

## **Energiefluß der Zukunft.**

### **Nutzung oberflächennaher, sonnenunterstützter Erdwärme zur Energieeinsparung bei Gebäuden**

Der vom Erdinnern zur Erdoberfläche gerichtete kontinuierliche Wärmestrom wird auf  $4 \cdot 10^{10}$  kW geschätzt; bezogen auf die Erdoberfläche sind dies ca.  $0,7 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$ . Für eine direkte Nutzung ist dieser Wert zu gering. Dafür kommen nur geothermische Anomalien infrage: heiße Wässer, die in einem Aquifer eingeschlossen sind und außer in Geysiren meist keine natürliche Verbindung zur Erdoberfläche haben.

Die thermische Nutzung des Untergrundes ist z.Z. ein in Deutschland weitverbreitetes Thema; man unterscheidet dabei die Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen, die Nutzung des oberflächennahen Untergrundes über Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden, wobei auch Gründungspfähle als Wärmeüberträger ("Energiepfähle") verwendet werden. In allen diesen Fällen werden Wärmepumpen eingesetzt, um die für das Heizen der Gebäude erforderliche Vorlauftemperatur zu erreichen.

Einen völlig anderen und wesentlich wirtschaftlicheren Weg beschritt der Luxemburger Forscher, Dipl.-Ing. und Physiker Edmond D. Krecké, indem er die oberflächennahe Erdtemperatur, unterstützt durch Sonnenwärme, direkt nutzt.

Es ist bekannt, dass in einer Tiefe von 2,5 m bis 3 m Sommer wie Winter eine von der Erdatmosphäre weitgehend unabhängige Temperatur von  $+9^\circ\text{C}$  bis  $+11^\circ\text{C}$  herrscht. Manche nennen dies Weinkellertemperatur: Im Winter empfinden wir es als warm und im Sommer empfinden wir es als kühl. Würden wir diese für praktische Zwecke in unermeßlichem Maße vorhandene Temperatur nutzen, indem wir alle Außenbauteile mit dieser Temperatur, von sagen wir  $+8^\circ\text{C}$ , "versorgten", so würden auch sehr niedrige Außentemperaturen die Innentemperaturen nicht direkt beeinflussen können: Wir hätten uns sozusagen eine Temperaturbarriere geschaffen und der Energieverbrauch des Gebäudes wäre nur von der Temperaturdifferenz der Innentemperatur zur Temperatur der Temperaturbarriere, also beispielsweise

$$\Delta t = t_i - t_{TB} = 22^\circ - 9^\circ = 13^\circ\text{C}$$

abhängig, gleichgültig wie tief die Außentemperatur sinkt.

Wie können nun die Außenbauteile mit der Erdtemperatur versorgt werden?

In der Bodenplatte werden Kunststoffrohre mit Durchmessern von 1 bis 2 cm in engen Abständen verlegt, in denen Wasser zirkuliert. Das Wasser nimmt die Erdtemperatur auf, wird in die Außenbauteile gepumpt und fließt nach Wärmeabgabe von dort wieder in die Bodenplatte zurück.

Baut man ein Gebäude ohne Keller auf den Erdboden oder mit Keller in den Erdboden und dämmt die Bodenplatte oberseitig, staut sich der vom Erdinnern kommende Wärmestrom unter der Bodenplatte auf, die Temperaturen steigen dort an bis sich ein Gleichgewicht mit dem seitlich des Gebäudes in die Erdatmosphäre entweichenden Wärmestrom einstellt. Diese Temperaturerhöhung tritt selbstverständlich auch ein, wenn das Gebäude nicht beheizt wird. Der

Temperaturanstieg ist u.a. von der Gründungstiefe und der Gebäudegrundrissfläche abhängig. Er beträgt i.M. 2° bis 4° C, so dass die Temperatur in der Temperaturbarriere ca. +13°C beträgt und für den Energieverbrauch die Temperaturdifferenz

$$\Delta t = 22^\circ - 13^\circ = 9^\circ \text{ C}$$

maßgebend ist.

Wünschenswert ist es, diese Temperaturdifferenz weiter zu verringern, d.h. die Temperatur in der Temperaturbarriere weiter zu erhöhen und zwar auf eine Temperatur, die für angenehme Innentemperaturen sorgt, ohne dass eine Energiezufuhr nötig ist, wobei selbstverständlich solare Zugewinne, z.B. durch Fenster oder interne Zugewinne bei der Nutzung des Gebäudes Berücksichtigung finden.

Hier kam der Forscher Krecké auf den Gedanken, eine weitere, unerschöpflich vorhandene, sehr leistungsfähige und ebenfalls kostenlose Energiequelle "anzuzapfen": Die Sonne.

Selbst in Deutschland weist die jährliche Sonneneinstrahlung eine Energie von i.M. 1000 kWh/m<sup>2</sup>/a auf horizontale Flächen auf.

Nehmen wir einmal an, für die Versorgung der Temperaturbarriere benötigten wir eine Energiemenge von 10 kWh bezogen auf den m<sup>2</sup> Grundfläche und pro Jahr, so könnten wir mit der Einstrahlungsenergie in Deutschland 100 Geschoßflächen versorgen! Ein theoretischer Wert, von dem Verluste noch abgezogen werden müssen, der aber dennoch die Größenordnung zeigt. Hinzu kommt, dass insbesondere bei hohen Häusern nicht nur die horizontalen oder schrägen Dachflächen, sondern auch die vertikalen Wandflächen zur Absorption herangezogen werden können.

Wir erkennen, dass wir mit der Sonne eine Energiequelle zur Verfügung haben, mit der wir Gebäude nahezu unentgeltlich klimatisieren können (es ist nur eine Frage der Absorption sowie des Energietransports und der Energiespeicherung). Mit der Erde steht die Energiequelle zur Kühlung sowie das Medium zur Speicherung der Sonnenwärme zur Verfügung. Wir nennen eine solche Technik ® TERRASOL-Technik.

Unter der Dacheindeckung, genauer gesagt, zwischen Dacheindeckung und Wärmedämmung werden die Absorberleitungen - Kunststoffröhrchen, wie die zuvor beschriebenen Temperaturbarriereleitungen - verlegt; in den Außenwänden - sofern dort Absorberleitungen erforderlich sind - werden sie im Außenputz verlegt. Das in den Röhrchen enthaltene Wasser erwärmt sich, im Sommer bei Sonnenschein und entsprechenden Außentemperaturen auf bis +80°C oder +85°C, im Winter selbst bei Minusgraden und Sonnenschein auf nutzbare +15°C bis +20°C.

In gedämmten Rohren wird das erwärmte Wasser in die Bodenplatte, und zwar in die Kernzone bei hohen Temperaturen oder in die Mittel- und Randzonen bei niedrigeren Temperaturen geführt. Von der oberseitig gedämmten Bodenplatte wandert die Wärme ins Erdreich, wo sie gespeichert wird. Zur Verringerung der seitlichen Wärmeverluste, also zur Verringerung der Wärme, die in die Erdatmosphäre entweicht -, wird entlang des Gebäudegrundrisses eine entsprechende Dämmung im Erdreich eingebaut. Im Bedarfsfall wird mit der im Erdreich gespeicherten Wärme das in den Rohrleitungen der Bodenplatte enthaltene Wasser erwärmt, in

die Temperaturbarriere der Außenhülle geführt, wo es abkühlt und anschließend wieder der Bodenplatte zugeführt wird. Durch eine Vielzahl von Messungen an ausgeführten Gebäuden wurde festgestellt, dass die Temperatur des in der Bodenplatte in Rohren enthaltenen Wassers, bevor es in die Außenhülle gepumpt wird, +18°C bis +20°C aufweist; dabei muß die Temperatur des Erdreiches unter der Bodenplatte ca. +20°C bis +22°C betragen.

Höhere Temperaturen werden im Erdspeicher nicht erreicht, auch wenn besonders hohe Absorberleistungen zuvor erzielt werden: Anstelle einer Temperaturerhöhung vergrößert sich das Volumen des Erdspeichers.

Durch jahrzehntelange Erfahrungen wurde festgestellt, dass bei intensiver Nutzung der Dachflächen als Absorberflächen weit mehr Wärmeenergie als erforderlich zur Verfügung steht.

In den meisten Fällen wird in der Kernzone eines Gebäudes ein allseits gedämmter sogenannter Kernspeicher angelegt, der im Gegensatz zu dem übrigen Erdspeicher mit Schlauchleitungen durchsetzt ist. Hierdurch werden Wassertemperaturen bis zu +40°C erreicht, die zur Brauchwasservorerwärmung genutzt werden.

Die Schlauchleitungen der Temperaturbarriere, die im Winter zur Erwärmung der Gebäudehülle genutzt werden, werden im Sommer zur Kühlung genutzt. Bis vor kurzem wurden dazu gesonderte, im Erdreich außerhalb des Gebäudegrundrisses und damit außerhalb des Erdspeichers sich befindende Schlauchleitungen mit entsprechend niedrigen Wassertemperaturen verlegt. Hier wurde nun eine Vereinfachung erreicht: Zur Kühlung im Sommer werden die Schlauchleitungen aus den Randzonen des Erdspeichers genutzt, da - wie schon erwähnt - hier keine höheren Temperaturen als +20°C bis +22°C erzielt werden. Zu den Einspareffekten durch erheblich geringere Schlauchleitungslängen kommt der Vorteil, dass im Sommer, im Kühlungsfall, wenn die Wassertemperatur in der Temperaturbarriere erhöht wird, diese erhöhte Temperatur wieder abgegeben und gespeichert werden kann.

Die Klimatisierung, d.h. Heizen und Kühlen eines Gebäudes über die Temperaturbarriere in den Außenbauteilen stellt bezüglich der Temperaturregelung ein vergleichsweise träges System dar. Deshalb wird eine flinke Komponente hinzugefügt in Form einer speziellen, ebenfalls patentierten Lüftung, der Rohr-in-Rohr-Gegenstromanlage. In einem äußeren, größeren Rohr wird die Zuluft und in einem kleineren, inneren Rohr wird die Abluft geführt. Das Rohrsystem wird unter der Bodenplatte im Erdspeicher verlegt. Durch die beiden ineinander liegenden Rohre, die an der Baustelle aus dünnen Edelstahlblechen gewickelt werden, werden Wärmerückgewinnungsgrade von bis zu 98 % erreicht.

Mit Hilfe des beschriebenen Systems werden extrem niedrige Energieverbräuche erzielt -, sie liegen zwischen 5 und 12 kWh/m<sup>2</sup>/a. Zum Vergleich seien folgende Werte genannt:

- Passivhäuser 15 - 25 kWh/m<sup>2</sup>/a
- Niedrigenergiehäuser 40 - 60 kWh/m<sup>2</sup>/a
- Gebäude nach der Wärmeschutzverordnung 1995 90 bis 100 kWh/m<sup>2</sup>/a
- Deutscher Gebäudebestand i.M. 200 kWh/m<sup>2</sup>/a
- Verglaste Bürogebäude 500 kWh/m<sup>2</sup>/a und mehr

Die extrem niedrigen Energieverbräuche von Gebäuden mit ® TERRASOL-Technik werden dabei nicht mit erhöhten Herstellkosten erkauft; das Gegenteil ist der Fall. Im Vergleich zu üblichen Passivhäusern ergeben sich folgende Vorteile:

- vergleichsweise niedrige Herstellkosten
- sehr schlanke Außenwände, da nur geringe Dämmdicken; damit ein Gewinn an zusätzlicher Wohn- bzw. Bürofläche
- keine hochgedämmten, teuren Fenster erforderlich
- keine übermäßig dichten Außenbauteile erforderlich
- auf eine "Gebrauchsanleitung" für die Bewohner bzgl. Lüftungsverhalten, erforderliche Betätigung von Sonnenschutz und dergleichen kann verzichtet werden.

Wir haben bisher die Temperaturbarriere in massiven Außenwänden behandelt, wobei der Temperaturträger, mit dem die Außenhülle klimatisiert wird, durch das Medium Wasser dargestellt wird. Abschließend gehen wir auf eine Neuentwicklung ein, mit der eine Temperaturbarriere in verglasten Flächen hergestellt wird.

In den letzten Jahren wurden zunehmend Bürogebäude errichtet, die einen verhältnismäßig geringen Anteil an massiven Außenwänden, dafür umso mehr Glasfläche aufweisen; bei manchen Bürogebäuden bestehen die Außenwandflächen vollständig aus Glas, wobei der Energiebedarf hauptsächlich durch die enormen Kühllasten im Sommer bedingt ist. Für transluzente Flächen wurde eine Temperaturbarriere mit dem Temperaturträgermedium Luft entwickelt. Die temperierte Luft wird am Fußboden eines Geschosses eingeblasen, in einer "Kammer" zur Geschoßdecke geführt und dort wieder abgeführt. Die "Kammer" wird durch zwei Scheiben, die einen Zwischenraum von 6 bis 8 cm bilden, hergestellt bzw. durch eine außen angebrachte Scheibe und eine innenliegende Jalousie bzw. einen entsprechenden Vorhang. Die Jalousie bzw. der Vorhang sind naturgemäß nicht luftdicht, was aber der Wirksamkeit einer Kammer keinen entscheidenden Abbruch verursacht, wie die Erfahrung bei einem mehrgeschossigen verglasten Atrium eines Bürogebäudes in China zeigt.

Die Luft der Temperaturbarriere wird, wie das Trägermedium Wasser, durch den Erdspeicher geführt und nimmt dort die Temperatur von +18°C bis +20°C an. In der Kammer der Temperaturbarriere wird die Luft im Winter durch den Einfluß der Außentemperatur abgekühlt und im Sommer erwärmt und nimmt im Erdspeicher wieder die dort vorhandene Temperatur an. Durch diesen Kreislauf wird Wärme über die verglasten Wandflächen zusätzlich zu der Wärme aus den Dachabsorberflächen im Erdreich abgegeben und gespeichert.

Mit dieser revolutionären und dennoch extrem wirtschaftlichen Entwicklung des Dipl.-Ingenieur und Physiker aus Luxemburg können künftig auch große Glasfassaden energiesparend und umweltfreundlich geplant und gebaut werden.