

DAS WÄRMEPUMPENKONZEPT URI

In Kenntnis der bereits damals aktuellen Energie- und Umweltproblematik beauftragte der Regierungsrat im Jahr 1986 die Erarbeitung eines Wärmepumpenkonzepts Uri. Er erkannte, dass nebst der Wasserkraft vor allem die wärmetechnische Nutzung der Grund- und Oberflächengewässer eine sinnvolle und interessante Nutzung eines regenerierbaren und einheimischen Energieträgers darstellen könnte. Das Wärmepumpenkonzept sollte die Basisdaten liefern für die wärmetechnische Nutzung des Grundwassers, der Oberflächengewässer und der Erdwärme unter Berücksichtigung aller energie- und umweltrelevanten Aspekte.

Die Resultate des Wärmepumpenkonzept Uri zeigten dann, dass der Grundwasserleiter zwischen Amsteg und dem Urnersee eine Oberfläche von rund 2200 ha einnimmt und eine Mächtigkeit von gegen 1.1 Milliarden m³ aufweist. Das Grundwasser steht in enger Wechselbeziehung zur Reuss und seine Strömung verläuft vorwiegend parallel zur Flussrichtung. Die Strömungsgeschwindigkeit bewegt sich im Mittel zwischen 10 und 20 m pro Tag. Die Abflussmenge beträgt in Amsteg etwa 11 Mio. m³ pro Jahr bei einer Temperatur von ca. 5° C und steigert sich bis zum Urnersees auf gegen 200 Mio. m³ pro Jahr bei Temperaturen bis gegen 10° C. Die damals genutzte Entnahmemenge von etwa 8 Mio. m³ pro Jahr lag somit weit unter der tatsächlich verfügbaren Nutzungsmenge. Allein das ausgewiesene Grundwasserpotential könnte theoretisch den gesamten Wärmebedarf des unteren Reusstals abdecken.

Der Regierungsrat erkannte das enorme Potential dieses einheimischen Energieträgers und veranlasste daraufhin die Erarbeitung von klaren Grundlagen zur Nutzung des Grundwassers und der Erdwärme durch Wärmepumpen. Die Grundlagen umfassten einen Grundwassernutzungsplan mit allen technischen und rechtlichen Nutzungsbedingungen sowie die Bezeichnung und Ausscheidung von Schutzzonen und Schutzarealen für heutige und künftige Trinkwassernutzungen.

DIE WÄRMEPUMPE

Die Wärmepumpe ist unter üblichen Einsatzbedingungen heute das wohl modernste Heizsystem und bei richtiger Auslegung, das mit den tiefsten Betriebskosten. Von der Funktionsweise kann das System mit einem Kühlschranks verglichen werden. Während im Innern die Lebensmittel gekühlt werden, heizt der Kühlschrank auf der Aussenseite seine Umgebung auf. Umgekehrt entzieht die Wärmepumpe ihrer Umgebung die Wärme und hebt die tiefe Wärmequellentemperatur auf das höhere Heiztemperaturniveau. Das interessante daran ist, dass mit einer Einheit elektrischem Strom je nach Wärmequelle zwischen zwei und fünf Einheiten Wärme erzeugt werden können.

Die Wärmepumpe führt die Wärme aus der Luft, dem Erdreich oder aus dem Grundwasser zum Verdampfer, wo sie auf das Kältemittel übertragen wird. Das Kältemittel ist das eigentliche Arbeitsmedium der Wärmepumpe und hat einen sehr tiefen Siedepunkt. Bei der Wärmeübertragung verdampft das Kältemittel und wird anschlies-

send im Verdichter komprimiert und dadurch erhitzt. Diese Phänomen kann übrigens auch bei einer Velopumpe beobachtet werden. Im Kondensator gibt der heisse Dampf seine Wärme an den Wasserkreislauf des Heizsystems ab. Dabei wird das unter Druck stehende Arbeitsmedium wieder verflüssigt. Im Expansionsventil wird der Druck abgebaut und der Kreislauf beginnt wieder von vorne.

Leistungszahl

In der Praxis wird üblicherweise mit der Leistungszahl der Wärmepumpe gerechnet. Sie ergibt sich aus dem Verhältnis der momentan abgegebenen Heizleistung zur aufgenommenen Verdichterleistung. Es handelt sich somit um eine reine Momentaufnahme. Beim COP-Wert (Coefficient of Performance) wird zusätzlich zur Verdichterleistung auch die Leistungsaufnahme von der Abtaueinrichtung, der Steuerung und Regelung sowie von den Fördereinrichtungen miteinbezogen. Der COP-Wert wird vom Wärmepumpen-Testzentrum für jeden Wärmepumpentyp gemessen und in einem eigenen Bulletin und im Internet veröffentlicht. (www.wpz.ch)

Jahresarbeitszahl JAZ

Die Jahresarbeitszahl ist die wichtigste Kenngrösse zur Beurteilung der energetischen Qualität einer Wärmepumpe. Im Unterschied zur Leistungszahl, die nur den momentanen Wirkungsgrad ausdrückt, beschreibt die Jahresarbeitszahl den durchschnittlichen Jahreswirkungsgrad. Die Jahresarbeitszahl wird aufgrund der jährlich aufgenommenen und abgegebenen Energiemengen bestimmt.

WÄRMEQUELLEN

Grundwasser

Als Grundwasser bezeichnet man alle unter der Erdoberfläche vorkommenden Gewässer. Es zirkuliert im porösem Gestein, wie zum Beispiel Schotter oder Sand. Das Grundwasser gilt als fast ideale Wärmequelle, weil es auch im Winter über konstant hohe Temperaturen verfügt. Gerade im unteren Reusstal weist es eine enorme Mächtigkeit auf, ist chemisch unbedenklich und hat einen sehr geringen Anteil an dem für eine Wärmepumpe nachteiligen Feinsand.

Für die Wärmenutzung wird eine Bohrung bis in die wassertragenden Schichten des Bodens gebohrt. Eine Wasserpumpe fördert das Grundwasser zur Wärmepumpe. Diese entzieht dem Grundwasser eine Temperatur von ca. 4° K und gibt das abgekühlte Wasser an einer geeigneten Stelle über eine Rückgabebohrung oder einen Sickerschacht wieder an den Grundwasserträger zurück.

Oberflächengewässer

Die relativ grossen Temperaturschwankungen von Oberflächengewässer lassen eine Wärmepumpennutzung in der Regel nur schwer zu. Allenfalls kann eine indirekte Nutzung in Betracht gezogen werden. Dabei wird dem Oberflächegewässer die Wärme durch einen mit einem Frostschutzmittel gefüllten Zwischenkreislauf entzogen.

Erdreich

Das Erdreich kann grundsätzlich auf zwei Arten genutzt werden. Beim horizontalen Erdregister wird ein Leitungsnetz waagrecht in einer Tiefe von 0,8 bis 1,5 m in den Boden verlegt. Dieses System nutzt die von der Erdoberfläche aufgenommene Umgebungswärme. Aufgrund der geringen Energieeffizienz im Vergleich zum grossen Platzbedarf wurden die Erdregister in letzter Zeit von den Erdwärmesonden verdrängt.

Bei einer Erdwärmesonde werden zwei oder mehrere U-Rohre aus Kunststoff in senkrechte oder leicht schräge Bohrungen eingezo-gen. Die Bohrungslängen variieren zwischen 40 bis 300 m. Die Wärmekapazität des Erdreichs hängt stark von dessen Beschaffenheit und dem Wassergehalt ab. Wird eine Erdsonde im trockenen Fels gebohrt ist auf genügende Regeneration des Erdreichs zu achten. Das bedeutet, dass der Wärmeentzug aus dem Erdreich die natürliche Wiederaufladung des Bodens nicht überschreiten darf um ein definitives Absinken der Bodentemperatur zu vermeiden.

Im Gegensatz dazu fördert die Präsenz von Grundwasser den Kontakt zwischen der Sonde und dem Erdreich. Ist das Grundwasser nicht stationär, sondern bewegt sich mit einer Fliessgeschwindigkeit von mehr als einigen Zentimeter pro Tag, so steigt die entziehbare Energiemenge beträchtlich. Bei den hervorragenden Grundwasserbedingungen im unteren Reusstal dürften Erdsonden nahe an den Leistungsbereich von Grundwasserwärmepumpen herankommen.

Für die Wärmenutzung werden die Kunststoffrohre mit reinem Wasser oder mit einem Glykol-Wassergemisch als Frostschutzmittel gefüllt. Während das Wasser durch die Sonde strömt, erwärmt es sich auf das Temperaturniveau des umliegenden Erdreichs oder des Grundwassers. Bei der Wärmepumpe wird dem Sondenwasser eine Temperatur von ca. 4° C entzogen und anschliessend abgekühlt wieder in die Sondenkreislauf zurückgeschickt. Im Gegensatz zur Grundwassernutzung handelt es sich bei der Erdsonde um einen in sich geschlossenen Kreislauf..

Aussenluft

Aussenluft als Wärmequelle hat den grossen Vorteil, dass sie überall verfügbar ist und keine Bewilligungen braucht. Der Nachteil liegt in der Gegenläufigkeit von Heiztemperaturbedarf und Aussenlufttemperatur. Das heisst, dass zu Zeiten des grössten Wärmebedarfs, die Aussentemperaturen am tiefsten sind. Zudem führt Kondenswasserbildung bei Lufttemperaturen unter 5° C zur Vereisung der Luftregister und macht eine periodische Abtauung notwendig. Auch sind infolge der relativ grossen Luftmengen mögliche Geräuschprobleme zu beachten. Nachteilig ist auch der bedeutend höhere Platzbedarf gegenüber einer Wasserwärmepumpe.

Bei der Wärmenutzung transportiert ein Ventilator die Aussenluft zum Wärmetauscher. Nach dem Passieren der Luftregister der Wärmepumpe wird die ausgekühlte Luft möglichst weit von der Entnahmestelle entfernt wieder in die Umgebung ausgeblasen

Welches ist die beste Wärmequelle

Diese Frage kann nicht abschliessend beantwortet werden. Jede Wärmequelle hat ihre Vor- und Nachteile. Wichtig ist, dass jede Anlage individuell betrachtet und ausgelegt wird. Die rein physikalischen Eigenschaften sprechen aber eindeutig für flüssige Wärmequellen. Der Wärmegewinn aus 1 m³ Wasser, das um 5° K abgekühlt wird, beträgt beispielsweise 5,8 kWh. Für den gleichen Wärmegewinn müssten rund 3'500 m³ Luft um 5 K abgekühlt werden.

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Als Arbeitsmedium, das die Wärme vom einem tiefen auf ein höheres Temperaturniveau hebt, erfüllt das Kältemittel in der Wärmepumpentechnik eine zentrale Aufgabe. Die heute eingesetzten Kältemittel bestehen vorwiegend aus Verbindungen auf der Basis von Fluor-Kohlenwasserstoffen (FKW). Obwohl die Wärmepumpe diese Stoffe wie beim Kühlschranks in einem hermetisch abgeschlossenen Kreislauf praktisch verlustfrei verwendet, könnte das Kältemittel bei einem Schadenfall entweichen und die Umwelt belasten. Aus diesem Grund werden von den Herstellern immer kleinere Kältemittelmengen verwendet und vermehrt auch umweltneutrale Kältemittel, wie zum Beispiel Propan, eingesetzt.

Wärmepumpen arbeiten am Einsatzort absolut emissionsfrei. Unter der eher konservativen Annahme, dass der zum Betrieb einer Wärmepumpe notwendige Strom zu 50% aus einem Wasserkraftwerk und zu 50% aus einem fossil betriebenen Kraftwerk stammt, emittiert ein Einfamilienhaus mit einer Wärmepumpe über alles betrachtet rund 800 kg CO₂ pro Jahr. Das gleiche Haus würde mit einer Gasheizung etwa 3'800 kg und mit einer Ölheizung rund 6'100 kg CO₂ pro Jahr produzieren. (Quelle: Universität Braunschweig; 2001)

Jede Verbrennung von fossilen Brennstoffen emittiert grosse Menge von CO₂, Schwefeldioxid, Russ und andere Luftschadstoffe. Die zunehmenden Konzentrationen von CO₂ sowie von Methan aus der Erdgasgewinnung verstärken den natürlichen Treibhauseffekt und tragen massgeblich zur bekannten Klimaproblematik bei.

DIE HEUTIGE WÄRMEPUMPEN-SITUATION IN DER SCHWEIZ

In der Schweiz wurden im Jahr 2002 rund 7'500 Wärmepumpen neu installiert. Vor zehn Jahren waren es erst knapp 2'200. Die Popularität dieser energieeffizienten und sauberen Heizung ist konstant gestiegen. Vor allem im Neubaubereich hat sich die Wärmepumpe ausgesprochen gut etabliert. Bei neuen Einfamilienhäusern kommt sie heute auf einen Marktanteil von rund 40 %. Im Sanierungsbereich und bei grossen Wohnbauten liegt hingegen noch ein sehr grosses Potential. Dass sich Wärmepumpen auch für Grossbauten sehr gut eignen, zeigt das Beispiel des Kantonsspitals Uri. Dort wird seit 1965 die gesamte Heizenergie durch eine Grundwasser-Wärmepumpe erzeugt. Da die Beschaffung von Ersatzteilen immer schwieriger wurde und die eingesetzte Ammoniakmenge nicht mehr den geltenden Vorschriften entsprach, wurde die gesamte Anlage im Zuge der Spitalerneuerung im Jahr 2002 komplett ersetzt. Die neue Anlage weist eine installierte Leistung von 1'170 kW aus und wird für die Heizung, Lüftung und für die Warmwasseraufbereitung eingesetzt. Mit der neuen Anlage konnte die Ammoniakmenge von 3'500 kg auf ca. 200 kg reduziert werden.

... UND IN URI

Der Bestand an beheizten Wohnbauten umfasst im Kanton Uri heute rund 8'400 Gebäude. Davon werden etwa 3'800 mit einer Ölheizung, 2'550 mit Holz, 1'250 mit Elektroheizungen und 660 mit einer Wärmepumpe beheizt. Die restlichen Heizsysteme nutzen andere Energieträger wie Kohle, Gas oder Fernwärme. Von den eingesetzten Wärmepumpen werden ca. 460 Anlagen mit Luft, etwa 70 mit Erdsonden und rund 130 mit Grundwasser betrieben.

Das Interesse an Wärmepumpen ist im Kanton Uri weiterhin ungebrochen. Dies gilt für Neubauten und infolge der finanziellen Unterstützung durch das Förderprogramm, auch vermehrt für Heizungssanierungen. Die Baudirektion erteilte in den Jahren 2002-2003 insgesamt rund 55 Bohrbewilligungen. Davon entfielen 35 Bewilligungen auf Erdsonden und 20 auf Grundwasserbohrungen. Eine Konzession zur Betriebsbewilligung erhielten insgesamt 43 Anlagen mit einer totalen Wärmeleistung von rund 1990 Kilowatt. Umgerechnet auf den Energieverbrauch ergibt dies Einsparungen von rund 500'000 Liter Heizöl. Dabei ist allerdings die sehr leistungsstarke Wärmepumpenanlage des Kantonsspitals Uri zu berücksichtigen. Durch die zusätzlichen Anlagen dürfte der Kanton Uri pro Kopf der Bevölkerung in der Schweiz weiterhin eine Spitzenposition bezüglich Wärmepumpenheizungen einnehmen.

Im Gegensatz zu Luft-Wärmepumpen brauchen Erdsonden- und Grundwasser-Wärmepumpen eine Bewilligung des Kantons. Der Kanton Uri ist dabei einer der ganz wenigen Kantone, die Erdsonden auch im Grundwasserträger bewilligen. Seit Einführung dieser Bewilligungspraxis vor rund drei Jahren, konnte die Attraktivität von Erdsonden, vor allem im Sanierungsbereich und bei Einfamilienhäusern, markant gesteigert werden. Bei der Bewilligung haben Trinkwassernutzungen aber in jedem Fall Vorrang. Daher werden in Grundwasserschutzzonen oder Grundwasserschutzarealen grundsätzlich keine oder nur sehr restriktiv Wärmepumpennutzungen bewilligt. Aufgrund der guten Grundlagen aus dem Wärmepumpenkonzept können die zuständigen Stellen aber bereits bei der ersten Kontaktaufnahme Auskunft geben, ob eine Nutzung grundsätzlich möglich ist und ob eine Bewilligung in Aussicht gestellt werden kann. Bei positivem Bescheid können zudem Aussagen zu den voraussichtlich zu erwartenden Boden- und Grundwasserverhältnissen gemacht werden.

Im Gegensatz zu den meisten andern Kantonen hat der Regierungsrat des Kantons Uri entschieden, im Sinne einer sinnvollen Nutzung eines einheimischen und erneuerbaren Energieträgers auf sämtliche wiederkehrenden Abgaben bei Wärmenutzungen zu verzichten und lediglich die einmaligen Bewilligungsgebühren in Rechnung zu stellen.