effizienter beheizt wird. «Ich bearbeitete einen Fall, bei dem der Energieverbrauch nach einer solchen Sanierung um ein Drittel gesunken ist», so der Architekt.

Clever Architecture

Einfacher als eine nachträgliche Ertüchtigung ist es natürlich, wenn ein Bau von vornherein so konzipiert werden kann, dass die Heizung möglichst wenig zu tun hat. Beim neuen Firmensitz von Sonova Phonak Communications in Murten beschränkten die Architekten des Zürcher Architekturbüros OOS den Einsatz ausgeklügelter Hightech-Komponenten auf das absolute Minimum, und sie erzielten so eine Kombination aus Low- und Smarttech. «Wir verzichteten zum Beispiel auf grossflächig verglaste Fassadenfronten», sagt der für das Projekt verantwortliche Architekt Raf Dauwe. «So wird vermieden, dass sich das Gebäude bei warmen Temperaturen zu stark aufheizt.» Die Belüftung der Räumlichkeiten erfolgt über gesteuerte Belüftungsklappen, die sich je nach Innentemperatur und CO_2-Gehalt in den Innenräumen öffnen. Fenster, die stundenlang oder gar übers Wochenende offenstehen und die Heizung unnötig am Laufen halten, werden dadurch ausgeschlossen.

Digital simuliert

Um die Erdwärmepumpe möglichst effizient und minimal betreiben zu können, wurde der zweigeschossige Bau mit rund 4000 Quadratmetern Nutzfläche als Massivbau mit rund 55 Zentimeter dickem Mauerwerk realisiert. Das Ein-Stein-Mauerwerk isoliert auch ohne zusätzliche Dämmschicht sehr effizient. Zusätzlich speichert es Wärmeenergie und Feuchtigkeit, die je nach Temperaturverhältnissen wieder abgegeben werden – ein Vorteil für das Raumklima. Die Idee ist, dass das Gebäude bei hohen Aussentemperaturen zum Wärmespeicher wird und die gespeicherte Wärme sehr langsam wieder abgibt. «Eine fast schon mittelalterliche Art zu bauen», sagt der Architekt. Alles andere als mittelalterlich war jedoch der Weg hin zum perfekt orchestrierten Haussystem. Dauwe: «Wir erstellten ein digitales Modell des Gebäudes und liessen Simulationen darüber laufen.» Die Programme berücksichtigten sowohl bauliche als auch betriebliche Faktoren bis hin zur Abwärme von Computern und Menschen. «Ohne eine BIM-gestützte Planung wäre das jedoch nicht möglich», sagt Dauwe. Der Aufwand hat sich gelohnt: Das Gebäude produziert mehr Energie, als es verbraucht, und ist im Betrieb CO_2-neutral. Wie es sich langfristig mit Energie- und anderen Werten verhält, werden die Architekten in den kommenden Jahren beobachten. «Wir sind jedenfalls überzeugt, dass es in Zukunft gar nicht mehr anders gehen wird, als Gebäude so minutiös durchzukonzipieren, um einen optimalen Betrieb zu erreichen», sagt der Architekt. ❯

Der ÖKK-Hauptsitz in Landquart (GR) bezieht die benötigte Wärmeenergie zum grössten Teil aus dem Grundwasser und den nutzbaren internen Abwärmequellen.

kompakt

25 %

Mit dem Data Predictive Controller der Empa, der das thermische Verhalten eines Gebäudes anhand von Daten voraussagt, konnte in Experimenten der Energieverbrauch um 25 Prozent reduziert werden.

Beton als Wärmespeicher

Das Gebäude als Wärmespeicher – dies ist auch das Prinzip der thermischen Bauteilaktivierung. «Gemeint sind damit Heiz- und Kühlkreisläufe, die in eine Wand, Decke, oder einen Boden aus Beton verbaut werden», erklärt Urs Kormann, Teamleiter und stellvertretender Geschäftsführer von Amstein + Walthert Chur. «Man verleiht diesen Bauteilen damit eine Funktion im Heizkonzept eines Gebäudes und nutzt sie nicht nur als Raumbegrenzungen.» Anders gesagt: Der Beton wird zum übergrossen Heizkörper. Die thermische Bauteilaktivierung nutzt dazu die grosse Masse von Beton: 2400 Kilogramm pro Kubikmeter. Dadurch haben Betonteile hervorragende thermische Speichereigenschaften. Die gespeicherte Wärme geben sie zeitverzögert, langsam und stetig ab. Die Flüssigkeit im verbauten Rohrsystem muss dank der grossen Übertragungsfläche dabei nur um einige Grad über der gewünschten Raumtemperatur liegen. Im Gegensatz dazu muss das Wasser einer Zentralheizung mit hohen Temperaturen eingespeist werden, damit die vergleichsweise kleinen Heizkörper genügend Wärme abgeben. «Man kann es sich wie eine klassische Fussbodenheizung vorstellen», sagt Urs Kormann.

Nicht weit verbreitet

Wie ein solches Heizsystem in der Praxis funktioniert, zeigt die von Amstein + Walthert geplante Gebäudetechnik im ÖKK-Hauptsitz in Landquart (GR). Der fünfgeschossige Massivbau bezieht die benötigte Wärmeenergie zum grössten Teil aus dem Grundwasser und den nutzbaren internen Abwärmequellen. Diese Grundwärme wird mit einer hocheffizienten Wärmepumpe auf 32 Grad erhitzt und den im Beton verbauten thermoaktiven Bauteilsystemen (Tabs) zugeführt. Die Tabs geben schliesslich die Wärme an den Beton ab. Dasselbe Prinzip kommt auch zur Kühlung des Gebäudes zum Einsatz. Betonsuisse, das Marketingunternehmen der Schweizer Betonbranche, attestiert der thermischen Bauteilaktivierung zwar ein hohes Potenzial, auch im Wohnbereich, sagt aber gleichzeitig, dass das Prinzip nicht sehr verbreitet ist. «Das kann einerseits daran liegen, dass ein solches System nicht gänzlich präzise und individuell regulierbar und durch seine Trägheit nicht für schnelle Temperaturveränderungen geeignet ist.» Zudem ist das Realisieren eines solchen Heizsystems mindestens ebenso anspruchsvoll wie die Planung. Kormann: «Da das System in der Primärstruktur fest verbaut ist, bedeuten Fehler und Bauschäden einen erheblichen Mehraufwand.» Auch im späteren Schadenfall kann diese Vermischung zu Mehraufwand bei Reparatur und Ersatz führen. Dennoch: Thermoaktive Bauteilsysteme können die Investitionen und die Betriebskosten reduzieren – wenn sie sorgfältig geplant und ausgeführt sind.

Schlaue Steuerung

Einen bauseitig weit einfacheren Ansatz verfolgen Empa-Forscher mit der Entwicklung eines Data Predicitve Controllers für Heiz- und Kühlsysteme. «In Wohngebäuden kommen meist sehr einfache Thermostate zum Einsatz», erklärt Benjamin Huber, Research Associate der Ehub-Gruppe der Empa. «Diese Systeme können jedoch nur reagieren: Sie gehen an oder aus, wenn bestimmte Grenzwerte erreicht sind. Das führt zu übermässigem Energieverbrauch.» Auch für den Wohnkomfort hat dies Nachteile, denn wenn die Sonne in einen sowieso schon beheizten Raum scheint, führt dies schnell zu einer Überhitzung. Besser und effizienter ist es, solche Situationen gar nicht erst entstehen zu lassen. Bei kommerziellen Gebäuden wie zum Beispiel Einkaufszentren kommen deshalb bereits vereinzelt Model Predictive Controller (MPC) zum Einsatz. Sie arbeiten anhand von vorprogrammierten Modellen, die auf physikalischen Naturgesetzen basieren und das thermische Verhalten des Gebäudes voraussagen. «Diese Modelle zu programmieren ist jedoch aufwendig und kostspielig, denn sie müssen für jedes Gebäude neu programmiert werden», sagt Benjamin Huber. Für Wohngebäude sind MPC deshalb noch nicht ökonomisch. Abhilfe soll der Data Predictive Controller der Empa schaffen. Dieser lernt das thermische Verhalten eines Gebäudes anhand der ihm zugänglich gemachten Daten – frühere Heizdaten, Raumtemperatur und Wetterdaten – selbst. «Danach plant der Controller selbstständig die zu erwartenden optimalen Heiz- und Kühlleistungen über einen künftigen Zeithorizont», so Huber. «Auf diese Weise wird der Energieverbrauch minimiert, ohne dass der Wohnkomfort leidet.

Ein Viertel Ersparnis

Das funktioniert nicht nur in der Theorie, sondern auch in der Praxis. Bei verschiedenen Experimenten an der bewohnten Urban Mining and Recycling Unit im Forschungs- und Innovationsgebäude NEST in Dübendorf waren die Ergebnisse vielversprechend: Mit dem Data Predicitve Controller sank der Energieverbrauch um jeweils 25 Prozent. Auch der Wohnkomfort wurde merklich verbessert. «Und da der Controller dank Machine Learning seine Vorhersagen ständig optimiert, sollte er mit der Zeit auch immer effizienter werden», sagt Benjamin Huber. Das Data-Predictive-Controller-System ist relativ einfach zu verbauen und auch nachrüstbar. Damit wäre es vor allem prädestiniert für den Einsatz in Wohngebäuden. Doch das ist noch Zukunftsmusik. Bis zur Serienreife braucht es noch weitere, umfangreichere Feldversuche – und vor allem Industriepartner, die sich in der Produktion und Implementierung der Systeme engagieren. ■

Dossier Wärmetechnologien