

Wärmeerzeuger mit Umwelt-Bonus

Die Vorteile der Wärmepumpen sind zahlreich; tiefe Gesamtkosten im Vergleich zu fossilen Wärmeerzeugern; Unabhängigkeit von Ölpreisschwankungen; hohe Betriebssicherheit mit bewährten Komponenten; gute Einbindung in bestehende Systeme der Heizverteilung (Sanierungsfall) und gute Umweltverträglichkeit aufgrund des geringen CO₂- und Schadstoff-Ausstosses. Hier einige Erklärungen zu Funktionsweise, Eigenschaften, haustechnische Einbindung und Qualitätssicherung von Wärmepumpen.

Natürliche Wärme auf ein höheres Niveau zu heben und damit eine Heizung und eine Wassererwärmung zu betreiben, ist ein mittlerweile weit verbreitetes Verfahren. Die dafür notwendige Wärmepumpe braucht für den Antrieb meistens Strom. Seltener kommen Verbrennungsmotoren oder ein thermischer Verdichter zum Einsatz. Natürliche Wärme muss einem Medium entzogen werden, auch als Quelle bezeichnet. Als Wärmequelle eignet sich im Prinzip jede Art von Abwärme und Umweltwärme, beispielsweise Abwärme eines (gewerblichen) Kälteaggregates oder Abluft aus einer Wohnungslüftung. Für kleine Wohn- und Gewerbebauten stehen aber Aussenluft und Erdwärme im Vordergrund. Interessant sind auch Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Wassererwärmung, die Wohnungsabluft als Wärmequelle nutzen (sogenannte Wärmepumpenboiler). Die Wärmepumpe erlaubt also, durch Einsatz eines hochwertigen Energieträgers für den Antrieb, relativ niederwertige Wärme zu veredeln, indem die verwertbare Heizenergie auf einem hö-

heren Temperaturniveau zu Verfügung steht. Das Verhältnis von eingesetzter Energie zu erzeugter Heizenergie wird als Arbeitszahl bezeichnet. Sie entspricht dem Nutzungsgrad über eine definierte Zeitspanne, zum Beispiel ein Jahr. Die Jahresarbeitszahl einer guten Wärmepumpe beträgt zwischen 3 und 5, das heisst: Die Wärmepumpe erzeugt 3- bis 5-mal mehr Energie als sie für ihren Antrieb benötigt.

Funktionsweise der Wärmepumpe

Die Wärmepumpe funktioniert wie ein Kälteschrank, wenn auch Quelle und Nutzung vertauscht sind. Ein Arbeitsmittel zirkuliert in einem Kreislauf, der Verdampfer und Verflüssiger miteinander verbindet. Im Verdampfer nimmt das Arbeitsmittel Wärme aus der Quelle auf; dadurch verdampft das Arbeitsmittel. Die dafür erforderliche Verdampfungswärme wird dabei der Quelle entzogen. Der dem Verdampfer nachgeschaltete Verdichter erhöht den Druck des Arbeitsmittels. Dadurch steigt naturgemäß der Druck und damit auch die Temperatur

des Arbeitsmittels. Im Verflüssiger – die dritte Komponente im Kreislauf – wird dem Arbeitsmittel Wärme entzogen; der Heizkreislauf nimmt dadurch Wärme aus dem Arbeitsmittel auf. Durch den Wärmeentzug verflüssigt sich das Arbeitsmittel auf hohem Druck, das danach – über das Expansionsventil wieder entspannt – in den Verdampfer strömt.

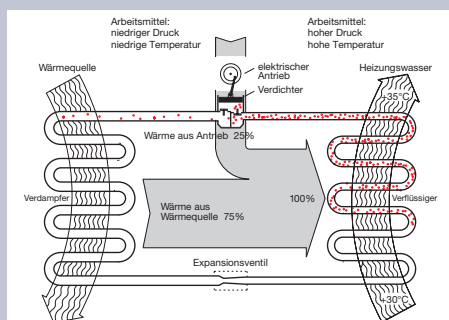
Wärmequellen

Die Systeme werden nach ihren Wärmequellen bezeichnet:

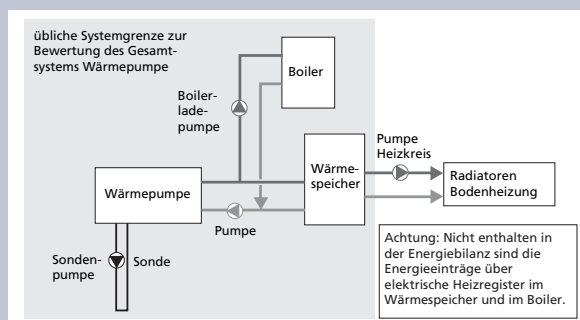
Aussenluft: Aufgrund der Verfügbarkeit eine einfach und kostengünstig nutzbare Wärmequelle. In kalten Winternächten sinkt mit der Aussentemperatur die Effizienz einer Aussenluft-Wärmepumpe. Konsequenz: man braucht mehr Strom für weniger Wärme. Aufgrund der Vereisung auf der Luftseite des Gerätes muss nach Bedarf entfrosten werden, was auch Energie kostet: über das ganze Jahr werden 5% bis 10% der elektrischen Antriebsenergie dafür benötigt. Es ist keine Bewilligung notwendig.

Oberflächengewässer: Seltene genutzte Quelle, die nur über einen Zwischenkreis überhaupt genutzt werden darf. Frostschutz ist notwendig. Es ist keine Bewilligung notwendig.

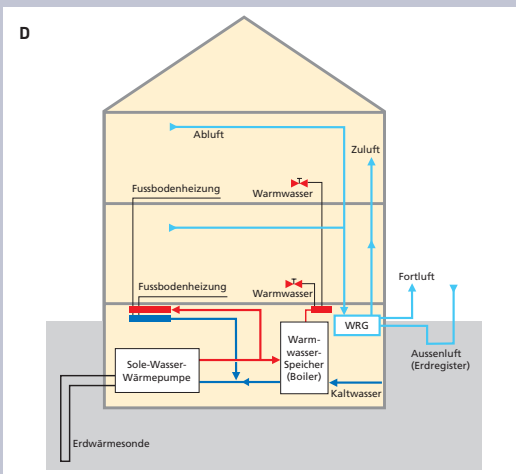
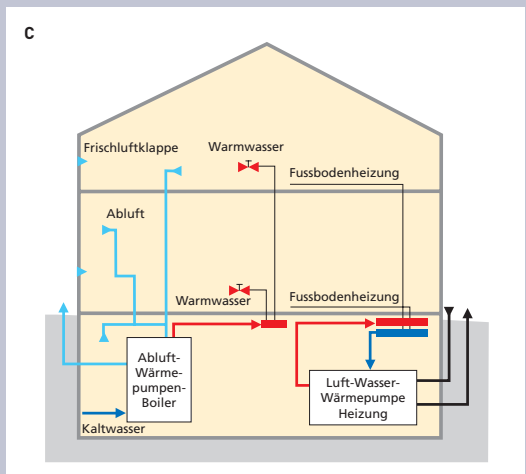
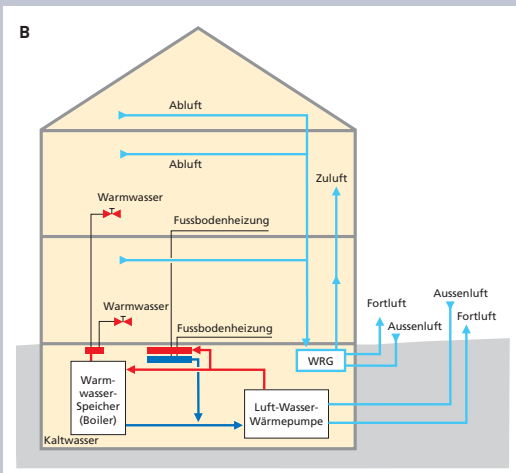
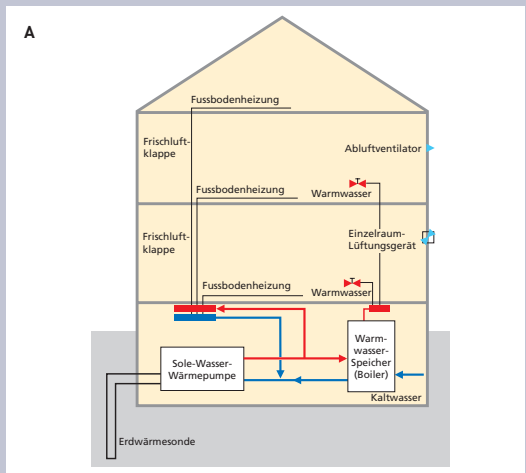
Grundwasser: Sehr gute und fallweise sehr ergiebige Wärmequelle. Hohe Auflagen für deren Nutzung ist aber die Regel (Grund-



Zur Funktionsweise von Wärmepumpen: Im Verdampfer nimmt die Wärmepumpe Wärme aus der Umgebung oder aus dem Erdreich auf und gibt diese im Verflüssiger (Kondensator) an das Heizsystem oder an den Boiler ab.



Zur Berechnung der Jahresenergiebilanz einer Wärmepumpe dient eine genau definierte Systemgrenze. In der Grafik ist die häufig verwendete Abgrenzung gegenüber der Heizverteilung sichtbar. Grafik: FAWA.



Vier Varianten der haustechnischen Einbindung von Wärmepumpen:
A: Erdwärmesonden-Wärmepumpe speist einen Warmwasser-Speicher und eine Fussbodenheizung. Lufterneuerung über Einzelraumlüftungsgeräte.
B: Aussenluft-Wärmepumpe speist Warmwasser-Speicher und Fussbodenheizung. Lufterneuerung über Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.
C: Aussenluft-Wärmepumpe speist Fussbodenheizung. Ein separater Wärmepumpen-Boiler erwärmt das Warmwasser und nutzt dabei die Wohnungsabluft als Wärmequelle. Lufterneuerung über Frischluftklappen in den Aussenwänden und Abluftfassung (für die Wärmepumpe).
D: Erdwärmesonden-Wärmepumpe speist Fussbodenheizung und Warmwasser-Speicher. Lufterneuerung über Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

wasserschutz). Dabei wird Grundwasser einem Brunnen entnommen und nach der Wärmenutzung über einen Sickerschacht wieder in das Erdreich abgegeben. Für eine Vereisung des Verdampfers besteht keine Gefahr. Bewilligungspflichtig.

Abwasser: Aufgrund der hohen Temperatur (um 20 °C) eine vorzügliche Wärmequelle. Das Problem der Verschmutzung ist mit Filter- und Spülsystemen lösbar.

Erdwärme: Bei der Nutzung von Erdwärme muss zwischen tiefer und oberflächennaher Erdwärme unterschieden werden. Bewilligungspflichtig.

Tiefe Erdwärme lässt sich über Sonden nutzen, die mehrere Kilometer in die Erde reichen. Je Kilometer ist mit einer Temperaturzunahme von 30 Grad zu rechnen, sodass tiefe Erdwärme in der Regel sogar ohne Wärmepumpe genutzt werden kann.

Erdwärmesonden: Zwischen 50 m und 400 m in die Erde führende Sonden liefern Wärme, rund 50 Watt pro Laufmeter Sonde. Frostschutz ist nicht notwendig. Sehr ergiebige Quelle, die eine effiziente Nutzung erlaubt.

Erdregister: 1 m bis 2 m unter der Erdoberfläche eingelegtes wasserführendes Erdregister liefert Wärme. Die spezifische Heizleistung liegt bei 20 W/m² bis 30 W/m². Für 7,5 kW Heizleistung ist demnach eine Register-Fläche von 300 m² vorzusehen.

Abwärme aus Kälteanlagen: In Gewerbebetrieben, beispielsweise Restaurants und Hotels, erzeugen Kälte- und Kühlanlagen viel Abwärme, die sich über eine Wärmepumpe hocheffizient nutzen lässt. Ausgezeichnete Nutzungsgrade aufgrund der hohen Temperaturen.

Abluft oder Fortluft von Wohnungslüftungsanlagen: Die Abluft von Wohnungen geht über einen Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung in den Aussenraum. Mit rund 10 °C ist diese Fortluft aber immer noch eine ausgezeichnete Wärmequelle. Zwei Punkte sind zu beachten: Erstens darf die Ergiebigkeit der Wärmequelle nicht überschätzt werden. Zur Beheizung einer Wohnung reicht die Abluft aus dieser Woh-

nung jedenfalls nicht. Hingegen sind sogenannte Wärmepumpenboiler, die diese Wohnungsabluft nutzen, sehr effizient. Zweitens: Zwischen dem Wärmetauscher der Wärmerückgewinnung und der Wärmepumpe besteht innerhalb des Abluftstranges eine Konkurrenz, indem die eine Komponente die andere in ihrer Effizienz schmälert. Insgesamt betrachtet ist die WP-Nutzung der Wohnungsabluft aber eine sehr gute Lösung.

Wichtige Begriffe zur Technik

Arbeitszahl: Die Arbeitszahl gibt das Verhältnis von produzierter Heizenergie zu aufgewendeter kostenpflichtiger Antriebsenergie während einer definierten Zeitdauer an. Die Arbeitszahl ist in der Regel geringer als die Leistungszahl, weil das Hochfahren in den regulären Betriebspunkt und die Stillstandsverluste in der Arbeitszahl definitionsgemäss enthalten sind.

Jahresarbeitszahl: Üblicherweise wird die Arbeitszahl über ein Jahr gerechnet, das Resultat ist dann die Jahresarbeitszahl (JAZ).

Systemgrenzen beachten: Grossen Einfluss auf die Arbeitszahl hat die gewählte Systemgrenze. In Abbildung 6 ist die häufig geltende Systemgrenze dargestellt.

Leistungszahl: Die Leistungszahl, auch als Coefficient of Performance, COP, bezeichnet, qualifiziert das Verhältnis von Heizleistung zur aufgewendeten elektrischen Leistung respektive Antriebsleistung. Dieser Kennwert nimmt mit zunehmender Differenz zwischen Quellen- und Heiztemperatur ab.

Gütegrad: Der Gütegrad gibt das Verhältnis vom (realen) Wärmepumpen-Prozess zum theoretisch möglichen Ideal-Prozess an. Der Gütegrad liegt bei üblichen Maschinen zwischen 0,4 und 0,6, was zeigt, dass in den Wärmepumpen noch ein erhebliches Verbesserungspotenzial brachliegt.

Betriebsweisen: Im monovalenten Betrieb ist die Wärmepumpe der einzige Wärmeerzeuger. Im monoenergetischen Betrieb übernimmt eine elektrische Widerstands-

heizung die Wärmeproduktion, meist aus Gründen ungenügender Effizienz der Wärmepumpe (zum Beispiel bei Quellen mit zeitweise tiefen Temperaturen). Im bivalent-alternativen Betrieb schaltet die Heizung von der Wärmepumpe auf den «alternativen» Wärmeerzeuger, zum Beispiel eine Holzheizung oder ein Ölkessel, um. Die Zusatzheizung muss die volle Heizleistung bringen. Im bivalent-parallelen Betrieb übernimmt die Wärmepumpe die Aufwärmung des Rücklaufes, während die Zusatzheizung, zum Beispiel ein Ölkessel, den Vorlauf auf die notwendige Temperatur bringt. In dieser Betriebsart muss die Zusatzheizung nicht die volle Heizleistung zur Verfügung stellen.

Abschaltbare Wärmepumpen: Falls Verbraucher während Spitzenlastzeiten durch das Elektrizitätswerk vom Netz getrennt werden können, profitieren die Betreiber der Anlage von einem günstigeren Tarif. Typisch für diese Art der «abschaltbaren Tarife» sind Wärmepumpen, die von 11 Uhr bis 12 Uhr vom Netz getrennt werden.

Einbindung in die Haustechnik des Gebäudes respektive in die Wärmeverteilung:

- Der wichtigste Punkt ist eine Verbraucherschaltung, die tiefe Rücklauftemperaturen ermöglicht.
- Die (gute) Wärmeübertragung im Kondensator ist vom Durchfluss abhängig (Minstdurchfluss vorsehen).
- Die Wärmekapazität im Kondensatorkreis, also verbraucherseitig, sollte möglichst hoch sein, um die Schalthäufigkeit zu reduzieren. In Kleinanlagen sind Kondensator und Wärmeabgabe in Direkt-schaltung verbunden. Mit einer Bodenheizung ist diese Wärmekapazität des Verbraucherkreises sehr gross.

Leistungsgarantien: Oft sind die Kosten der ausschlaggebende Punkt bei der Wahl des Heizsystems. Das ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn auch die Leistungen vergleichbar sind. Möglich ist dies aufgrund der Leistungsgarantie, ein vom Bundesamt für Energie definiertes Pflichtenheft für alle Kategorien von Heizungen. Die Leistungs-



garantie geht über das eigentliche Aggregat hinaus und umfasst auch Leistungen wie den Betriebsmodus der Wassererwärmung, die Inbetriebnahme und die Instruktion. Die entsprechenden Unterlagen sollten beim Fachbetrieb verfügbar sein (Bestellungen: 0800 86 86 87 oder www.minergie.ch). Unter der gleichen Adresse ist auch die Broschüre «Heizen mit Köpfchen» erhältlich. Die 20-seitige Schrift gibt Tipps für den energieeffizienten Betrieb einer Heizanlage.

Wärmepumpen mit Verbrennungsmotorantrieb: Treibt ein Verbrennungsmotor den Kompressor an, so lässt sich dessen Abwärme ebenfalls für Heizzwecke nutzen. Das Verhältnis von Nutzwärme zu dem dafür aufgewendeten Brennstoff – Erdgas, Diesel oder Benzin – beträgt rund 1,5.

Absorptionswärmepumpe: Diese Bauart verfügt über keinen mechanischen Verdichter,

sondern in der Absorptionswärmepumpe erfolgt die Komprimierung der Arbeitsmitteldämpfe vom Verdampfungsdruck auf den Kondensationsdruck durch einen thermischen Verdichter. Als Antriebsenergie dient Wärme, beispielsweise aus einer Erdgastherme. Vorteil: Es lassen sich auch niederwertige Energien verwerten, beispielsweise Abwärme. Nachteile: Die Effizienz ist geringer als jene von mechanischen Verdichtern.

Wassererwärmung: Für Wohnbauten mit einer Wärmepumpe zur Raumwärmeerzeugung stellt sich die Frage, wie das Wasser für Küche und Bad erwärmt wird. Dabei sind vier Varianten realisierbar:

1. Wärmepumpe für Heizung und Wassererwärmung: Wärmepumpe schaltet alternierend vom Heizbetrieb auf Boilerladung um. Der Nutzungsgrad kann auf-

grund der höherer WW-Temperaturen negativ beeinflusst werden.

2. Wärmepumpe mit zwei Kondensatoren: Je ein Kondensator dient der Raumwärmeabgabe und der Wassererwärmung. Teurer als andere Lösungen. Bei grösseren Anlagen sinnvoll.
3. Wärmepumpe für Heizung und Wassererwärmung, Nacherwärmung elektrisch: Wärmepumpe liefert Raumwärme und Wärme zur Boilerladung bis zur Vorlauf-temperatur der Heizung. Die letzten Grade bis zur Solltemperatur werden elektrisch erwärmt.
4. Separater Wärmepumpenboiler: Wärmepumpe liefert Raumwärme, separater Wärmepumpenboiler das Warmwasser. Eine separate Wassererwärmung mit einem Elektroboiler ist keine gute Lösung – weder ökologisch noch finanziell.

CO₂-Produktion pro Jahr (kg)

Vergleich des CO₂-Ausstosses für die Heizung eines Einfamilienhauses mit einer beheizten Wohnfläche von 150 m².

Energieträger	Minergie-Haus 42 kWh pro m ²		Haus unsaniert 170 kWh pro m ²	
Heizöl	1950 kg	25 %	7900 kg	100 %
Erdgas	1450 kg	18 %	5900 kg	75 %
Strom (Wärmepumpe) *	700 kg	9 %	2900 kg	37 %
Pellets	320 kg	4 %	1300 kg	16 %
Solarheizung	je nach solarem Deckungsgrad			

* Kombination von Zubau- und Versorgungsmix. Nutzungsgrad 3,0
Quelle: Patrick Hofstetter, WWF

Qualitätssicherung

Das bewährte Qualitätssicherungssystem der Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz umfasst sieben zentrale Elemente:

- Gütesiegel für Wärmepumpen
- Gütesiegel für Bohrungen (Erdwärmesonden)
- Anlaufstelle für unzufriedene Kunden (Wärmepumpen-Doktor)
- Beratung für Schallschutz bei Wärmepumpen
- Support für Forschungs- und Entwicklungsprojekte
- Wärmepumpen-Testzentrum, WPZ
- Information, Schulung, Kommunikation, Support der Mitglieder

Die Aktivitäten zur Qualitätssicherung zeigen nachweisbare Resultate. Dies gilt insbesondere für die Qualitätsmerkmale Zuverlässigkeit, Nutzungsgrad und Schallemissionen.

Gütesiegel für Wärmepumpen

Die nationalen Verbände zur Förderung von Wärmepumpen in Deutschland, Österreich und der Schweiz haben schon vor Jahren ein gemeinsames Gütesiegel geschaffen, das in allen drei Ländern gültig ist. Zu den Anforderungen zählen unter anderem minimale Leistungsziffern (COP), Sicherheitsaspekte, Anschlussbedingungen, Installations- und Bedienungsanleitung, Kundendienstnetz, Garantieleistungen und Ersatzteilerhaltung. Am Wärmepumpen-Testzentrum, WPZ, in Buchs werden Wärmepumpen nach einem umfangreichen Reglement geprüft. Im Zentrum steht naturgemäss die Leistungsfähigkeit der Geräte. Aber auch die Sicherheit und der Schall sind Kriterien der Geräteprüfung. Für die Evaluation eines Gerätes ist der Testbericht ohne Zweifel hilfreich. Die Resultate werden publiziert.

Umweltverträglichkeit

Wärmepumpen weisen eine ausgezeichnete Umweltverträglichkeit aus. Insbesondere hinsichtlich CO₂- und Schadstoffemission sind Wärmepumpen eine «saubere Lösung». In der Tabelle sind Werte für den CO₂-Ausstoss aufgeführt. Selbst unter sehr strengen Annahmen (Strom-Mix und Nutzungsgrad von 3,0) stossen Wärmepumpen, im Vergleich zu einem Ölkessel, lediglich einen Drittel an CO₂ aus. Falls eine Wärmepumpe in einem gut gedämmten Wohngebäude mit Bodenheizung eine Jahresarbeitszahl von 4,0 bis 4,5 erreicht, wie dies in vielen Bauten belegt ist, schneidet diese umweltfreundliche Technologie noch viel besser ab.

Othmar Humm

Adressen

Wärmepumpen-Testzentrum WPZ
Interstaatliche Hochschule für Technik
Werdenbergstrasse 4, 9471 Buchs
Telefon 081 755 33 50, Telefax 081 755 34 40
E-Mail wpz@ntb.ch, Web www.ntb.ch
→ Technologietransfer

Fördergemeinschaft Wärmepumpen
Schweiz FWS, Steinerstrasse 37, 3006 Bern
Telefon 031 350 40 65, Telefax 031 350 40 51
E-Mail info@fws.ch, Web www.fws.ch



Im Untergrund ist Energie fürs ganze Jahr

Das Spektrum an geothermischer Energienutzung wird immer grösser: Von den Erdwärmesonden und Energiepfählen für Heiz- und Kühlanwendungen über «warme» Tunneldrainagewässer bis hin zur tiefen Bohrung, mit welcher sogar Temperaturen für eine Stromerzeugung erreicht werden können.

Das haben die Römer schon genossen: Ein Bad im warmen Quellwasser, erhitzt durch die Erdwärme. In manchen Ländern hat diese Form der Wärmeengewinnung eine lange Tradition. Weltweit nimmt heute die Nutzung geothermischer Energie in unterschiedlicher Weise rasant zu. Im Jahre 2005 erreichte die installierte Leistung rund 28'000 MWth. Bei der Erzeugung von Elektrizität kann ebenfalls ein Aufschwung festgestellt werden, der zu dem heutigen Wert von 8900 MWel führte. Zurzeit sind in zehn Ländern Anlagen im Bau, die demnächst insgesamt über 500 MWel erzeugen werden; bis 2010 wird man das Niveau von 10'000 MWel überschritten haben.

Erfolgreicher Einsatz von Erdwärmesonden und Geostrukturen

Die Schweiz befindet sich bei der installierten thermischen Leistung im Mittelfeld, bezogen auf die Bevölkerungszahl hingegen auf dem guten 5. Platz in der Weltrangliste. Im Vordergrund stehen Erd-

wärmesonden und die Wärme- und Kältenutzung von Grundwasser für den Einsatz in Kombination mit Wärmepumpen. Erdwärmesonden nutzen die geologischen Charakteristika des Temperaturverlaufs im Boden. Während bis ca. 15 Meter Tiefe der saisonale Einfluss erkennbar ist, kann mit zunehmender Tiefe eine konstante, steigende Temperatur gemessen werden. Damit steht für den Einsatz von Wärmepumpen eine ideale, übers Jahr gleichmässige Energiemenge zur Verfügung. Die Erdwärmesonden, die meist aus U-förmigen Kunststoffrohren bestehen, werden in Tiefen von 100 bis 300 m verlegt.

Hier wird der Wärmestrom genutzt, den die inneren Wärmequellen der Erde kontinuierlich speisen. Eine Entnahme dieser Energie führt zu einer Temperaturverteilungen mit ausgeprägten Temperaturgradienten – es entsteht lokal eine erhöhte Wärmeströmung. Es konnte festgestellt werden, dass um Erdwärmesonden höhere Wärmestromdichten auftreten als bei

ungenutztem Untergrund. Während einzelne Erdwärmesonden meist für Heizzwecke bei Einfamilien- und kleinen Mehrfamilienhäusern installiert werden, sind Sondenfelder sowohl für Heiz- als auch Kühlaufgaben geeignet. Hier gilt es, die optimale Dimensionierung der Abstände und Sondentiefen für die saisonalen Aufgaben zu berechnen und die Funktion dynamisch zu simulieren. Energiepfähle erfüllen in der Regel zwei unterschiedliche Aufgaben. Sie haben als Gründungspfähle eine tragende Funktion für das Gebäude und dienen – mit Wärmetauscherrohren ausgestattet – der Energieübertragung. Auch hier werden saisonale Unterschiede genutzt: Im Winter wird die Erdwärme als Quelle für das Heizen mit Wärmepumpen gebraucht, im Sommer für das Kühlen. Ein relevantes Beispiel dieser Technik stellt das Gebäude des Terminal E am Flughafen Zürich dar.

Alpenwelt als Quelle warmen Wassers

Hydrothermale Systeme setzen warme Wässer aus tiefen Aquiferen ein. Mit Wärmetauschern wird die an die Erdoberfläche geförderte Energie für Heizzwecke genutzt. Bei entsprechend hohen Temperaturen des



[1] Im Frühjahr 2005 konnten die 70 Bohrungen mit zwei Bohrgeräten fertig gestellt und die Erdwärmesonden termingerecht eingeführt werden.

[2] Das Sondenfeld wurde erst getestet, dann der Verteiler mit den Anschlüssen für die 70 Erdwärmesonden positioniert. Anschliessend erfolgten Funktionstests.

geförderten Wassers lässt sich sogar eine Elektrizitätserzeugung in Erwägung ziehen. Beim Thermalbad in Lavey-les-Bains (VD) wurde neben der Umsetzung einer effizienteren Nutzung des heissen Quellwassers in verschiedenen Anwendungsstufen des Bades sogar eine Fernwärmeversorgung des nahe liegenden Ortes erwogen. Mit einem «Kaskadensystem» werden diese Ressourcen heute immer wirkungsvoller eingesetzt. Bereits seit mehreren Jahren wird die aus einer Hydrothermalwasserbohrung in Riehen (BS) gewonnene Wärme nicht nur zur lokalen Wärmeversorgung, sondern mit einem Fernwärmenetz sogar bis nach Lörrach (Deutschland) exportiert. Eine besondere Form der geothermischen Energienutzung ergeben in der Schweiz die verschiedenen Strassen- und Eisenbahntunnel. Die Drainagewässer können in Portalnähe je nach Menge und Temperatur für unterschiedliche Zwecke genutzt werden. Zurzeit stehen Projekte bei den beiden NEAT-Tunneltrohren im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Hierbei sind Voraussetzungen gegeben, welche über den üblichen Heizzweck hinausgehen und neue Optionen eröffnen. So wird in Frutigen (BE) ein Tropen-

haus mit Früchteanbau und Fischzucht, in Bodio (TI) hingegen ein Thermalbad geplant.

Aus der Tiefe kommt die Energie für den Strom

Mit tiefen Bohrungen bis ca. 5 km erreicht man in der Schweiz kristallines Gestein und Temperaturen von ca. 200 °C. Damit erschliesst sich die Hoffnung auf eine geothermische Stromproduktion mit speziellen Dampfturbinen, wodurch Bandenergie erzeugt werden kann. Geothermische Energie ist – als einzige erneuerbare Energie – unabhängig von Jahreszeit und Klima. Bis rund 2,7 km Tiefe wurde in Basel eine vom Bundesamt für Energie (BFE) mitunterstützte Pilot-Bohrung durchgeführt, mit welcher der erwartete Temperaturgradient bestätigt werden konnte. 2006 erwartet man den Start zur ersten von drei Produktionsbohrungen auf 5 km Tiefe für das EGS-Projekt (Enhanced Geothermal System). Danach folgt die durch hydraulischen Druck erzeugte Öffnung kleinster Klüftungen im Gestein, wodurch ein unterirdischer Wärmetauscher entstehen kann. Mit einem induzierten Wasserdurchfluss wird die Erdwärme an die Oberfläche gebracht.

J. Wellstein

Erdwärmesonden fürs Heizen und Kühlen

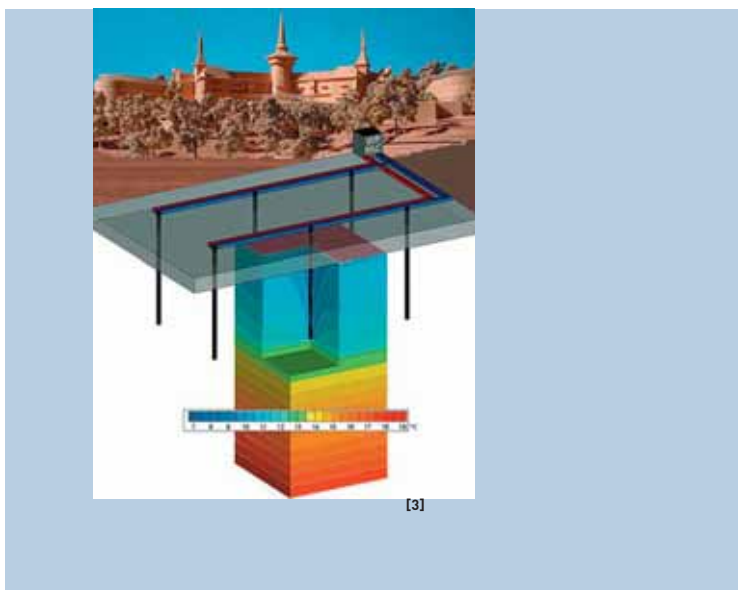
Wenn in den kommenden Monaten der vom Architekten Lord Norman Foster gestaltete Neubau des Dolder Grand Hotels in Zürich weiter Gestalt annimmt, ist das Herzstück des neuen Energiekonzepts schon lange unter dem Fundament unsichtbar verborgen. Mit 70 Erdwärmesonden von je über 150 m Länge wird in Zukunft Kälte und Wärme aus dem Untergrund gewonnen. Die entsprechenden Bohr- und Installationsarbeiten für die Erdwärmesonden mussten bereits im März 2005 abgeschlossen sein.

Doppelte Fläche – halbiertes Verbrauch

Von Anbeginn der Planung war das Ziel klar: halbiertes Verbrauch bei verdoppelter Grösse. Tatsächlich wird mit dem Neubau die Energiebezugsfläche von rund 20'000 m² auf 47'000 m² erweitert. Bisher hatte man für das denkmalgeschützte Hauptgebäude, das 1899 von Jacques Gros gebaut wurde und von dem während der Bauzeit nur die Fassade stehen geblieben ist, sowie für den Personaltrakt, den linken Erweiterungsbau und das Restaurant La Rotonde jährlich über 300'000 l Heizöl und über 3 GWh Elektrizität verbraucht. Mit einer stark gedämmten Gebäudehülle (zum Beispiel 3-fache Verglasungen) will man den Heizbedarf um 75 % und den Stromverbrauch um 25 % verringern. Mit einem Erdwärmesonden-Feld mit insgesamt ca. 10,6 km Sondenlänge wird im Winter Wärme entnommen, die man mittels Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung nutzt. Mit Wärmepumpen unterstützt man auch die Warmwasserbereitung. Im Sommer dient das Sondenfeld als Kältespeicher für die Kühlung der 178 Zimmer.

70 Erdwärmesonden unter dem Fundament

Bereits 2003 wurde eine Versuchsbohrung durchgeführt, um die Eignung des Untergrunds, der vorwiegend aus typischen Molassemergel-Gesteinen besteht, zu prüfen. Das geothermische Verhalten konnte mit dem so genannten Response Test untersucht werden, um damit die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes zu bestimmen. Zusätzlich wurde mit einem kabellosen Minidatenlogger ein genaues Temperaturprofil des Bohrlochs aufgenommen und ausgewertet. Diese Arbeiten bildeten die Basis für weiterführende Simulationen. Im März 2005 musste bereits der Verteiler mit den Anschlüssen für die 70 Sonden positioniert und angeschlossen werden. Die Erdwärmesonden wurden auf Druck und Durchfluss geprüft. Die Installation wurde also mit den unter erhöhten Luftdruck gesetzten Erdwärmesonden getestet. Denn anschliessend sollte darüber die 70 cm dicke Bodenplatte des Neubaus vergossen werden, sodass der Zugang zu den einzelnen Sonden von da an verschlossen bleibt.



[3] Modell des Umbaus des Dolder Grand Hotels in Zürich mit Simulation des Temperaturfelds im Umfeld einer Erdwärmesonde während des Heizbetriebs. (Fotos u. Grafik: Geowatt AG)