

# NULLplusNULL-Konzept: Heizen und kühlen mit Solarthermie und Erdwärmekollektoren ohne Verbrennungsprozess

Prof. Edwin Kohl, NULLplusNULL Baukonzept GmbH



**Seit 1991 werden Gebäude meiner Firmengruppe nachhaltig beheizt und gekühlt. Energielieferant ist die Sonne. Sonnenenergie lässt sich im Erdreich speichern und über horizontale Erdwärmekollektoren (EWK) bedarfsgerecht während der Heizperiode beziehen. Solarthermie liefert ganzjährig zuverlässig Energie. Als Energieverteilungssystem kommen Heiz-Kühldecken zum Einsatz**

## Klimawandelfestes Bauen erfordert heizen und kühlen

In der aktuellen Diskussion wird das Thema „Gebäudekühlung“ leider nicht ausreichend gewürdigt. Bei weiter steigenden sommerlichen Temperaturen ist jedoch eine wirksame und verträgliche Kühlung unverzichtbar. Ein Gebäude nur zu beheizen und das auch noch mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpenlösung mit hohem Stromverbrauch stellt einen Fehler dar, der irgendwann eine aufwändige Kühl-lösung mit hohen Folgekosten nach sich ziehen kann.

Die Investition zu Baubeginn in eine nachhaltige Beheizung und Kühlung ohne Verbren-

nungsprozess reduziert die Unterhaltskosten, steigert den Wohnwert und ermöglicht einen steigenden Marktwert eines Gebäudes. Bei einer monolithischen Bauweise oder bei Verwendung von Bausteinen mit einer hohen Isolationsfähigkeit kann auf die aufwändige Außenisolierung verzichtet werden.

## Heiz-Kühldecken: ideale Energieverteilung im Gebäude

Heiz-Kühldecken sind ein **integraler und unverzichtbarer Bestandteil** der hier beschriebenen Lösung. Sie erlauben sowohl eine Beheizung mit Niedertemperatur (28-35 °C) als auch eine hoch komfortable, geräuschlose Raumkühlung.

Die hier benötigten niedrigen Vorlauftemperaturen können aus erneuerbaren Energien ohne Verbrennungsprozess erzeugt werden. Sie schaffen ein gleichmäßiges Temperaturniveau und eine hohe thermische Behaglichkeit. Die Wärmestrahlung erzeugt eine geringe Luftbewegung beim Heizen und keinerlei Zugluft beim Kühlen. Heiz-Kühldecken können auch als Wandheizung und Sockelheizung verwendet werden. Zur Vermeidung einer Kondensatbildung ist eine genaue Steuerung und Überwachung erforderlich. Die heute zur Verfügung stehenden Heiz-Kühldecken haben eine **Aufbauhöhe von weniger als 3 cm**.

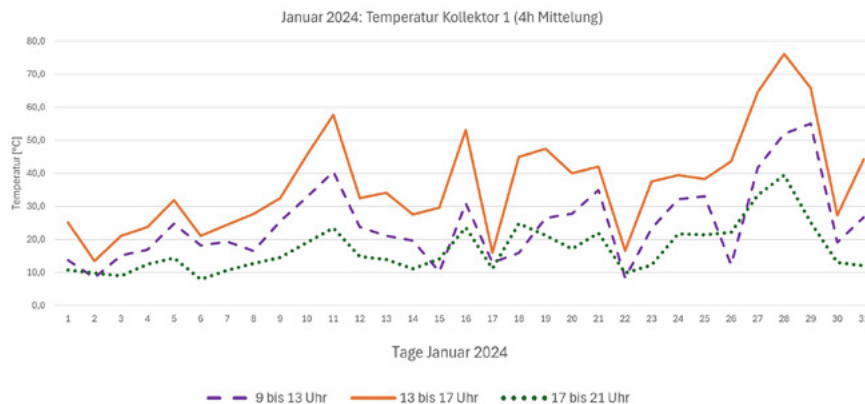
## Solarthermie: hohes thermisches Potenzial im Winter nutzbar machen

In Verbindung mit Heiz-Kühldecken und den damit einhergehenden niedrigen Vorlauftemperaturen ist die Solarthermie ein hocheffizienter, kostengünstiger und langlebiger Energielieferant sowohl in der Heizperiode als auch in der Kühlperiode. In Verbindung mit einem Hybrid-Chiller (Adsorptionswärmepumpe und Sole-Wasser-Wärmepumpe) liefert sie in der Kühlperiode neben dem horizontalen Erdwärmekollektor die erforderliche Kühlenergie.

In der Heizperiode stehen etwa 1700 Tageslichtstunden zur Verfügung davon 600 Stunden bei freiem Himmel und 1100 Stunden bei bedecktem Himmel. Die solarthermische Leistung bei freiem Himmel wie auch bei bedecktem Himmel erfolgt unabhängig von der Außentemperatur. Bei  $-10\text{ °C}$  Außentemperatur und freiem Himmel erzeugen Kollektoren mit Unterdruck-Isolierung (Vakuumflächenkollektoren oder Vakuumröhrenkollektoren) Wassertemperaturen von bis zu  $90\text{ °C}$ .

Von großer Wichtigkeit ist jedoch die **Leistung bei bedecktem Himmel**. Hier werden Temperaturen zwischen  $20\text{ °C}$  und  $50\text{ °C}$  zuverlässig erzeugt. Vakuumflächenkollektoren weisen eine höhere Leistung bei diffusem Licht auf und verfügen über eine fast doppelt so große Absorberfläche wie Vakuum Röhrenkollektoren. Aufgrund des garantiert vorhandenen Vakuums ist eine Korrosion im Kollektor ausgeschlossen.

Vakuumröhrenkollektoren haben den Nachteil, dass sich das Vakuum innerhalb von 10-15 Jahren schrittweise abbaut. Dagegen können Vakuumflächenkollektoren mithilfe einer zentralen Vakuumpumpe, die alle zehn Jahre zum Einsatz kommt, ihre volle Leistungsfähigkeit



über einen sehr langen Zeitraum erhalten. Eine Lebenserwartung von über 50 Jahren ist hier anzusetzen. Mindestens 10 % der zu beheizenden Fläche sollten als Solarthermiefläche ausgelegt werden.

Auf der Basis der oben beschriebenen außerordentlich positiven Leistungsmerkmale ist die leider in Vergessenheit geratene **Solarthermie neu zu bewerten**. Die hier abgebildete Umweltforschungsstation auf der Zugspitze betreibt Vakuumflächenkollektoren als Fassadenverkleidung seit über 30 Jahren unter extremen Bedingungen.



Vakuumflächenkollektoren an der Zugspitze-Umweltforschungsstation

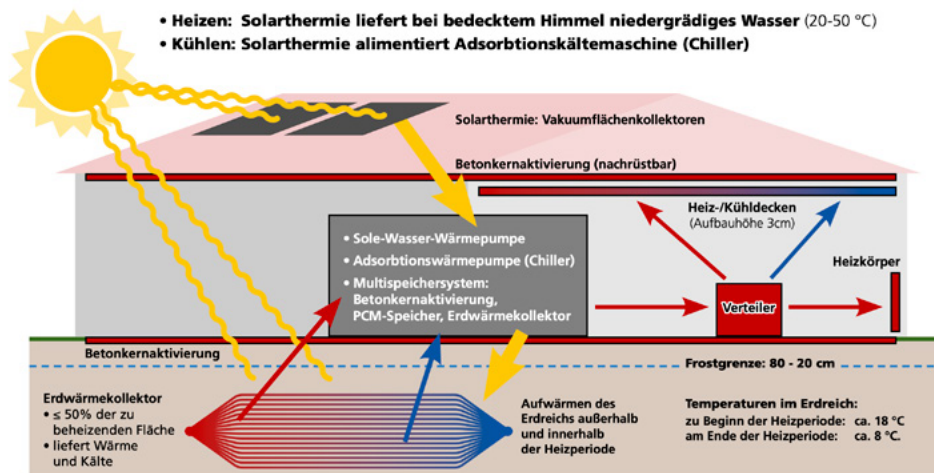
## Horizontale Erdwärmekollektoren: Sommersonne im Winter nutzen

Solare Eintragung und Regen liefern kostenlose thermische Energie frei Haus. PE-Rohre mit 32 mm Durchmesser in 1,4 m Tiefe mit einem Abstand von circa 50 cm verlegt bilden einen verschleißfreien Energiespeicher, der über Generationen ein oder mehrere Gebäude mit Wärme- und Kälteenergie versorgen kann.

Die VDI-Richtlinie 4640 empfiehlt in etwa 200 % der zu beheizenden Fläche als horizontale Erdwärmekollektorenfläche anzusetzen. Bei dieser Empfehlung wird nicht von einer Kombination mit Solarthermie ausgegangen.

Bei Kombination mit Solarthermie reicht es, ein Viertel dieser Fläche, d.h. **50 % der zu beheizenden Fläche** als Erdwärmekollektorenfläche auszuliegen. Eine zweilagige Verlegung (1,4 m, Tiefe und 1,0 m, Tiefe) erhöht die Kapazität der EWK. Die zweilagige Verlegung sollte in Erwägung gezogen werden, wenn das Erdreich weniger gut geeignet (sandig oder höherer Steinanteil) oder knapp ist. Vor der Verlegung von EWK ist ein Bodengutachten einzuholen. Wird der EWK durch Solarthermie während der Heizperiode regeneriert, kann der Glykol Anteil der Sole stark reduziert werden.

## Neubau oder Bestandsbau



### Thermisches Multispeichersystem: erneuerbare Energie speichern

Während der Heizperiode und während der Kühlperiode steht erneuerbare Energie in ausreichendem Maß zur Verfügung. Es ist wichtig, Überschussenergie speichern zu können. Als kostengünstige Speichermedien, bieten sich an:

- Betonkernaktivierung
- PCM-Speicher
- Speicherung im Erdwärmekollektor

Die Betonkernaktivierung ist ein im modernen Hochhausbau bewährtes und sehr kostengünstiges Speichersystem, dass auch im Ein- und Mehrfamilienhausbau eingesetzt werden kann.

PCM-Speicher aus biologischen Materialien können Temperaturen zwischen  $-30\text{ °C}$  und  $120\text{ °C}$  speichern. Im Gebäudesektor und in Verbindung mit Solarthermie empfiehlt sich die Anwendung in einem Temperaturbereich zwischen  $20\text{ °C}$  und  $50\text{ °C}$  bei 99-prozentiger Übertragungseffizienz. Bei einer geringen Temperaturdifferenz zwischen Vor- und

Rücklauf wie z. B. bei Heiz-Kühldecken weisen PCM-Speicher eine bis zu zehnmal höhere Speicherfähigkeit als Wasser Pufferspeicher auf. Der hieraus resultierende niedrige Platzbedarf ermöglicht eine einfache und kostengünstige Installation bei Verschleißfreiheit. PCM-Speicher sind skalierbar und damit anpassbar an sich verändernde Anforderungen.

### Wärmepumpen und Hybrid-Chiller

Die hohe thermische Vorleistung der Solarthermie ( $20\text{ °C}$  bis  $50\text{ °C}$  bei bedecktem Himmel während der Heizperiode) erlaubt es, die Kapazität des Wärmepumpensystems niedriger auszulegen.

Im Einfamilienhausbau ist die Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Kühlfunktion das System der Wahl. Im Mehrfamilienhausbau ist ein Hybrid-Chiller das geeignete System zum kostengünstigen Heizen und Kühlen. Hybrid-Chiller wandeln vorhandene solarthermische Wärme durch Adsorption in Kälte und verfügen über eine eingebaute Sole-Wasser-Wärmepumpe. Der Adsorbtionprozess verläuft stromsparend ohne Kompression und ohne synthetische Kältemittel. Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe er-

zeugt die erforderliche Wärme. Dieser Prozess verläuft ebenfalls sehr stromsparend aufgrund der hohen Vorleistung der Solarthermie.

Im Multispeichersystem gespeicherte Überschussenergie speist die Sole-Wasser-Wärmepumpe bei Bedarf.

### Energetische Sanierung von Bestandsgebäuden

Steigende sommerliche Temperaturen erfordern die Kühlung von Bestandsgebäuden. Lediglich bei einer starken Beschattung eines Gebäudes kann auf eine Kühlung verzichtet werden, ohne den Wohnwert herabzusetzen. Eine energetische Sanierung der Heizleistung sollte immer zusammen mit der Kühlleistung als Gesamtlösung erfolgen. Eine nachträgliche Kühlung eines Bestandsgebäudes ist in der Regel nur durch den Einsatz von Splitgeräten möglich. Diese Lösung erfordert den höchsten Stromeinsatz und bietet den geringsten Komfort (kalte Zugluftströmung, Aufwirbelung von Staub und Allergenen).

**Dreh- und Angelpunkt** bei der Sanierung von Bestandsgebäuden ist der **nachträgliche Einbau von Heiz-Kühldecken**. Die Schaffung einer

größtmöglichen Heizfläche ist die Voraussetzung zur Beheizung von Räumen durch niedrige Vorlauftemperaturen. Diese **niedrigen Vorlauftemperaturen** lassen sich, wie bereits geschildert, aus vorhandenen Energieträgern – Sonne und Erdreich – **ohne Verbrennungsprozess** herstellen.

Das Vorhandensein einer größtmöglichen Heizfläche erleichtert auch die Raumkühlung.

Vorhandene Fussbodenheizungsflächen können zu Kühlzwecken genutzt werden. Zur Vermeidung einer Entstehung von Schimmelpilz muss darauf geachtet werden, dass die Temperatur der Fußbodenoberfläche nicht unter den Taupunkt der Raumluft absinkt. Bei hohen Außentemperaturen dürfte die Kühlleistung nicht ausreichen.

Altersheime, Krankenhäuser sowie Schulen und ähnliche Gebäude eignen sich hervorragend für die Heizung und Kühlung durch Heiz-Kühldecken.

## Kosten und Stromverbrauch

Die **Herstellkosten** eines Gebäudes nach dem NULLplusNULL-Konzept sind vergleichbar mit den Herstellkosten eines KfW 40 Gebäudes. Ein KfW 40 Gebäude ist, wie oben beschrieben, nur eingeschränkt kühlbar. Die hier übliche exzessive Dämmung trägt mit dazu bei, dass das Gebäude einen Heizenergieverbrauch von 40 kWh per annum aufweist. Bei KfW-40 Gebäuden ist im Rahmen einer (problematischen) Ganzjahresbetrachtung eine hohe PV-Stromproduktion vorgesehen. Der in der Sommer Jahreshälfte erzeugte PV-Strom steht jedoch für den Betrieb einer Luft-Wasser oder Sole-Wasser Wärmepumpe nicht zur Verfügung, da eine Batteriespeicherung zur Nutzung in der Winterjahreshälfte weder möglich noch sinnvoll ist.

Die Herstellung eines Gebäudes nach dem NULLplusNULL-Konzept erfordert zusätzlich Solarthermie, Heiz-Kühldecken und Erdwärmekollektoren. Im Gegenzug kann auf die exzessive Außendämmung verzichtet und eine Wärmepumpe mit geringerer Leistung eingesetzt werden. Erdwärmekollektoren sind günstiger in der Herstellung als eine Sondenbohrung und erfordern keine spezielle Regenerierung des Erdreichs. Heiz-Kühldecken sind mit circa 120-140 € pro Quadratmeter (zuzüglich Mehrwertsteuer) anzusetzen. Ein Teil dieser Kosten sind als Mehrkosten für eine effiziente und komfortable Gebäudekühlung anzusehen.

Eine PV-Anlage sollte nur den Eigenverbrauch in der Sommer Jahreshälfte erzeugen können. Eine darüberhinausgehende Dimensionierung im Sinne einer Ganzjahresbetrachtung ist unrentabel und kann zu Netzproblemen in der Sommerjahreshälfte führen. Aufgrund möglicher Netzprobleme kann davon ausgegangen werden, dass in naher Zukunft diese überschüssigen Strommengen nicht mehr in toto absetzbar sein werden.

Im NULLplusNULL-Konzept ist jegliche Dimensionierung auf den Eigenverbrauch abgestellt.

Bei Anwendung des NULLplusNULL-Konzepts wie oben dargestellt ist im Mehrfamilienhaus bei Einsatz eines Hybrid-Chillers mit einem Stromverbrauch von **unter 10 kW/m<sup>2</sup> per annum für heizen und kühlen** zu rechnen. Im Einfamilienhaus liegt dieser Verbrauchswert höher, da hier ein Hybrid-Chiller nicht zum Einsatz kommen kann. Die Verbrauchswerte für **heizen und kühlen** liegen jedoch deutlich unter den Verbrauchswerten für das bloße Heizen eines KfW 40 Gebäudes.

Die Lebenserwartung der im NULLplusNULL-Konzept eingesetzten Faktoren ist außerordentlich hoch:

für die Erdwärmekollektoren ist eine Lebenserwartung von 100+ Jahren anzunehmen, die Solarthermie kann die volle Leistungsfähigkeit über 50 Jahre erbringen, Heiz-Kühldecken und Betonkernaktivierung werden ihren Dienst über Generationen versehen.

Neben der Langlebigkeit und den geringen Unterhaltskosten ist von einem steigenden Gebäudewert auszugehen. Eine **CO<sub>2</sub> Emissionsbesteuerung kann nicht erfolgen**, da keinerlei Emissionen verursacht werden.

## Der Autor

**Prof. Edwin Kohl** hat die kohlpharma GmbH gegründet und ist Geschäftsführer der NULLplusNULL Baukonzept GmbH.

Seit über 30 Jahren beschäftigt er sich mit Energiefragen und mit der Vereinbarkeit von Ökologie und Ökonomie.