

Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 24 (2011)
Heft: [6]: Ein Wohnhaus als Labor : neue Wege zum nachhaltigen Bauen

Artikel: Die Sonne brings : Reto Westermann erklärt die Technologien
Autor: Westermann, Reto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-287136>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

108
FUGA

32



DIE SONNE Im Sommer Energie ernten, dann lagern und im Winter verbrauchen: Am Zürichberg wartet ein Wohnhaus mit neuartiger Technologie auf.

Text: Reto Westermann

In der warmen Jahreszeit ernten, im Keller einlagern und im Winter nach und nach konsumieren – auf diese Art und Weise funktionierte jahrtausendlang unsere Nahrungsversorgung. Dieses archaische Prinzip ist auch Vorbild für die Energieversorgung eines neuen Hauses an der Bolleystrasse 35 im Zürcher Kreis 6. Das auf «B35» getaufte Gebäude ist ein Prototyp für CO₂-freies Wohnen. Die benötigte Energie für Heizung, Warmwasser und die elektrischen Geräte liefert die Sonne. Haupterntezeit ist bei uns natürlich der Sommer. Nur ist dann der Energiebedarf klein und es braucht einen grossen Speicher, um die Ernte für den Winter einlagern zu können.

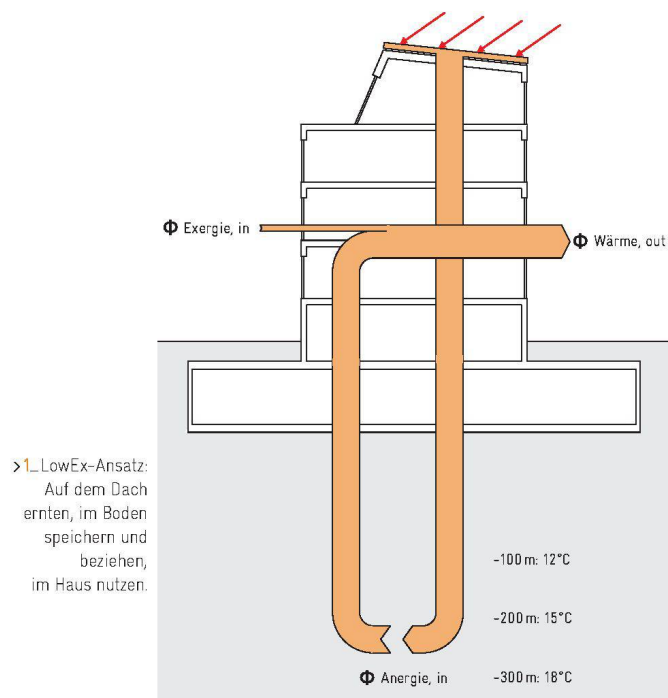
In den letzten Jahren wurden bei anderen Objekten verschiedene Speichervarianten getestet: grosse, in den Erdboden eingegrabene Wassertanks oder Geröllpackungen. Doch ihr Speichervolumen erwies sich als zu klein. Bei «B35» ging man einen anderen Weg: Eine Erdsonde reicht 380 Meter tief in den Untergrund – in Analogie zum Lagerkeller von früher. Weil es dort wärmer ist als in den bei Erdsonden sonst üblichen Tiefen bis 180 Metern, kann der Vorlauf der Wärmepumpen mit höherer Temperatur versorgt und damit die Effizienz gesteigert werden, andererseits sind die Tiefen zwischen 200 und 400 Metern gut geeignet, um die im Sommer geerntete Wärme für den Winter einlagern zu können. Als Erntefläche dienen Hybridkollektoren auf dem Dach, die Strom und Wärme gleichzeitig liefern, sowie die zur Sonne gerichteten Wohnräume. Der gewonnene Strom wird im Haus selbst gebraucht, der Überschuss ins öffentliche Netz eingespielt. Die Wärme aus den Kollektoren wiederum wird via Wärmetauscher an den Kreislauf der Erdsonde abgegeben, in die Tiefe geleitet und eingelagert. Ähnlich funktioniert das Prinzip in den Wohnräumen: Um diese im Sommer zu kühlen, zirkuliert in den Rohren der Bodenheizung kühles Wasser. Dieses stammt aus einer zweiten, weniger tief reichenden Erdsonde und nutzt die dortigen kühlen Temperaturen. Beim Zirkulieren durch die Bodenheizungsrohre erwärmt sich das Wasser und die so aufgenommene Wärme wird über die kürzere Erdsonde wieder in den oberen Teil des Erdspeichers übertragen. In der kalten Jahreszeit nutzt das System dann die im Erdspeicher eingelagerte Energie der Sonne und der Wohnraumwärme. Dazu wird das Prinzip umgedreht: Die Wärme aus der Tiefe dient als Medium für die Wärmepumpen. Diese erwärmen damit das Wasser für Heizung, Küche und Bad. Und noch eine Analogie hat der Neubau an der Bolleystrasse zum ursprünglichen Nahrungskreislauf: So wie früher keine Lebensmittel weggeworfen, sondern als Restengerichte verwertet wurden, verschwendet auch der Kreislauf von «B35» keine Energie: Anfallende Abwärme, etwa aus der Abluft der Räume, wird wieder in den Kreislauf zurückgespielt. **Abbildung 1**

DER HITZIGE: WASSERHAHN MIT DURCHLAUFERHITZER Die Warmwasserversorgung in Mehrfamilienhäusern ist aus energetischer Sicht eine ineffiziente Sache. Das Wasser wird unter hohem Energieeinsatz auf 60 Grad temperiert und vorrätig gehalten, obwohl Wasser in so hoher Temperatur nur gerade in der Küche benötigt wird. Zum Duschen und Baden genügen rund 40 Grad. An der Bolleystrasse fliesst aus den Hähnen in Bad und WC nur 42 Grad warmes Wasser. Weil das zum Reinigen der fettigen Pfannen nicht reicht, heizt eine neue Armatur in der Küche das Wasser bei Bedarf auf 52 Grad. Sie besteht aus einem handelsüblichen Durchlauferhitzer, der ans 230-Volt-Netz angehängt werden kann, sowie einem Wasserhahn mit Einhandmischer: Dreht man den Mischer von der Mitte nach links, liefert der Hahn Wasser im Bereich zwischen kalt und 42 Grad. Dreht man den Mi-

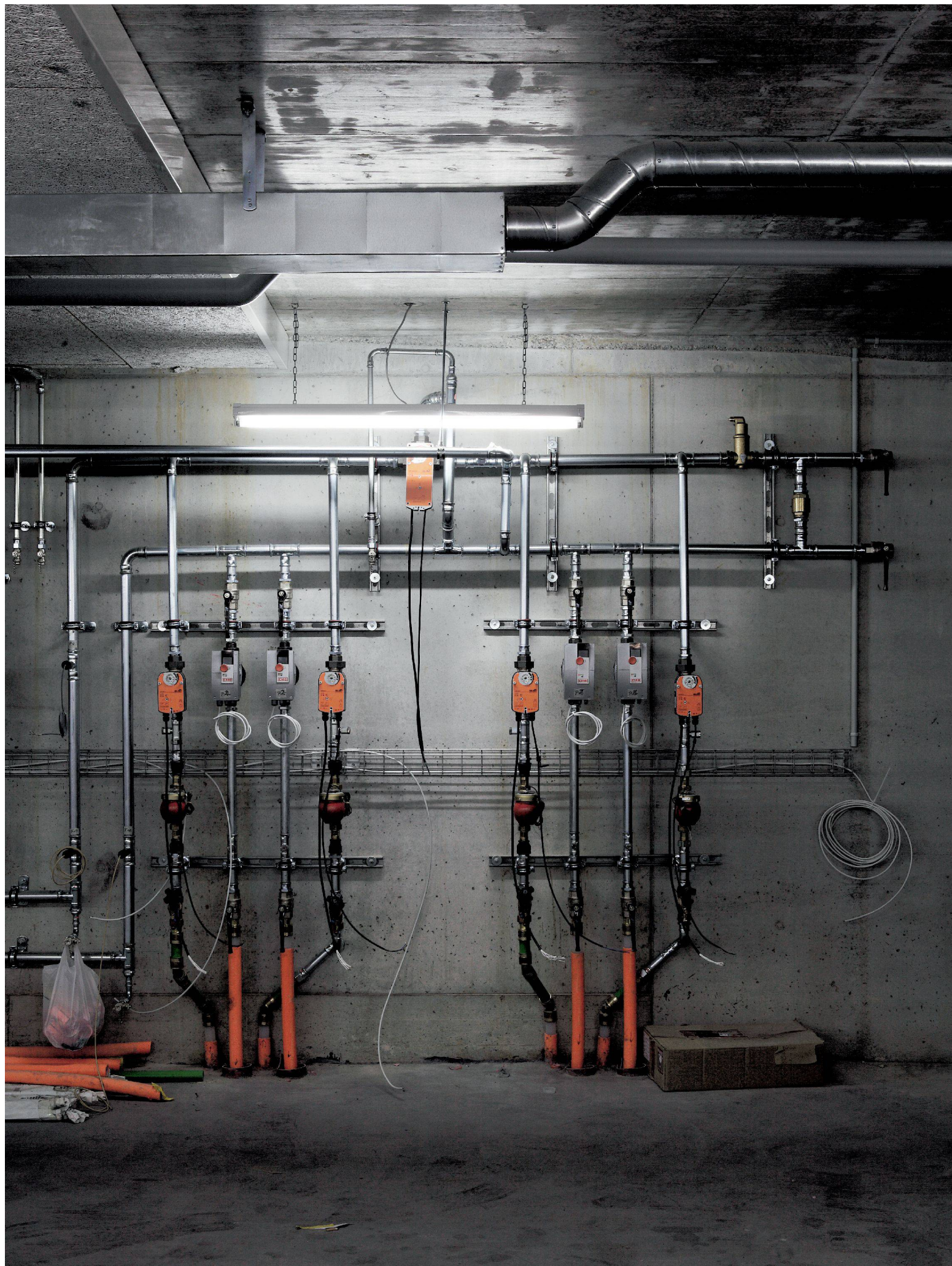
scher nach rechts, so steht Wasser zwischen 42 und 52 Grad zur Verfügung. Speziell ist die Steuerung des Durchlauferhitzers: Er schaltet sich alleine durch den Druckunterschied zu, der beim Öffnen des Wasserdurchflusses entsteht. So konnte auf eine elektrische Verbindung zwischen Mischer und Durchlauferhitzer verzichtet werden.

DIE NERVENBAHNEN: DIGITALSTROM Klassische Stromsysteme bestehen aus Einzelkämpfern: Jeder Schalter kann genau eine Funktion übernehmen. Ändern sich die Bedürfnisse, etwa weil die Beleuchtung in einem Raum von einer Deckenlampe auf Ständerlampen umgestellt wird, müssen Leitungen umgelegt oder neu verlegt werden – sind keine geschalteten Steckdosen vorinstalliert. Mit Digitalstrom kommunizieren Schalter und Geräte oder Lampen nicht mehr direkt, sondern über digitale Befehle, die durch die Stromkabel übertragen werden. Kernstück ist ein kleiner Chip, der in den Stromkreislauf, beispielsweise zwischen Deckenlampe und Stromnetz, eingesetzt wird. Dieser Chip hat eine Adresse und kann von jedem Schalter angesteuert werden. Welcher Schalter was steuert, ist deshalb nur eine Frage der Programmierung. Sie knüpft die Einzelkämpfer zu einem Netz. Das neue Stromsystem vereinfacht aber nicht nur die Steuerung elektrischer Geräte, sondern hilft zusammen mit einer Steuerungssoftware auch beim Energiesparen: Nicht gebrauchte Geräte können automatisch vom Netz getrennt oder zeitabhängig mit Strom versorgt werden. Zudem wird der Stromverbrauch laufend gemessen und aufgezeichnet.

DIE MEMBRAN: «AIRBOX» Die Frischluftversorgung ist in modernen Bauten ein Problem: Die hohe Dichtigkeit verhindert den automatischen Luftaustausch und das Lüften über geöffnete Fenster führt zu hohen Energieverlusten – vor allem wenn die Fensterflügel tagelang gekippt bleiben. Kontrollierte Lüftungssysteme wirken dem entgegen. Deren Rohre benötigen >>

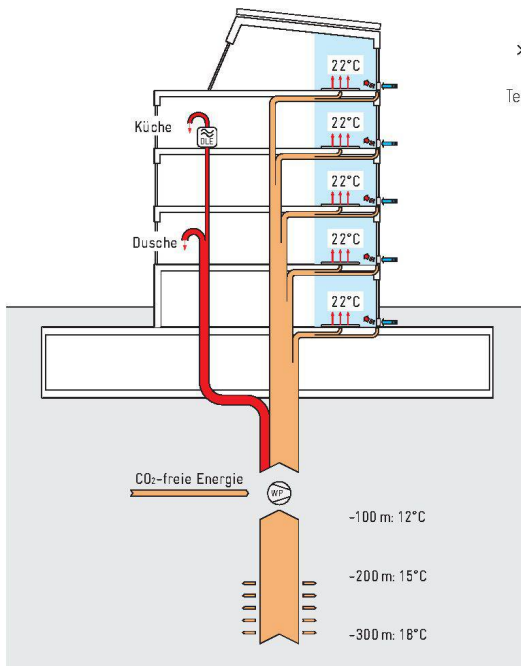


>Im Keller schiessen die Erdsondenrohre aus dem Boden wie Rankgewächse.





^Blick vom Büro- in den Ausstellungsraum im ehemaligen Wasserreservoir.



>Der dunkel eingefärbte Beton erwärmt sich in der Sonne und verkleinert im Winter die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen.

^2. Wärme bereitstellen: «B35» nimmt über die Erdsonde Wärme auf, die Wärmepumpe heizt damit das Warmwasser auf maximal 42 Grad.



<28 Quadratmeter Hybridkollektoren recken sich auf dem Dach der Sonne entgegen. Sie produzieren Warmwasser und Strom.

» aber viel Platz, müssen aufwendig verlegt werden und führen oft zu grösseren Deckenstärken, wenn es zu Kreuzungen zwischen Zu- und Abluftrohren kommt. An der Bolleystrasse wurden die Systeme für Zu- und Abluft entkoppelt. Für die Zuluft kommt das Lüftungsgerät «Airbox» zum Einsatz. Es wird direkt in die Aussenwand eingebaut. Im Verbund funktionieren diese kompakten Lüftungsgeräte als Membran zwischen innen und aussen. Eingebaute Wärmetauscher wärmen oder kühlen die von aussen angesaugte Luft je nach Bedarf. Die dazu nötige Wärme oder Kälte wird dem Heiz- und Kühlkreislauf des Hauses entnommen und macht separate Leitungen überflüssig. Die vorkonditionierte Luft gelangt in ein ringförmiges Kanalsystem und versorgt alle Wohnräume über Bodenauslässe mit Frischluft.

DIE SENSIBLE: CO₂-STEUERUNG Kontrollierte Lüftungssysteme arbeiten in der Regel nach fixen Vorgaben. Je nach gewählter Einstellung am Steuergerät tauschen sie die Luft ein- oder mehrmals pro Stunde in allen Räumen aus – unabhängig davon, ob Bewohner anwesend sind oder nicht. An der Bolleystrasse erfolgt die Regelung der Luftmenge in Abhängigkeit vom CO₂-Gehalt. Sensoren messen den CO₂-Gehalt der Raumluft und lassen über die Lüftungsöffnungen in den Bädern und den Abzug über dem Küchenherd die nötige Menge verbrauchter Luft absaugen. Durch die Kopplung mit den «Airboxen» über das Digitalstromnetz und die Steuerungssoftware wird gleichzeitig dieselbe Menge Frischluft wieder zugeführt. Auf diese Weise muss wesentlich weniger Luft umgewälzt werden und die Raumluft genügt trotzdem immer höchsten Ansprüchen. Sind etwa keine Bewohner anwesend, arbeitet die Lüftung nicht, findet eine Party statt, sorgen die CO₂-Sensoren für einen entsprechend hohen Luftaustausch.

DER MASSANZUG: AUSSENWAND Die Aussenwand der Bolleystrasse ist Teil des ganzen Energiekreislaufs und nur so stark gedämmt wie nötig – ein Massanzug also. Die innere Schicht besteht aus 16 Zentimeter Dämmbeton, dann folgen 12 Zentimeter Polystyrol und eine 9 Zentimeter dicke äussere Schutzschicht, wiederum aus Dämmbeton. Die Aussenseite dieses Kern-Dämmsystems ist dunkel eingefärbt und mit Glasfasern anstatt Stahl armiert. Um im Winter alle mögliche Wärme gewinnen zu können, sorgt die dunkle Einfärbung dafür, dass sich das Material durch die Sonneneinstrahlung erwärmt. So fällt die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen kleiner aus, was zu einem geringeren Heizwärmebedarf führt. Die Armierung der äusseren Schicht mit Glasfasern wiederum verlängert die Lebensdauer des Materials. Es gibt keine rostenden Eisen, die eine Sanierung der Fassade nötig machen, und bei einem späteren Abbruch kann der Beton recycelt werden, ohne dass, wie üblich, das Eisen aussortiert werden muss.

DER ALLESKÖNNER: HYBRIDKOLLEKTOR Wärme oder Strom, übliche Kollektoren liefern entweder das eine oder das andere. Der Hybridkollektor produziert beides und arbeitet effizienter: Denn durch die Sonneneinstrahlung werden die Strom produzierenden Photovoltaikmodule auch erhitzt. Dadurch sinkt zwar ihre Leistungsfähigkeit um 0,3 Prozent pro Grad Wärme. Der Hybridkollektor kühlt deshalb die Photovoltaikmodule mit einem darunterliegenden Rohrsystem, dem Kollektor. Das darin zirkulierende Wasser führt die Wärme ab und sorgt dafür, dass die PV-Elemente nicht heiss werden. Das darin auf maximal 30 Grad aufgewärmte Wasser wird entweder im Tiefenspeicher eingelagert oder direkt als Ausgangsmedium für die Wärmepumpen genutzt. Die 28 Quadratmeter Hybridkollektoren auf dem Dach sollen ausreichen, um übers Jahr hinweg Strom für alle technischen Einrichtungen zu erzeugen und gleichzeitig genügend Energie für den Winterbetrieb im Erdspeicher einzulagern. **Abbildungen 1, 3, 5**

DIE ARBEITSTIERE: NIEDERHUB-WÄRMEPUMPEN Wie effizient eine Wärmepumpe ist, drückt sich in ihrer Leistungszahl aus, im Fachjargon COP (coefficient of performance) genannt. Sie gibt das Verhältnis zwischen gelieferter Energie (Wärme) und benötigter Energie (Strom) an. Die Leistungszahl ist abhängig von der Art der Wärmepumpe, der Temperatur des Ausgangsmediums und der gewünschten Endtemperatur. Gute handelsüb-

liche Wärmepumpen erreichen zusammen mit einer Erdsonde Leistungszahlen von 4. Die an der Bolleystrasse eingesetzten Modelle haben es in Testläufen auf Effizienzwerte von über 8 gebracht. Ausschlaggebend dafür ist der geringe Temperaturhub, also der Unterschied zwischen der Temperatur des Ausgangsmediums und der gewünschten Endtemperatur für die Heizung oder das Warmwasser, von 15 Grad im Jahresmittel. Dies ist möglich, weil Warmwasser und Raumheizung mit demselben Temperaturhub auskommen. Machbar ist die Anwendung desselben Temperaturhubs nur, weil die Warmwassertemperatur auf 42 Grad begrenzt ist. Künftig soll die Effizienz der Wärmepumpen noch gesteigert werden: Derzeit wird eine spezielle Turbowärmepumpe getestet. Sie wird später eine bestehende Wärmepumpe im Keller des Wohnhauses ablösen.

DIE KOMPENSATOREN: TABS Das Dachgeschoss eines Hauses bereitet den Energieplanern immer Kopfzerbrechen: Durch seine im Vergleich zu den Normalgeschossen grössere Aussenfläche kühlt es schneller aus als die anderen Räume im Haus und erhitzt sich im Sommer entsprechend stärker. Die Vorlauftemperatur der Heizung oder die Leistung eines Kühlgeräts für das gesamte Gebäude wird deshalb in der Regel durch das Dachgeschoss beeinflusst und führt zu weniger effizienten Lösungen, als wenn nur die unteren Geschosse massgebend wären. An der Bolleystrasse wird dieses Problem durch Tabs (Thermo-Aktives Bauteilsystem) gelöst. Besonders exponierte Wand- und Deckenelemente des Dachgeschosses verfügen über eingelegte Rohre. Dadurch können sie je nach Bedarf temperiert oder gekühlt werden. Diese Massnahme im Dachgeschoss erlaubt dieselben Vorlauftemperaturen für Heizung und Kühlung wie in den Normalgeschossen. So wird die Gesamteffizienz des Systems verbessert.

DIE WARME: TIEFE ERDSONDE In Tiefen um die 320 Meter unter der Erdoberfläche herrschen konstante Temperaturen von rund 20 Grad – eine optimale Ausgangstemperatur für die effiziente Nutzung von Wärmepumpen, aber auch eine Herausforderung für die Bohrung einer Erdsonde. Denn übliche Sonden sind maximal 200 Meter lang. Durch die grössere Länge der Sonde herrschen im Sondenrohr einerseits Drücke zwischen 20 und 30 Bar, andererseits kühlt sich die Flüssigkeit in der Sonde beim Aufsteigen durch weniger warme Schichten wieder ab. Zum Einsatz kommt deshalb eine neu entwickelte Sonde aus einem doppelwandigen Rohr. In der äusseren Schicht sinkt die Trägerflüssigkeit langsam ab und erwärmt sich dabei, im inneren leicht isolierten Rohr steigt die erwärmte Flüssigkeit wieder nach oben, ohne an Temperatur zu verlieren. Um dem hohen Druck standzuhalten, ist die Aussenhülle der Sonde mit einem Stahlgewebe verstärkt. **Abbildungen 2, 3**

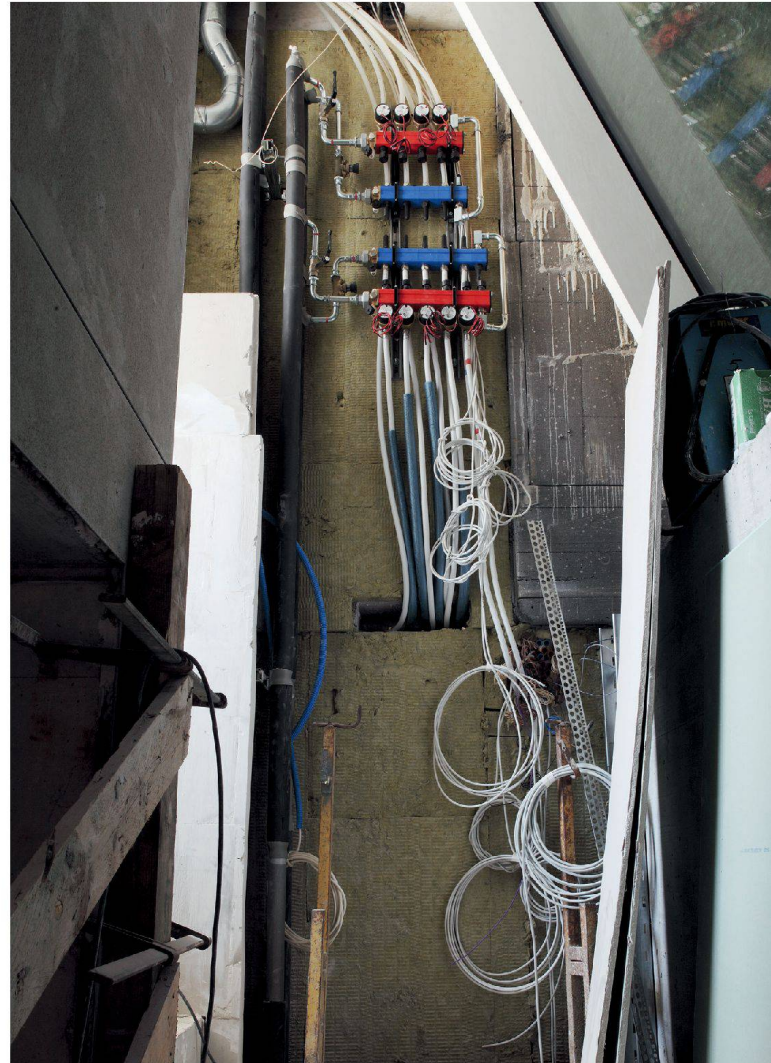
DIE KALTE: FLACHE ERDSONDE Knapp hundert Meter unter der Erdoberfläche herrschen konstante Temperaturen von rund 12 Grad. Holt man diese Kälte mit einer Erdsonde nach oben, hat man ein optimales Ausgangsmedium zur Kühlung im Sommer. Neben der in 380 Meter Tiefe reichenden Erdsonde verfügt «B35» deshalb auch über eine «kurze» Erdsonde. Der dabei erzielte Effekt hat doppelten Nutzen: 1. Beim durchfliessen der Rohre der Bodenheizung in den Wohnungen kühlen die Räume ab. 2. Das kühle Wasser erwärmt sich dabei langsam und erreicht so Temperaturen von über 20 Grad. Es gibt seine Wärme über einen Tauscher an den Kreislauf der bis 380 Meter Tiefe reichenden Wärmepumpe zurück, wo es wiederum dazu dient, das Erdreich für den Winterbetrieb zu erwärmen. Die sommerliche Kühlung der Räume sorgt so ein paar Monate versetzt für eine effiziente Beheizung im Winter. **Abbildungen 2, 3**

DER SPEICHER: ERDREICH In unseren Breitengraden fällt die Sonnenenergie dann an, wenn sie nicht gebraucht wird. Kernelement eines Hauses, das bei seiner Energieversorgung kein CO₂ erzeugt, ist deshalb ein grosser Speicher, der die Sonnenenergie für den Winter einlagert. Geröllspeicher oder Wassertanks unter dem Boden haben sich nicht bewährt, da ihre Kapazität in der Regel nicht ausreicht. Optimal geeignet ist hingegen das Erdreich in grösseren Tiefen ab 250 Metern, wo Temperaturen um »

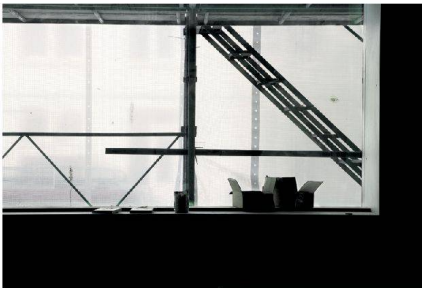
➤Trotz aller Technik: Wer will, kann immer noch Treppensteigen.



✓ Geschossweise Warmwasserverteilung: Jeder Wärmekreislauf kann zu Messzwecken separat mit einer Pumpe gesteuert werden.



✓ Das M-Glas lässt wenig Wärme ins Haus, dafür viel Licht.

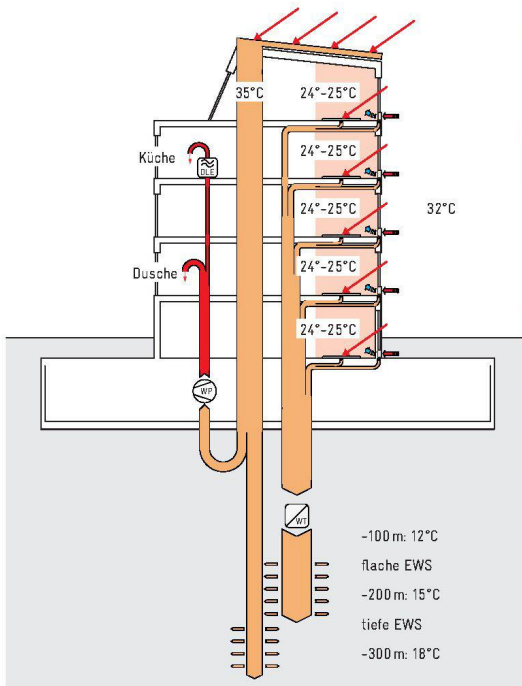


◀Fließende Räume: Die Innenwände gehen nicht bis an die Fassade.

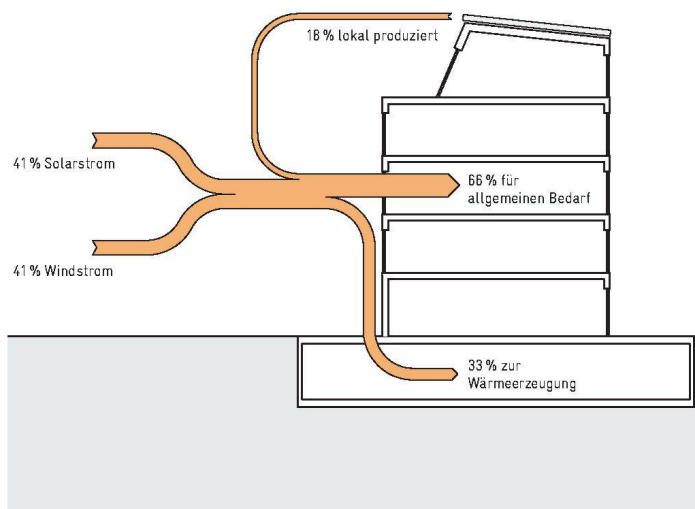
➤Blick durchs Haus: Das Gebäude sitzt hangseitig auf dem Reservoir. Das hat im ersten Obergeschoss einen Versatz zur Folge.



> Das Lüftungsgerät «Airbox» ist in jedem Stockwerk in jede Gebäudeecke eingebaut.



^3_ Wärmeüberschuss verwerten: Die Kollektoren produzieren 35 Grad warmes Wasser. Sonneneinstrahlung auf Fussböden sowie die über die «Airbox» angesaugte Warmluft von draussen erwärmen den «Winterspeicher» Erdreich.



^4_ Strom gewinnen und nutzen: «B35» wird mit lokal produziertem Strom sowie mit extern geerntetem Solar- und Windstrom betrieben.



^ Konstruktions-Meisterstück: Schrägliegende Schiebefenster im Attikageschoss.



^ Kabel baucht es trotz aller Technik, doch Digitalstrom macht die Verkabelung einzelner Schalter unnötig.

» die 20 Grad herrschen. Diese sind einerseits optimal als Ausgangstemperatur für eine Wärmepumpe, andererseits kann hier Sonnenenergie im Sommer gut eingelagert werden. Dabei wird die durch die Sonne erwärmte Flüssigkeit von den Kollektoren auf dem Dach in die Tiefe geleitet und heizt so das Erdreich auf. Im Winter wird diese eingelagerte Wärme dann als Ausgangsmedium für die Wärmepumpe genutzt. **Abbildungen 3, 5**

DIE LICHTFÄNGER: M-GLAS Die Anforderungen an moderne Fenstergläser sind hoch. Einerseits soll im Winter wenig Kälte nach draussen und viel Licht sowie Strahlungswärme nach drinnen gelangen. Im Sommer hingegen möchte man möglichst wenig Wärme im Haus haben. Moderne Wärmeschutzverglasungen sind deshalb eine Kompromisslösung: Sie lassen im Sommer wenig Wärme ins Haus, dafür ist im Winter der Lichteinfall aber schlechter und auch der Wärmegewinn begrenzt. Das durch das Team von Physikprofessor Peter Oelhafen der Universität Basel entwickelte M-Glas löst dieses Problem teilweise: Es lässt zwar sehr wenig Wärme ins Hausinnere, gleichzeitig aber auch sehr viel Licht. Sein Name leitet sich aus der Kurve der Lichtdurchlässigkeit ab, die in Form eines M verläuft. Da die entsprechende Beschichtung blaue und rote Anteile im Farbspektrum wegfiltert, hätte das einfallende Licht einen Grünstich. Durch die grünliche Beschichtung des Glases werden die störenden grünen Anteile ausgefiltert und es entsteht Tageslicht im gewohnten Farbspektrum. Das Spezialglas senkt durch die höhere Lichtdurchlässigkeit auch den Stromverbrauch für Kunstlicht im Winter und sorgt im Sommer für geringere Kühllasten. Da es im Winter aber einen geringeren Wärmegewinn als übliche Gläser bringt, wird es an der Bolleystrasse nur dort eingesetzt, wo im Dezember und Januar sowieso keine Sonneneinstrahlung vorhanden ist, man im Winter aber froh um mehr natürliches Licht ist, beispielsweise im Sockelgeschoss oder in der Fassade zum Nachbarhaus hin.

DAS GEHIRN: BETRIEBSSYSTEM Das Gesamtsystem «B35» funktioniert nur, wenn alle Komponenten perfekt miteinander zusammenarbeiten. Herzstück ist ein Steuerungscomputer, wo alle Informationen zusammenlaufen. Er wählt das gerade passende Medium für die drei Wärmepumpen, überprüft die Raum- und Heiztemperaturen, lenkt die Energie im Sommer in den Erdspeicher und sorgt für frische Luft in den Wohnräumen. Da nicht alle Geräte, Sensoren und Pumpen auf dieselbe Weise angesteuert werden können und unterschiedliche Programmiersprachen benötigen, ist auf dem Steuerungscomputer ein eigenes Betriebssystem installiert. Dieses ermög-

licht, die unterschiedlichsten Komponenten auf einfache Art miteinander zu vernetzen – unabhängig von der jeweiligen Programmiersprache. Damit ein Computerabsturz oder ein Festplattenproblem die Energieversorgung des Hauses nicht zum Erliegen bringt, ist der Steuerungscomputer doppelt vorhanden. Die beiden Computer prüfen sich laufend gegenseitig. Fällt einer aus, übernimmt der andere automatisch die Steuerung der Anlage. **Abbildung 4**

DIE KLASSENBESTEN: HAUSHALTSGERÄTE Fast die Hälfte des Stroms im Haushalt werden durch Kochherd, Backofen, Kühlschrank und Geschirrspüler konsumiert, an der Bolleystrasse rund 21 kWh/h m²/h/a. Trotzdem müssen die Bewohner nicht auf den gewohnten Komfort in der Küche verzichten. Damit der Stromverbrauch möglichst niedrig bleibt, wurden besonders sparsame, aber handelsübliche Haushaltsgeräte eingebaut. So beispielsweise Backöfen, deren Verbrauch 20 Prozent unter den Vorgaben für die Energieklasse A liegt, Kochfelder mit Induktion, Kühlschränke und Gefrierer der Klasse A++ sowie Geschirrspüler mit dem neuen Zeolith-Trocknungsverfahren. Dieses sorgt mit dafür, dass der Stromverbrauch der eingebauten Geschirrspüler bis zu 20 Prozent unter demjenigen üblicher Modelle liegt. Und so funktioniert das Verfahren: Statt die Restfeuchtigkeit auf dem Geschirr durch Heizwärme zu trocknen, wird die feuchte Luft im Geschirrspüler abgesaugt und an Kügelchen aus dem Mineral Zeolith vorbeigeführt. Dieses nimmt die Feuchte auf und gibt dabei gleichzeitig Wärme ab, die wiederum zur Resttrocknung verwendet werden kann.

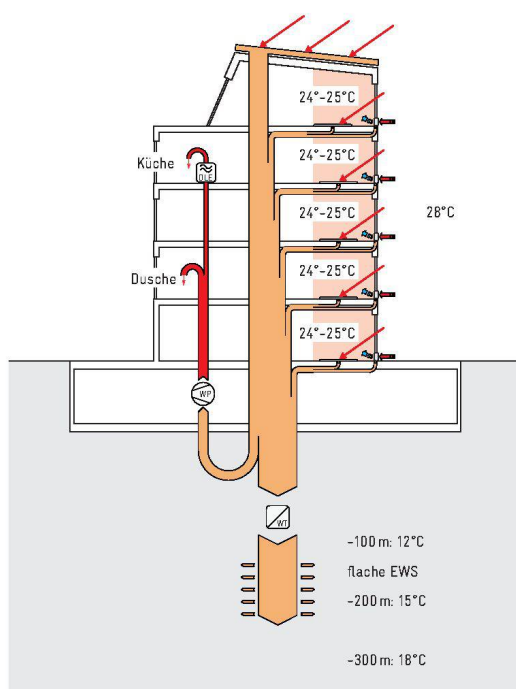
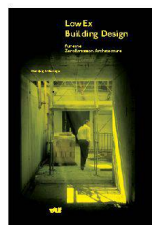
FIRMEN UND IHRE PRODUKTE

- > Aizo, Zürich: Digitalstrom
- > BS2, Zürich: Lüftungsgerät Airbox
- > Glas Trösch, Bützberg: M-Glas
- > KWC, Unterkulm: Einhandmischer K-Drive
- > KWT Kälte- und Wärmetechnik, Worb: Wärmepumpen
- > Misapor Beton, Winterthur: KDS Kern-Dämmsystem
- > Mivune, Zürich: Betriebssystem
- > Rehau, D-Erlangen: Erdsonden
- > Siemens, Geroldswil: Haushaltgeräte
- > 3S Modultec, Lyss: Hybridkollektor

LOWEX BUILDING DESIGN

Das neue Buch von Hansjörg Leibundgut zeigt auf, wie Gebäude nachhaltig und CO₂-frei betrieben werden können. Nicht mehr das «Energiesparen um jeden Preis» steht im Vordergrund, sondern das Vermeiden von Emissionen aus der Energieversorgung der Gebäude – Null-Emissions-Architektur. Im Buch dokumentierte Projektbeispiele: Neubau Wohnhaus «B35», Umbau Bürogebäude «HPZ» Zürich u. a.

- > Hansjörg Leibundgut: LowEx Building Design für eine ZeroEmission Architecture
- > 184 Seiten, zahlreiche Abbildungen, durchgehend farbig, broschiert
- > erhältlich ab 22. August 2011
- > ISBN 978-3-7281-3409-7
- > Sonderpreis für Hochparterre-Leser (gültig bis 15.9.2011): CHF 32.– statt 39.90
- > Bestellen mit Vermerk «Hochparterre»: vdf Hochschulverlag der ETH Zürich, Voltastr. 24, 8092 Zürich, verlag@vdf.ethz.ch
- > www.vdf.ethz.ch



↑5_Wärmeüberschuss verwerten: Mit der übers Haus produzierten überschüssigen Energie wird das Erdreich für den Winter vorgeheizt.