

Nur Auszug - Kapitel 04 als Leseprobe!

WÄRME AUS DER UMWELT

Frank Hartmann



EDITION
WOHNENERGIE #02

Inhaltsverzeichnis

Kapitel ##01: Wärme aus der Umwelt	5
Kapitel ##02: Kraftpaket sorgt für Behaglichkeit	13
Kapitel ##03: Außenluftgeführte Wärmepumpen	25
Kapitel ##04: Erdgekoppelte Wärmepumpen	33
Kapitel ##05: Behaglichkeit und warmes Wasser	43
Kapitel ##06: Qualitätssicherung in der Praxis	55
Kapitel ##07: „Nur planen und bauen, was funktioniert“ (Interview)	63
Normen	71

Erst am Anfang

Die Nutzung der Wärme aus dem Erdreich, aus der Luft und dem Grundwasser gewinnt an Bedeutung: Im Jahr 2007 war der deutsche Markt für Heiztechnik stark rückläufig, einzig die Wärmepumpe konnte deutlich zulegen. Immer mehr Menschen erkennen die Potenziale, die in unserer unmittelbaren Umgebung stecken: Energieschätze, die im Verborgenen schlummern. Wer Umweltschutz und Versorgungssicherheit auf einen Nenner bringen will, der wendet sich konsequent einheimischen Energieträgern zu.

Statt Verbrennung und Kohlendioxid sammelt die Wärmepumpe bereits vorhandene Wärme ein und bringt sie auf ein nutzbares Temperaturniveau: lautlos und ohne Abgase. Standardisierte Ölkessel werden den Wärmemarkt nicht länger bestimmen, sondern individuelle, auf die Bedürfnisse der Nutzer maßgeschneiderte Lösungen, die ein Gebäude aus der Kombination verschiedener Energieträger versorgen. Wärmepumpen lassen sich mit Sonnenkollektoren, Holzkesseln und sogar alten Gasbrennwertgeräten gemeinsam betreiben. Auf diese Weise eröffnet sich ein gigantischer Modernisierungsmarkt, der nur darauf wartet, geweckt zu werden. Das regenerative Wärmegesetz der Bundesregierung und der weiter steigende Ölpreis werden in den kommenden Monaten enorme Marktkräfte entfalten.

Wer Umweltwärme nutzt, stellt seine Wärmeversorgung auf ein grundsätzlich neues Konzept um. Künftig wird elektrischer Strom die einzige Energie sein, die aus einem Versorgungsnetz bezogen wird, auch die Anfahrten der Tankwagen entfallen. Wer mit Umweltwärme heizt, braucht keine Brenner mehr und keine gefährlichen Gasleitungen, sondern wärmt die Räume sanft nach. Und: Kommt der Antriebsstrom aus erneuerbaren Quellen wie Windkraft, Solartechnik oder Wasserkraft, erlaubt die Wärmepumpe eine emissionsfreie Versorgung. Das Zeitalter der fossilen Brennstoffe geht zu Ende. Das Zeitalter der Umweltwärme aber hat gerade erst begonnen.

Die zweite Ausgabe der Edition Wohnenergie zeigt in sieben Kapiteln, was man bei der Planung und Installation von Wärmepumpen beachten muss. Das Handbuch ist zur Unterstützung der Arbeit vor Ort und zur schnellen Orientierung gedacht: ganz im Sinne der Kunden, die auf eine zeitgemäße, zuverlässige und ausgereifte Technologie setzen.

Frank Hartmann & Heiko Schwarzburger
Berlin, im Januar 2008

##04: Erdgekoppelte Wärmepumpen

Wärme aus der Erdoberfläche oder aus tiefen Schichten

Erdgekoppelte Wärmepumpen beziehen die Umweltwärme aus dem Erdreich, meist aus dem oberflächennahen Untergrund. Entweder man nutzt die im festen Erdreich gespeicherte Wärme oder das thermische Potenzial des Grundwassers. Will man das Erdreich anzapfen, kommen soelführende Wärmequellenanlagen zum Einsatz. Flächenerdwärmeabsorber liegen nur wenige Dezimeter unter der Erdoberfläche und stellen die horizontale Erdwärmennutzung dar. Erdwärmesonden reichen etliche Meter tief und nutzen die Erdwärme vertikal. Für die Umweltwärme aus Grundwasser nutzt man wasserführende Wärmequellenanlagen, also Brunnen, die das Grundwasser zur Wärmepumpe und wieder ins Erdreich zurück bringen.

Wenn eine Sole (Gemisch aus Wasser und Glykol) als Wärmeträgermedium fungiert, ist die Wärmequellenanlage als eigenständiger Teil des gesamten Heizsystems zu verstehen. Die solegeführte Wärmequellenanlage muss in der Lage sein, dem Erdreich ausreichend Wärme zu entziehen, ohne die mittlere Temperatur im Boden mittelfristig zu senken. Wärmeentzug und natürliche Regeneration bilden ein Gleichgewicht. Solegeführte Wärmequellenanlagen bilden ein geschlossenes System, um die Umweltwärme zum Verdampfer der Sole-Wasser-Wärmepumpe zu transportieren. Sie sind in ihrer Bauart dem Solarkreis einer solarthermischen Anlage sehr ähnlich.

Sole im Absorber fängt die Wärme ein

Um die Wärme aus dem Erdreich aufzunehmen, braucht eine solche Wärmequellenanlage einen Absorber. Dieser Wärmeübertrager besteht aus mehreren Solekreisen. Sie werden an einem Soleverteiler vereint. Von dort verläuft eine Vorlaufleitung und eine Rücklaufleitung zur Wärmepumpe. Sie bilden den Solekreis, der verschiedene hydraulische Einrichtungen beinhaltet. Die Anschlüsse müssen schallentkoppelt sein. Eine Umwälzpumpe gewährleistet die Zirkulation der Sole. Ebenso beinhaltet der Solekreis ein Membran-Sicherheitsventil (gegen unzulässige Drücke) und ein Druckausdehnungsgefäß, um Druckunterschiede durch Temperaturdifferenzen auszugleichen. Eine Füll-, Spül- und Entleereinrichtung ist vorzusehen, um die fachgerechte Spülung und vollständige Entlüftung des Solekreises zu erlauben. Dazu kommen Absperrventile und eine diffusionsdichte Wärmedämmung wie sie in der Kältetechnik verwendet wird, um Schwitzwasserbildung im Inneren des Gebäudes zu vermeiden.

Ein Flächenerdwärmeabsorber besteht aus horizontal unterhalb der Frostgrenze verlegten Absorberrohren aus PE-Kunststoff. Die Bezugsgröße für die Entzugsleistung ist die Fläche, die er abdeckt. Er nutzt im Boden gespeicherte Sonnenwärme. Die Oberfläche darf nicht überbaut werden, sonst kann sich der Boden im Sommer nicht thermisch erholen. Gärten oder auch kleine Teiche sind hingegen kein Problem. Wichtig bei der Dimensionierung dieses Absorbers ist, eine ausreichend große, verschattungsfreie Fläche aus Gras und kleinen Sträuchern zu finden.

Ein Erdwärmesondenabsorber verwendet senkrecht in den Untergrund eingebrachte Erdwärmesonden. Diese Wärmequellenanlage benötigt kaum Fläche, denn sie bezieht die Wärme aus der Tiefe der Erde, unabhängig von Sonnenschein oder Regen. Sie kann deshalb überbaut oder versiegelt werden.

Augenscheinlich ist ein Flächenerdwärmeabsorber für ein Einfamilienhaus kostengünstiger. Der Haustechniker kann die Anlage vollständig montieren. Erdwärmesonden sind Sache von speziell zertifizierten Bohrunternehmen. Sie sind aufwändiger und teurer. Der Aufwand für die Erdarbeiten zum Anschluss der Absorber über den Soleverteiler an den Solekreis zur Wärmepumpe ist in beiden Fällen nahezu identisch.

Wohin mit dem Aushub?

Bei Flächenerdwärmeabsorbern wird oft unterschätzt, dass ein erheblicher Aushub anfällt. Bei 300 Quadratmetern (etwa für ein Einfamilienhaus) und 1,2 Metern Tiefe fallen 350 bis 400 Kubikmeter an. Dieser Aushub muss während der Montage der Absorberrohre gelagert werden. Beim Neubau sollte man also zunächst diese Wärmequellenanlage im Vorfeld erstellen, dann kann der Aushub dort liegen, wo später das Haus stehen wird. Meist wird die Fläche des Absorbers komplett ausgeräumt. Anschließend werden die Absorberrohre in mehreren Solekreisen verlegt. Auf eine vollkommene Umschließung der Absorberrohre mit Erde und ausreichende Abstände zwischen den Schleifen ist zu achten.

Man kann diesen Vorgang auch in mehrere Schritte aufteilen. Bei rechteckigen, langen Flächen bietet es sich an, mit einer breiten Baggerschaufel mehrere Gräben zu ziehen. In die linke Kante wird der Solevorlauf und in die rechte Kante der Solerücklauf verlegt. Mit dem Aushubmaterial des nächsten Grabens wird der vorherige wieder verfüllt und verdichtet. Kreuzungen oder Berührungspunkte mit anderen Versorgungsleitungen sind durch Mindestabstände zu vermeiden. Auch von Gebäudeteilen und Fundamenten ist ein Mindestabstand einzuhalten.

Wenn die notwendige Entzugsfläche für einen Flächenerdwärmeabsorber nicht ausreicht, müssen Erdwärmesonden in entsprechender Anzahl hergestellt werden. In der Regel handelt es sich um so genannte Doppel-U-Rohrsonden, die unterhalb der Frostgrenze über ein Y-Stück zusammengeführt und an den Soleverteiler angeschlossen werden. Zu den vier Absorberrohren der Sonde (zwei Solekreise) wird ein fünftes Rohr eingeführt, um die Sonden mit Füllmaterial zu verpressen. Damit gewährleistet man einen optimalen Wärmeübergang vom Erdreich auf die Sole.

Tiefreichende Sonden brauchen Genehmigung

Die Anzahl und die Sondentiefe ist abhängig von der maximalen Bohrtiefe und der notwendigen Entzugsleistung. Die maximale Bohrtiefe ist abhängig vom Genehmigungsverfahren beziehungsweise vom Untergrund, besonders von wasserführenden Schichten. Wesentlich für die Entzugsleistung ist die Gesamtlänge aller Sonden und die Wärmespeicherkapazität des Untergrunds. Ein Mindestabstand von einem Zehntel der Sondenlängen gilt als Minimum. Die Anbindung an den Soleverteiler erfolgt idealerweise sternförmig mit gleichlangen Strecken. Andernfalls muss der Volumenstrom durch einen hydraulischen Abgleich in jeder Sonde gleich eingestellt werden.

Das Genehmigungsverfahren erledigt der Planer. Er weist auch sämtliche Zertifizierungen und Qualitätsnachweise nach. Die Positionierung ist auch auf dem Grundstück bei einem Ortstermin festzulegen. Durch die Genehmigung ist die Ausführung an Fristen und Auflagen gebunden. Das Genehmigungsverfahren entspricht einer Vorplanung zur Erstellung von Erdwärmesonden. Wesentliche Planungsgrundlage zur thermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrunds ist die VDI-Richtlinie 4640.

Soleverteiler im Betonringschacht

Der Soleverteiler befindet sich idealerweise in einem Betonringschacht an zentraler Stelle, um keine großen Längenunterschiede bei den Anschlussleitungen der einzelnen Sonden beziehungsweise Solekreise zu verursachen. Diese Bauweise ermöglicht eine vollständige Herstellung des Erdwärmeabsorbers inklusive der Anschlüsse am Soleverteiler bzw. -sammler. An diesem Teilabschnitt kann die Anlage auch geprüft werden. Der Soleverteiler kann sich auch an einer anderen zugänglichen Stelle mit Revisionsöffnung befinden. Von einer Positionierung innerhalb des Gebäudes sollte man absehen. Solegeführte Wärmepumpen lassen sich sehr gut mit Sonnenkollektoren kombinieren. Solekreis und Solarkreis sind nahezu identisch. Diese Lösung vereint hohe Temperaturen, die nicht konstant sind (aus dem Solarkreis), mit niedrigen

Temperaturen, die aber sehr konstant anliegen (aus dem Solekreis). Solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung liefern im Sommer viel mehr Ertrag, als genutzt werden kann. Die Folgen sind hohe Stillstandstemperaturen. Man kann die Wärme aus dem Solarkreis auf den Solekreis übertragen, um ins Erdreich zurückzufließen.

Vor allem bei Flächenerdwärmeabsorbern wird die natürliche Regeneration unterstützt. Im Winter besteht im Solarkreis ein Wärmeangebot, das in der Heizungsanlage (Pufferspeicher) oft nicht genutzt werden kann. Der Solekreis kann diese Wärme aufnehmen, um die Solevorlauftemperatur aus dem Untergrund entsprechend anzuheben, bevor die Sole an den Verdampfer herangeführt wird.

Grundwasser bietet hohe und konstante Temperaturen

Will man Grundwasser oder Oberflächenwasser zur Gewinnung von Umweltwärme nutzen, sind wassergeführte Wärmequellenanlagen sinnvoll. Bei ihnen ist Wasser die Wärmequelle und der Wärmeträger zugleich. Grundwasser lässt sich beispielsweise dafür einsetzen, um die Erdwärme direkt an den Verdampfer der Wärmepumpe zu führen. Das erledigt der Förderbrunnen im Duett mit einer Pumpe. Das Grundwasser muss unmittelbar nach dem Wärmeentzug aber wieder ins Erdreich zurückfließen. Diese Aufgabe übernimmt der Schluckbrunnen.

Grundwasser hat einen wesentlichen Vorteil gegenüber anderen Wärmequellen, vielleicht mit Ausnahme der Erdsonden, die Tiefenwärme sammeln: Es bietet im Jahresverlauf eine konstante Temperatur von annähernd 10 °C. Dadurch lassen sich sehr hohe Jahresarbeitszahlen erreichen. Oberflächenwasser erreicht diese Temperaturen und eine solche Konstanz in der Regel nicht. Will man das Grundwasser anzapfen, müssen die Wärmequellenanlage, Wartung und Filterung hohen Anforderungen genügen.

Bevor man Grundwasser nutzen kann, sind jedoch einige Punkte zu klären: Die geologischen Verhältnisse sind zu prüfen. Um die Fließgeschwindigkeit der Wasseradern zu ermitteln, braucht man Probebohrungen und Pumpversuche. Entsprechend der gewünschten Entzugsleistung ist das erforderliche Wasservolumen zu ermitteln. Eine Wasserprobe gibt Aufschluss über die Wasserqualität. Dieser Aufwand ist mit Kosten verbunden. Erst danach kann die Entscheidung fallen, ob man Grundwasser nachhaltig und sicher nutzen kann.

Die Tiefe des Förderbrunnens richtet sich nach der notwendigen Förderleistung. Sie ist von den unterschiedlichen Nachfließgeschwindigkeiten abhängig, die in Metern

pro Sekunde gemessen werden. Daraus ermittelt man die Fördermenge in Kubikmeter je Stunde. Grundsätzlich gilt: je flacher, desto besser. Denn je höher das Grundwasser gefördert werden muss, desto mehr muss die Förderpumpe leisten. Für ein Einfamilienhaus sind Brunnentiefen bis zu 15 Meter zu empfehlen.

Kurzschluss im Untergrund vermeiden!

Förderbrunnen und Schluckbrunnen sollten mindestens fünf Meter voneinander entfernt stehen. Viel wichtiger ist, einen Kurzschluss der beiden Wasserströme im Untergrund zu vermeiden. Zieht der Förderbrunnen das kalte Wasser aus dem Schluckbrunnen an, würde der Verdampfer der Wärmepumpe einfrieren. Deshalb ist die Fließrichtung der Wasser führenden Schichten unbedingt zu überprüfen.

Für die beiden Brunnenleitungen werden keine Verteiler oder Verteilerschächte benötigt, da sie direkt ins Gebäude zur Wärmepumpe im Haustechnikraum führen. Die Rohrleitungen im Förderbrunnen sollten beweglich (PE-Rohr) sein, um die Förderpumpe zur Wartung an einem Drahtseil hochziehen zu können. Die Hauseinführung der Brunnenleitungen erfolgt im Erdreich unterhalb der Frostgrenze als Mauer- oder Fundamenteinführung – jeweils entsprechend abgedichtet gegen drückendes Wasser. Im Innenbereich werden feste Rohrmaterialien verwendet, wie sie in der Wassertechnik üblich sind. Wichtig ist es, die Anschlussleitungen an der Wärmepumpe schallentkoppelt herzustellen. Wichtig ist zudem die Filterung des Grundwassers gegen Schmutz und Partikel, um den Verdampfer zu schonen und Ablagerungen, die die Wärmeentnahme reduzieren, zu vermeiden.

Der Förderbrunnen ist für den Betrieb der Wärmepumpe ausgelegt und muss deshalb allein für die Wärmepumpe zu Verfügung stehen. Bei der Integration einer solarthermischen Anlage steht die Wärmepumpe im Sommer still. Dann kann man das Grundwasser entnehmen, um den Garten zu wässern. Dennoch sollte man besser den Schluckbrunnen nutzen, da der Parallelbetrieb von Solarthermie und Wärmepumpe möglich ist. ##

Nutzung des Untergrundes mit Flächenerdwärmeabsorber

Nutzung des Untergrundes mit Flächenerdwärmeabsorber		
Untergrund	Spezifische Entzugsleistung	
	bei 1800 h	bei 2400 h
Trockener, nicht bindiger Boden	10 W/m ²	8 W/m ²
Bindiger Boden, feucht	20 – 30 W/m ²	16 – 24 W/m ²
Wassergesättigter Sand/Kies	40 W/m ²	32 W/m ²
Entzugsleistungen für 1800 und 2400 Jahresbetriebsstunden nach VDI 4640		

Nutzung des Untergrundes mit Erdwärmesonden

Nutzung des Untergrundes mit Erdwärmesonden		
Untergrund	Spezifische Entzugsleistung	
	bei 1800 h	bei 2400 h
Allgemeine Richtwerte		
Schlechter Untergrund (trockenes Sediment)	25 W/m	20 W/m
Normaler Festgestein- Untergrund und wassergesättigtes Sediment	60 W/m	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit	84 W/m	70 W/m
Entzugsleistungen für 1800 und 2400 Jahresbetriebsstunden nach VDI 4640		

Bildanhang



Bohrer zum Abteufen des Bohrloches für eine Erdwärmesonde. Je nach Untergrund unterscheiden sich die Bohrköpfe. Sie bestehen aus gehärtetem Stahl und müssen bei Abnutzung ausgewechselt und geschliffen werden.



Wenn das Bohrloch fertig ist, werden die Sondenrohre an einer Spindel aufgehängt. Der Sondenfuß wird mit einem Gewicht versehen, um ihn in das Bohrloch abzusenken.