
Fragekatalog zum Vortrag «Visionen anpacken»

8. Forum «Ausbau und Fassade», Gossau SG, 26.02.09

Prof. Dr. Hansjürg Leibundgut (ETH Zürich, Professor für Gebäudetechnik)

Im Nachgang zum Forum «Ausbau und Fassade» – eine Initiative des Gipserunternehmer-Verbandes der Ostschweiz (GVO) – wurden rund 50 Fragen eingereicht, nachdem ich als Referent versprochen hatte, sie gebündelt zu beantworten. Folgend werden die **Fragen zu Themen zusammengefasst** beantwortet:

1. Erdreich / Anergie / Kühlen / etc.

- Abkühlung der Erdschichten! Wird das kein Problem?
- Heizen/Kühlen
- Kühlen wird immer wichtiger????
- Wärme (Heizen) und Kühlung
- Grundwasserabsenkung – Wie gross ist das Risiko?
- Woher nimmt man die Energie, um 2 Mio. × 300m in die Tiefe zu bohren, wenn Öl und Diesel fehlen.
- Alternativen für Gebiete, in denen nicht gebohrt werden darf?
- Komfortlüftung mit Erdregister als Alternative?
- Wie verändert sich das lokale Erdklima, wenn «reihenweise» Erdwärmepumpen gebaut werden?
- Wie kann ich überschüssige Energie längerfristig speichern?
- Erdwärme – ist diese Ressource nicht auch begrenzt?
- Abwägung Nachrüstung, AWD und grössere Gewinnung – Anergie
- Wir sanieren das Haus. Wir haben gelernt, dass: Dämmen 16°C/-8°C aussen, bei 20°C Raumtemperatur → Heizflächen anpassen (Vorlauf 30°C) → Anergie anzapfen. Nun haben wir das umgesetzt. War es nachhaltig? Oekologie – Oekonomie wie lange?

In der Schweiz hat das Grundwasser eine Temperatur zwischen 10°C und 14°C, das Erdreich in einer Tiefe von 10m rund 8°C im Mittelland und rund 3°C in den Alpen. An allen Orten nimmt die Temperatur des Erdreichs mit mind. 3°C pro 100m Tiefe zu. Der Grund für die Zunahme ist die Wärmeproduktion im Erdinneren. Der Wärmestrom aus dem Inneren ist in 300m Tiefe sehr schwach (unter 1Watt/m²). Er reicht bei weitem nicht aus, um langfristig alle Gebäude der Schweiz mit Erdsonden-Wärmepumpen zu versorgen. Das Erdreich würde sich abkühlen. Weil in der Schweiz das Erdreich in 300m Tiefe nur 17°C warm ist (14°C im 200m), so kann man mit dem Erdreich im Sommer kühlen. Die Wärme aus den Gebäuden wird ins Erdreich verfrachtet (nur mit einer Zirkulationspumpe). Dadurch wird die Wärmebilanz im Erdreich wieder hergestellt. Das Erdreich in 100m bis 300m Tiefe wird damit zum Saisonspeicher von Sonnenenergie (die Sonne überhitzt das Haus im Sommer) bei einer Temperatur zwischen 10°C und 20°C. Diese Energie entzieht man im Winter dem Erdreich mit der Erdsonde und der Wärmepumpe. Der Wärmestrom aus dem Erdinneren ist nicht mehr von Bedeutung, weil er 10–100 mal kleiner ist als der künstlich erzeugte Wärmestrom.

Mit dem Verständnis dieses Prinzips können die meisten der Fragen in diesem Themenbereich selbst beantwortet werden.

In Grundwasserschutzonen dürfen zurzeit keine Erdsonden gebohrt werden, weil man Angst vor der Verschlechterung der Wasserqualität hat. In diesen Gebieten bietet sich das Grundwasser selbst als Wärmeträger für die Wärmepumpe an. Von Vorteil ist, wenn der Staat kollektive Anlagen errichtet und den Privaten Wärme aus dem Grundwasser anbietet (analog dem Trinkwasser, dem Abwasser, dem Strom, dem Telefon, etc.). Kollektive Anergienetze werden in Städten eine Alternative sein zu Fernwärmesystemen.

2. Wärmedämmung / Schimmel / U-Wert

- Welche Entwicklung erwarten Sie bei den Dämmstoffen?
- Dämmsysteme, Schlanke (ca. 1cm)
- Feuchtigkeit – Schimmel
- Welches ist die optimale Dicke einer Wärmedämmung?
- Braucht es eine Gesetzesänderung, weg vom U-Wert – Denken?
- Flächenheizungen – sinnvoller isolieren

Jedes Haus in der Schweiz sollte eine Gebäudehülle haben, die innen an der Aussenwand eine genügend hohe Temperatur aufweist, damit kein Kondensat auftritt und damit keine Schimmelpilze

wachsen können. Mit U-Werten von unter $1\text{W/m}^2\text{K}$ für Fenster und unter $0.35\text{W/m}^2\text{K}$ für opake (nicht transparente) Wände sind diese Kriterien in über 95% aller Fälle erfüllt. Der U-Wert von $0.35\text{W/m}^2\text{K}$ wird erreicht mit einer Konstruktion, die einen Wärmedurchgangswiderstand $> 3\text{m} \times \text{K/W}$ aufweist:

$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + R_3 > 3\text{m} \times \text{K/W}$$

Der Gesamtwiderstand wird errechnet, indem man alle Einzelwiderstände der einzelnen Schichten zusammen zählt. Für eine einzelne Schicht berechnet sich der Einzelwiderstand zu:

$$R = d/\lambda$$

d: Dicke der Schicht in Meter (m)

λ : Wärmeleitfähigkeit des Materials in W/mK

Den Wert $R = 1$ erreicht man also entweder mit:

1m Beton ($\lambda = 1\text{W/mK}$)

0.27m Dämmbeton ($\lambda = 0.27\text{W/mK}$)

0.03m EPS ($\lambda = 0.03\text{W/mK}$)

0.015m Aerogel ($\lambda = 0.015\text{W/mK}$)

Wichtig ist die Berücksichtigung der Wasserdampfdiffusion!

Mit diesen Zusammenhängen können alle Fragen selbst beantwortet werden.

3. Abwärmenutzung

- Bedeutung der Abwärmenutzung
- Energie-Gewinnung von Abwasser

Abwärme soll immer dann genutzt werden, wenn die Kosten tiefer sind als diejenigen der Wärmegewinnung aus dem Erdreich (z.B.). Das Abwasser ist eine gute und bisher unerschlossene Energiequelle, die Nutzung ist aber nicht ganz einfach, weil das Abwasser verschmutzt ist (schlechter Wärmeübergang) und weil das Abwasser stossweise und mit unterschiedlichen Temperaturen anfällt.

4. Förderbeiträge

- Welche Bedeutung haben aus Ihrer Sicht staatliche Förderbeiträge?
- Zukunftsorientierte Kompetenzzentren für innovative Gebäude-Erstellung und -Sanierung
- Welche neuen Technologien sind Zukunft - Megatrend? Verarbeitungstechnik oder Materialien oder Nanotechnologie
- Hindernisse: Aufwand F + E Chancen attraktiver (?)
- Kostenfaktor
- Hochwertige Dämmungen (Vaccum-Fassaden)
- Unterstützung / Finanzierung von der öffentlichen Hand
- Wie bringen wir die Wirtschaft dazu, visionär zu denken und zu entwickeln? (Prinzip 11.30Uhr anstatt fünf vor zwölf)
- Attraktivität Kosten / Nutzen

Es ist klar, dass in spätestens 40 Jahren kein Erdgas und kein Erdöl mehr verheizt werden wird und dass damit alle Öl und Gasbrenner verschwunden sein werden. Alle Gebäude müssen umgerüstet werden. Zum Glück gibt es sehr viele Varianten, aber leider weiss man heute nicht mit Sicherheit, welche Varianten in 30 Jahren vorherrschend sein werden. Das Experimentieren ist in dieser Phase äusserst wichtig. Förderbeiträge des Staates sollten somit in erster Linie als Unterstützung des Experimentierens erfolgen. Die Förderung von hochisolierten Gebäuden mit hohen Kosten pro m^2 Isolation ist unsinnig, weil die Technologie der Wärmeerzeugung weit bessere Prognosen aufweist als die Technologie des sehr starken Dämmens.

5. Heizen mit der Sonne / PV-Zelle

- Ganzes Heizen mit Sonne?
- Photovoltaik-Zellen, Herstellungskosten, graue Energie
- Wieviel Fläche (Photovoltaik) braucht es, um den Energiebedarf der Welt decken zu können?

Solarstrahlung ist sehr hochwertig, sie wird mit verschiedenen Technologien in Energieformen umgewandelt, die wir nutzen können:

Passive Solarnutzung: Die Strahlung erwärmt im Gebäudeinnern den Boden, die Wand auf 20-25°C.

Aktive Solarnutzung: a) Warmwasserkollektor

Im Warmwasserkollektor wird die Solarstrahlung in Wärme zwischen 40°C und 100°C umgewandelt und kann dadurch transportiert und während einer gewissen Zeit gespeichert werden.

b) Photovoltaik

Die photovoltaische Zelle wandelt 10-40% (je nach Konstruktion) der Solarstrahlung direkt in elektrischen Strom um.

Das Thema der Verwendung von Strom aus Photovoltaik kombiniert mit Wärmepumpen in vernünftig gebauten Gebäuden ist Basis der Arbeiten der Bewegung viaGialla:

→ <http://www.viagialla.ch>

Unter «Publikation» können Sie ein PDF downloaden, welches alle wesentlichen Fragen beantwortet!

Zürich, 16.04.09 / LE