Wissen

Wie ETH-Professor Leibundgut die Energiewende schaffen will

Mit tiefen Wärmesonden und Turbowärmepumpen sollen die alten Häuser der Schweiz saniert werden.

Von Martin Läubli

Das Haus an der Bolleystrasse, mitten im Zürcher Hochschulviertel, hat Hansjürg Leibundgut manche schlaflose Nacht bereitet. Viel Geld und noch mehr Zeit hat er in das Mehrfamilienhaus B35 gesteckt. Nun ist das Haus mit der intelligentesten Haustechnik der Schweiz gebaut. Noch bereitet ihm die ausgeklügelte Energiesteuerung einigen Kummer, doch eine Gewissheit hat er: «Das thermodynamische System funktioniert einwandfrei – und ohne CO_2-Emissionen», betont der ETH-Professor für Gebäudetechnik. Auf einen einfachen Nenner gebracht: Er erntet nun, was er im Sommer gesät hat: Sonnenkollektoren auf dem Dach und ein Lüftungssystem in den Wohnräumen haben die überschüssige Sommerwärme über Sonden in den bis zu 380 Meter tiefen Erdspeicher unter dem Gebäude geführt (siehe Grafik).

Trotzdem spricht Leibundgut noch immer von einem Experiment. Die Haustechnik sei zu kompliziert, um Standard in der modernen, nachhaltigen Architektur zu werden. Aber er ist überzeugt: «B35 kann eine Erfolgsgeschichte werden.» Und sei bedeutend für die Energiewende. Mit dem Optimismus eines Visionärs rechnet er das theoretische Potenzial für die Schweiz vor: Rund 700 000 Öl- und Gasheizkessel leisten heute 40 Gigawatt und produzieren 80 Terawattstunden Wärmeenergie. Müsste man diese Spitzenleistung durch Elektroheizungen erbringen, würden dazu 40 AKW der Klasse Gösgen benötigt.

Professor Hansjürg Leibundgut vor dem ETH-Bürogebäude HPZ (links) auf dem Zürcher Hönggerberg, das nach dem von ihm erarbeiteten Energiekonzept saniert wurde. Foto: Sophie Stieger

Das Herz ist die Wärmepumpe

«Seit je dreht sich die Diskussion nur um Energie, selten um Leistung», sagt Leibundgut. Der Energiebedarf liesse sich durch Dämmung bis zum Jahr 2050 halbieren. Doch selbst dann wären laut Leibundgut am kältesten Tag in der Schweiz immer noch 20 Gigawatt Wärmeleistung nötig, um die Temperatur in den Wohnstuben bei 21 Grad zu halten und Wasser auf 50 Grad zu erwärmen. Für ihn gibt es deshalb nur eines: «Soll die Wärmeproduktion ohne CO_2-Ausstoss funktionieren, muss die Leistung überwiegend durch Wärmepumpen bereitgestellt werden, die durch Strom aus einer emissionsfreien Quelle betrieben werden.»

Sinnvoll ist das allerdings nur, wenn nicht mehr Wärme aus dem Boden entzogen wird, als reingesteckt wurde. Leibundgut erzählt von einem Haus in Zumikon, Baujahr 1955. Die Erdsonden kühlten den Untergrund nach zehn Jahren derart ab, dass sie im Winter in vereistem Boden steckten. Das ist bei B35 anders: «Die geerntete Wärme im Sommer kompensiert im Boden den Wärmeverlust im Winter», sagt Leibundgut.

Was der Ingenieur mit seinem Haus B35 und auch mit der Sanierung des ETH-Bürogebäudes HPZ auf dem Hönggerberg belegen wollte: Das «Ernte-Konzept» verlangt keine umfassende Fassadenerneuerung mit Dämmstoffen. Zentral sei letztlich nicht der Energiebedarf, sondern die Reduktion der Emissionen des klimaschädlichen Treibhausgases CO_2 auf null. Sein Konzept sieht er vor allem als Modell bei Sanierungen und Modernisierungen der alten Gebäude in der Schweiz. 1,5 Millionen Häuser müssen hierzulande in den kommenden 40 Jahren renoviert werden, um die CO_2-Emissionen drastisch auf 1 Tonne pro Kopf und Jahr zu verringern. Heute verbraucht der Schweizer im Durchschnitt 6 Tonnen; gar 11 Tonnen sind es, wenn die «grauen Emissionen» mitgerechnet werden, die bei der Produktion der Importgüter entstehen.

Minergie ist kein Allheilmittel

Der von den meisten Kantonen geförderte Baustandard Minergie P sei ein gutes Label für Neubauten, die Dämmvorschriften würden jedoch den Aktionsradius bei Modernisierungen stark einschränken, sagt der ETH-Professor. Die Bolleystrasse in Zürich ist für Leibundgut das beste Beispiel. Das Wohnquartier wurde mehrheitlich in den Jahren 1900 bis 1925 erbaut. Die Häuser müssen künftig aufwendig energetisch saniert werden. Minergie ist jedoch für ihn nicht der Weg, um diese Häuserzeile zu modernisieren. Diese Fassaden so zu dämmen, dass das Haus nach der Sanierung einen Heizbedarf aufweist, der mit dem angestrebten Ziel einer 1-Tonnen-CO_2-Gesellschaft vereinbar ist, sei ästhetisch und kostenmässig nicht vertretbar, sagt der Ingenieur.

> Der Kanton Zürich zahlt keine Fördergelder an Gebäudesanierungen à la System Leibundgut.

Der Kanton Zürich zahlt kein Fördergeld an sein System, weil Gebäudeerneuerungen à la Leibundgut keine Dämmvorschriften einhalten. Minergieverfechter kritisieren, allein die Bohrungen für die tiefen Erdsonden würden viel Energie verschlingen. Diese sogenannte graue Energie sei beim Bau und bei Sanierungen nicht entscheidend, kontert Leibundgut. «Ist die Energie CO_2-frei, spielt das keine Rolle», sagt der ETH-Professor. Und ergänzt: «Ich muss nicht beweisen, dass mein System funktioniert.» Er müsse nur die Industrie von seinen Ideen überzeugen. Das heisst: Das Konzept muss auf dem Markt konkurrenzfähig sein.

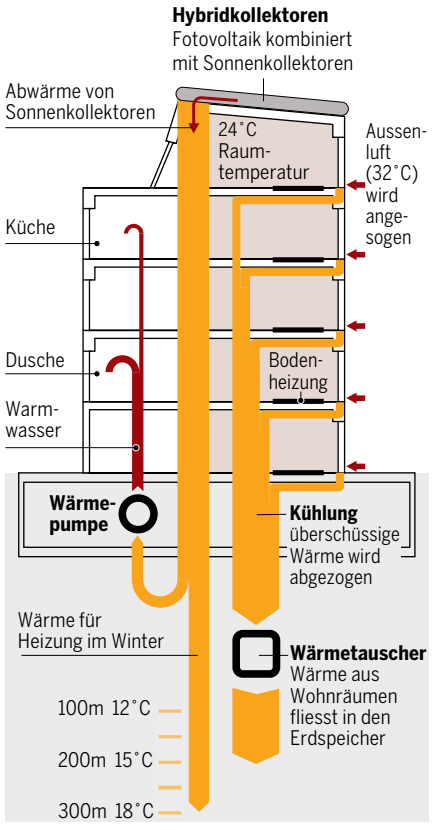
Das ist letztlich abhängig von drei Schlüsselkomponenten: Zu ihnen gehören Wärmesonden, die bis in 400 Meter Tiefe reichen. Herkömmliche Sonden funktionieren bis 250 Meter Tiefe. Für eine Wärmegewinnung in tieferem Untergrund braucht es robusteres Material, weil der Wasserdruck in den Sonden bedeutend höher ist. Die internationale Firma Rehau gehört auf diesem Gebiet zu den Vorreitern. Sie hat eine Aussenhülle der Sonde aus Stahlgewebe entwickelt. Solche Sonden machen die Energieversorgung effizienter, da in dieser Tiefe deutlich höhere Temperaturen vorherrschen. Allerdings betreten die Entwickler Neuland, denn noch gibt es wenig Erfahrungswerte, wie effektiv die Sonden funktionieren. Das gilt auch für die Fotovoltaik-Hybridkollektoren, die nicht nur Strom produzieren, sondern die verpuffte Wärme bei der Energieumwandlung in den Erdspeicher abgeben (siehe Grafik). Obwohl Ingenieure seit einigen Jahren an der Entwicklung dieser Technik feilen, kommen erst jetzt taugliche Systeme auf den Markt. Vorne dabei ist die Schweizer Firma 3S Photovoltaics, die erste Kollektoren Mitte dieses Jahres auf den Markt bringt.

Verdopplung der Leistung

Grosse Hoffnung für sein Konzept setzt Hansjürg Leibundgut in eine ungewöhnlich effiziente Turbowärmepumpe, das Herz der Energieversorgung. Erste Tests auf dem Prüfstand der Hochschule Luzern sind verheissungsvoll. Allerdings stehen die Entwickler erst am Anfang. In Leibundguts Haus B35 hätte diese elektromotorisch betriebene Wärmepumpe eine Leistungszahl von über 10. Das heisst: Mit einer Kilowattstunde Strom können 10 Kilowattstunden Nutzwärme hergestellt werden. Aktuelle Wärmepumpen weisen eine Leistungszahl von 4 bis 5 aus. «Die Turbowärmepumpe wäre ein Entwicklungssprung», sagt Beat Wellig, Leiter des Kompetenzzentrums Thermische Energiesysteme und Verfahrenstechnik der Hochschule Luzern. Wann sie auf den Markt kommt, kann Wellig heute noch nicht sagen.

Auch wenn sich sein System noch in der Debütphase befindet, ist ETH-Professor Leibundgut optimistisch und rechnet vor, dass sich die Kosten einer Sanierung der alten Häuser in der ganzen Schweiz nach seinem System auf etwa 160 Milliarden Franken belaufen würden. «Verteilt auf 50 Jahre sind das weniger als 0,6 Prozent des Bruttoinlandproduktes», sagt der umtriebige Energievisionär.

Sommerwärme speichern im Haus B35



TA-Grafik ib / Quelle: www.viagialla.ch

Experiment Haus B35

Sonnenenergie ernten

Ein anderer Weg, um ohne Gebäudedämmung nachhaltig zu bauen.

Das Prinzip des Hauses B35 an der Bolleystrasse in Zürich ist grundsätzlich einfach: Fotovoltaik-Hybridkollektoren auf dem Dach produzieren Strom und «ernten» im Sommerhalbjahr Wärme, die im Untergrund gespeichert wird. Bei Fotovoltaikmodulen wird nur 10 Prozent der Sonnenstrahlung in Strom umgewandelt, 90 Prozent verpufft als Wärme. Diese wird am Hybridkollektor über einen Wasserkreislauf weggeführt und in den Erdspeicher geleitet. Zusätzlich kühlt ein Fussbodenregister im Sommer die Wohnräume, indem die Wärme über das Register ebenfalls in den Untergrund abgeführt wird. Im Winter fungiert das Register dann als Bodenheizung. Weiter gibt es ein Lüftungssystem, das ebenfalls kühlt oder heizt. Entsprechend braucht es keine Strom fressenden Klimaanlagen.

Ausgeklügelte Elektronik

Drei Wärmepumpen versorgen das Haus mit Wärme. Zwei Erdsonden wurden in einer neuen Bauart bis in 380 Meter Tiefe abgeteuft. Normalerweise reichen solche Sonden in eine Tiefe von 220 Metern. Je tiefer die Sonden, desto mehr Wärme steht zur Verfügung. Zudem arbeiten die Wärmepumpen wegen der höheren Ausgangstemperatur effizienter. Das hydraulische System im B35 ist als Experiment gedacht und entsprechend kompliziert. Mehr als 76 verschiedene Heizkreise gibt es, die über eine stattliche Zahl von Kleinpumpen betrieben werden. Das Ganze wird über ein elektronisches System geregelt: Jeder Stromverbraucher im Haus, sei es die Leuchtdiodenlampe oder die Kaffeemaschine, wird über einen Chip gesteuert. Die digitalen Informationen gelangen über das Stromnetz zur Steuerzentrale. Das Ziel: Der Strom- und Wärmebedarf soll möglichst gering ausfallen. Dieses System ist allerdings noch weit weg von einer Serienreife. Grundsätzlich wurde dieses Prinzip auch bei der Sanierung des ETH-Gebäudes HPZ auf dem Hönggerberg angewendet. Statt der Wärme der Hybridkollektoren wird hier jedoch im Sommer die Abwärme von Hörsälen in den Erdspeicher geführt. *(ml)*

Das Aye-Aye heizt die Mittelfinger

Wer je ein Fingertier oder Aye-Aye gesehen hat, wird den Anblick kaum vergessen. Die zu den Lemuren zählenden Primaten haben einen sehr langen Mittelfinger, mit dem sie in feinsten Löchern in Bäumen nach Maden oder anderer Beute angeln können. Als wäre das nicht schon exotisch genug, stiessen Forscher nun auf eine weitere ungewöhnliche Eigenschaft: Die seltenen Tiere heizen ihren Mittelfinger vor der Beutesuche auf («International Journal of Primatology»). Auf diese Weise arbeiten die zahlreichen Nervenzellen besser, vermutet eine Gruppe um Gillian Moritz vom Darmouth College in Hanover (New Hampshire, USA).

Moritz und Kollegen filmten acht Tiere mit einer Thermokamera und achteten dabei besonders auf den dünnen Mittelfinger. Dieser erhitzte sich deutlich, wenn er in Gebrauch war – und war dann bis zu sechs Grad wärmer. Die übrigen Finger behielten ihre Normaltemperatur. Die Forscher vermuten eine besondere Blutversorgung des Fingers. In der Biochemie gibt es eine Faustregel, derzufolge eine Temperaturerhöhung von rund zehn Grad Celsius die Geschwindigkeit einer biochemischen Reaktion verdoppelt. Das Aufheizen des Fingers könnte daher die Empfindlichkeit der Sensoren steigern.

Auf der Roten Liste der Weltnaturschutzunion IUCN werden die Aye-Ayes derzeit als «gering gefährdet» eingestuft. Ihre Zahl hat in den vergangenen rund 25 Jahren aber um 20 bis 25 Prozent abgenommen. Die nachtaktiven Tiere kommen nur auf Madagaskar vor. Tagsüber schlafen sie unter anderem in Astgabeln. Manche Einheimische sehen die Lemuren als Vorboten schlechter Ereignisse an und töten sie daher. *(DPA/FWT)*

Fingertiere gehen mit gewärmtem Griffwerkzeug auf Beutefang. Foto: PD

Nachrichten

Fettleibigkeit

Magenbypass ist auf die Dauer besser als Magenband

Krankhaft fettleibige Patienten, die sich einen Magenbypass machen lassen, haben kurz nach der Operation häufiger Komplikationen als Patienten mit einem Magenband. Langfristig hingegen ist der Bypass laut einer neuen Schweizer Studie besser als das Band («Archives of Surgery»). Forscher um Michel Suter vom Universitätsspital Lausanne verglichen die Daten von insgesamt 442 Patienten. Im ersten Monat nach der Operation hatten 17 Prozent der Bypasspatienten Komplikationen, typischerweise Infektionen. Bei der Magenbandgruppe waren es 5 Prozent. Mit Bypass verloren die Patienten aber rascher und deutlicher an Gewicht und litten unter weniger Langzeitkomplikationen, die einen erneuten Eingriff nach sich ziehen können. Die Resultate sollten jetzt in einer grossen Studie überprüft werden, schreiben die Forscher. *(SDA)*

Raumfahrt

Flug von privater Raumkapsel zur ISS verschoben

Er ist die grosse Hoffnung für ein baldiges Comeback der bemannten Raumfahrt in den USA, doch die Entwicklung des privat gebauten Raumtransporters Dragon scheint zu stocken. Die Firma SpaceX hat ihren Testflug zur internationalen Raumstation ISS auf unbestimmte Zeit verschoben. Nach Mitteilung des Raumfahrtunternehmens müssen an der Dragon-Kapsel noch technische Verbesserungen vorgenommen werden. Eigentlich war der Start für den 7. Februar angepeilt worden, nachdem er bereits einmal verlegt worden war. SpaceX hat mit der US-Raumfahrtbehörde Nasa einen Milliardenvertrag für zwölf Flüge abgeschlossen, mit denen Ladung zur ISS transportiert werden soll. *(SDA/DPA)*