

Ein Musterbeispiel dafür, daß die energiesparendste Lösung auch die wirtschaftlichste sein kann

Die größte Gaswärmepumpe der Welt steht in Paderborn

Von Dipl.-Ing. Wilfried Handrock, Paderborn

Energie sparsam und rationell einzusetzen sowie regenerative Energiequellen wie Sonne, Wind oder Umgebungswärme in die Versorgungskonzepte einzu beziehen, ist aus energie- und volkswirtschaftlicher Sicht zu begrüßen, weil damit der begrenzten Verfügbarkeit der Primärenergiequellen Rechnung getragen wird, aber auch das wünschenswerte Wirtschaftswachstum mehr und mehr von einem Anstieg des Energieverbrauchs entkoppelt werden kann. – Diese Ansicht vertritt hier nicht irgend ein Umweltschützer oder Kraftwerksgegner, sondern der Technische Leiter der Stadtwerke Paderborn GmbH, Dipl.-Ing. Wilfried Handrock. Er beweist mit dem nachfolgenden Beitrag, daß auch im Bereich der örtlichen und regionalen Energieversorgungsunternehmen übergeordnete gesellschaftspolitische Gesichtspunkte sich mit Erfolg – und mit dem Nachweis der Wirtschaftlichkeit – gegen die ebenso kurzichtige wie stereotype Zweckprognose, daß unser Wohlstand von einem stetig steigenden Energiekonsum abhängt, durchsetzen können.

Die Gesamtwärmeleistung des Sportzentrums Paderborn von rd. 3 800 kW wird von drei gasbetriebenen Otto-Motoren von je 253 kW Antriebsleistung, insgesamt also rd. 760 kW erbracht, wobei ein ausgeklügeltes System der Wärmerückgewinnung, der Abwärmenutzung und des Wärmeentzugs aus dem Grundwasser die Differenz liefert. Eine Nutzung der direkten Sonnenstrahlung durch Kollektoren könnte zwar die Anschlußleistung nicht mehr weiter reduzieren, aber den Gesamtenergieverbrauch, zumal in den Sommermonaten z. B. das Beckenwasser vollständig durch die Solaranlage erwärmt werden könnte. Axel Urbanek

Während in Deutschland bereits eine Vielzahl von elektrisch angetriebenen Kompressionswärmepumpen im Einsatz ist, steht der Durchbruch der gasgetriebenen Wärmepumpe auf dem deutschen und internationalen Markt noch bevor. Dabei sind die Vorteile der mit fossilem Brennstoff versorgten Anlage hinsichtlich des für das Konzept der Wärmepumpe ja entscheidenden Primärenergiebedarfs unbestritten: Während die elektrische Wärmepumpe 100 % Primärenergie in der Regel nur in 97 % Nutzenergie umwandeln kann, also trotz des großen technischen Aufwands (Kraftwerk und Stromverteilung verursachen mehr als zwei Drittel Verlust) noch keine Energie spart, wird bei der gasgetriebenen Wärmepumpe nicht nur die dreifache Energiemenge der Antriebskraft aus

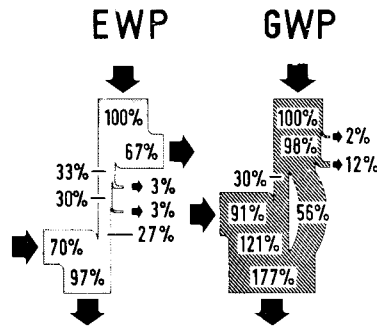


Bild 1: Energiebilanz einer Elektro- und einer Gaswärmepumpe bei gleichem Primärenergieeinsatz
 Primärenergieeinsatz je 100 %;
 Kraftwerksverluste E = 67 %, G = 0 %;
 Leitungsverluste E = 3 %, G = 2 %;
 Antriebsverluste E = 3 %, G = 12 %;
 genutzte Umweltenergie E = 70 %, G = 91 %;
 Abwärmenutzung der Antriebsmaschine E = 0, G = 56 %;
 Nutzenergie E = 97 %, G = 177 %

der Umgebung entzogen und auf ein nutzbares Niveau gehoben, sondern auch die Abwärme des Motors zur Wärmebedarfsdeckung eingesetzt, so daß mit Hilfe von 100 % Primärenergie 177 % Nutzenergie gewonnen werden können (Bild 1).

Trotzdem fiel der Auftrag, das Sportzentrum über eine Gaswärmepumpe zu versorgen, den Stadtwerken nicht wie ein reifer Apfel in den Schoß, weil es an einem breit gefächerten Angebot von Antriebsaggregaten und an Betriebserfahrungen fehlte. Eine von einem unabhängigen Ingenieurbüro durchgeführte Jahreskosten-Vergleichsrechnung zwischen drei konkurrierenden Konzeptionen brachte jedoch einen klaren Vorsprung der Gaswärmepumpe.

Auch billiger als Elektro-Wärmepumpe

Hinsichtlich des Primärenergieverbrauchs erbrachte der Vergleich, daß einem Verbrauch von beispielsweise 100 kWh durch die Gaswärmepumpe ein Verbrauch von 160 kWh durch eine Elektrowärmepumpe und sogar von 193 kWh durch einen mit einer Elektrowärmepumpe kombinierten Gaskessel gegenübergestanden hätte. Die Investitionskosten für die Gaswärmepumpe waren zwar um 82 % höher als ein Gaskessel (mit Elektrowärmepumpe für die Wärmerückgewinnung) gekostet hätte, jedoch um 21 % geringer als diejenigen für eine Elektrowärmepumpe.

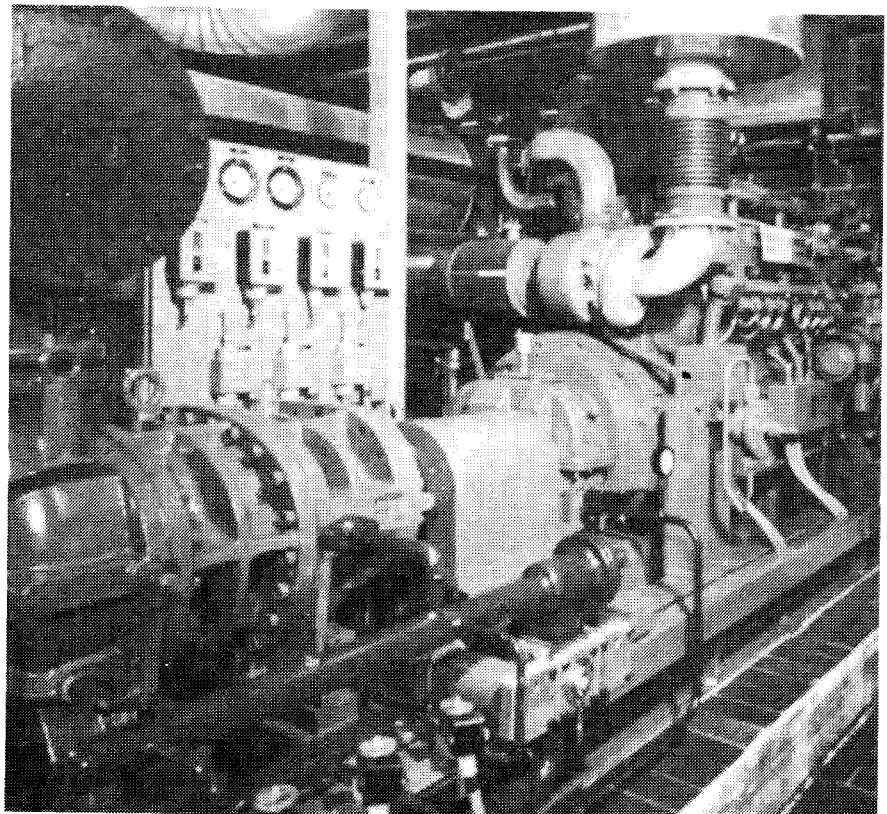


Bild 2: Der 8-Zylinder-Ottomotor für Gasbetrieb und der über Getriebe angeflanschte Schraubenkompressor

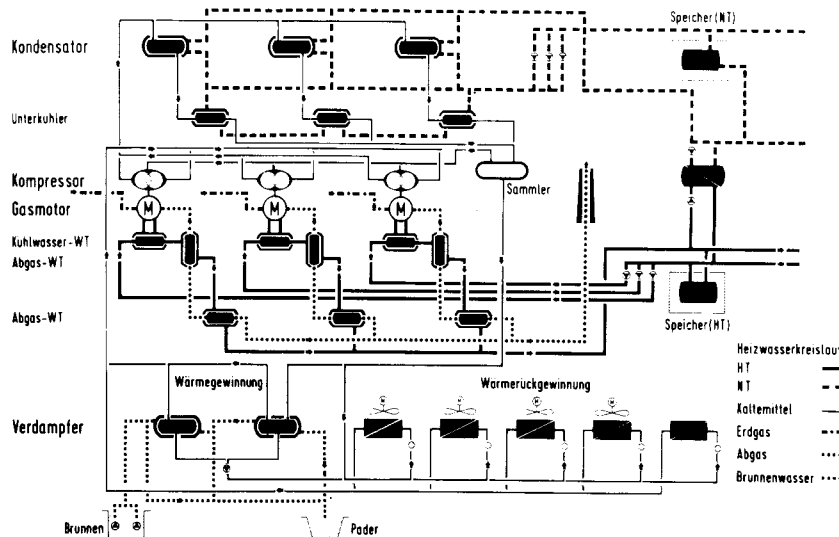


Bild 3: Anlagenschema der Gaswärmepumpenanlage des Sportzentrums

Ursache dieses zunächst überraschenden Ergebnisses ist, daß die Gaswärmepumpe wegen der Verfügbarkeit hochwertiger Motorwärme für die Abgabe gleicher Heizleistung um 30 bis 40 % kleiner ausgelegt werden kann. Am Beispiel Paderborn wurde also bewiesen – und diese Aussage wird künftig für alle ähnlich gelagerten Fälle Gültigkeit haben –, daß ein geringerer Primärenergieverbrauch nicht in jedem Fall durch höhere Investitionskosten erkauft werden muß.

Selbst unter der vorsorglich getroffenen Annahme, daß die Wartungs- und Unterhaltskosten für die Gaswärmepumpe ein Mehrfaches der beiden Alternativen betragen würden, und unter Berücksichtigung des Kapitaldienstes schnitt die Gaswärmepumpe am günstigsten ab. Dieser Vorsprung vergrößert sich natürlich mit jedem Ansteigen der Primärenergiepreise. Ferner ist zu erwarten, daß die Folgeanlagen noch kostengünstiger als die Erstanlage erstellt werden können.

Anlagenkonzeption

Das Ingenieurbüro *Dr. Broer*, Paderborn, die *Stadtwerke Paderborn GmbH* als Auftraggeber und die Firma *Gebrüder Neunert*, Elmshorn, als Auftragnehmer haben die Anlage in enger Zusammenarbeit geplant, wobei die Entwicklungsabteilung der *Ruhrgas AG* in Dorsten wichtige Erkenntnisse zur optimalen Konzeption einbrachte. Die Beteiligten haben ihr besonderes Augenmerk darauf gerichtet, daß durch Ausnutzung aller sich bietenden Wärmequellen (ausgenommen der direkten Sonnenstrahlung) das Verhältnis zwischen Primär- und Nutzenergie so günstig gestaltet wird, wie technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Der Wärmebedarf des Sportzentrums (Vielfach-Sporthalle und Hallenbad mit 50-m-Becken) beträgt rd. 3 800 kW. 51 % entfallen auf Lüftungswärme, 28 % auf Brauchwassererwärmung, 11 % auf Beckenwassererwärmung und 10 % auf Transmissionswärme.

Die Gesamtleistung von 3 800 kW wird durch drei leistungsgleiche Wärmepumpen erbracht. Als Antriebe dienen aufgeladene 8-Zylinder-Otto-Motoren der *Jenbacher Werke AG*, Österreich, mit je 253 kW Wellenleistung bei 1 650 U/min (Bild 2). Als Kältemittel für die im September 1977 in Betrieb genommene Anlage wird ein Fluorkohlenwasserstoff mit der Bezeichnung R 22 eingesetzt, der durch

Der Welt größte

Gasmotoren-getriebene Wärmepumpenanlage in Paderborn

wurde von uns geplant und gebaut

**gebr.
neunert**

Wärmepumpen – Kälteanlagen – Wärmerückgewinnung
2200 ELSHORN – Tel. 04121 / 620 54 – Telex 218 424

Beispiele

Schraubenkompressoren des Fabrikats *Mycom* (Drehzahl max. 3 350 U/min über Getriebe) den notwendigen Kondensationsdruck von 20 bar erhält. Die Energie für das Verdampfen des Kältemittels wird aus der fühlbaren und latenten Abwärme des Sportzentrums (Abwasser und Abluft), der Energiezentrale selbst und – sofern dieses Wärmeangebot nicht ausreicht – dem Grundwasser bei 8 °C unter Abkühlung um 5 K und Rückführung in die Pader (max. 210 m³/h) entzogen (Bild 3).

Die durch das Verdichten erreichte Kondensations- und Überhitzungswärme wird an den Niedertemperatur-Warmwasserkreislauf für Fußbodenheizung, Becken- und Brauchwassererwärmung übertragen. Nachgeschaltete Unterkühler, die vom Rücklauf des Warmwasserkreislaufs beaufschlagt werden, erhöhen die Wirtschaftlichkeit der Anlage und vermindern die unerwünschte Drosselgasbildung beim Weitertransport über eine erste Entspannungsstufe in die Kältemittel-Sammelflasche. Das dort dem flüssigen Kältemittel entzogene Drosselgas, das im Verdampfer ohnehin keine Arbeit leisten könnte, wird direkt dem Schraubenkompressor zugeführt. Weitere Wärme wird dem Betriebsöl von Kompressor und Getriebe sowie der Ladeluft und – in der zweiten Stufe von 180 bis 50 °C – dem Abgas für den Niedertemperatur-Kreislauf entzogen. In der ersten Stufe

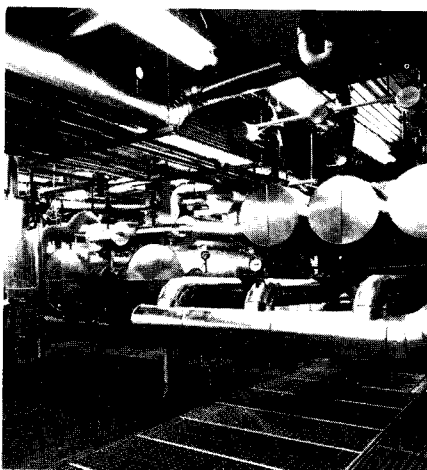


Bild 4: Die Kondensator- und Verdampfergruppe

wird das Abgas durch einen Hochtemperatur-Warmwasserkreislauf, der auch die Kühlwasserwärme des Motors selbst aufnimmt, von etwa 500 auf 180 °C abgekühlt, wobei die Wärmeabgabe vorwiegend an Radiatoren und Lufterhitzer erfolgt.

Heizzahl von 1,82

Durch diese und andere Raffineszen kann die Heizzahl bei Vollastbetrieb 1,82 erreichen, d. h., mit Hilfe von 100 Einheiten Primärenergie werden 182 Einheiten Nutzenergie gewonnen.

Die Leistungsziffer der Wärmepumpe wird mit 4,2 genannt. Sie liegt damit höher als bei einer vergleichbaren Elektrowärmepumpe, weil bei dieser Konzeption wegen der hochtemperierten Motorwärme nur eine geringere Temperaturdifferenz überwunden werden muß.

Inwieweit die errechneten Planzahlen im Detail in der Praxis bestätigt werden, wird man allerdings erst sagen können, wenn neben der Sporthalle im Sommer 1978 auch das Hallenbad als zweite Baustufe den Betrieb aufgenommen hat. Im Auftrag des BMFT wird ein zweijähriges Meßprogramm zur exakten Ermittlung dieser Daten durchgeführt.

Druckluft durch Wind

Auf der Hannovermesse 78 (Stand vor Halle 13) werden erstmals von der *Windpumpen-Zentrale*, Eckernförde, neben Windpumpen zur Wasserförderung und Windgeneratoren zur Stromerzeugung Windkompressoren zur Erzeugung von Druckluft ausgestellt. Speziell entwickelte aerodynamische Flügelsysteme treiben ab 1,5 m/s Windstärke einen selbstschmierenden Luftkompressor von 85 bzw. 150 cm³ Hubvolumen an. Die Speicherung in Druckkesseln macht diese Anlage unabhängig von dem wechselnden Windangebot für jedes handelsübliche Druckluftwerkzeug verwendbar (z. B. in Tankstellen, Werkstätten, Lackierereien). Bei 4 m Gittermast und 2,3 m Flügeldurchmesser sowie 3 m/s Windstärke und 8 bar leistet die Anlage in rd. 6 Stunden 500 l Druckluft.

USA

Fachstudienreise für Solarenergie und Energieersparnis

11. November - 25. November 1978

Diese fachlich hochwertige Studienreise wurde in Zusammenarbeit mit der DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. – und verschiedenen amerikanischen Fachverbänden zusammengestellt. Reisepreis: DM 4.844.--

REISEBÜRO WINDROSE GMBH

Reisebüro Windrose GmbH
Abt. Gruppenreisen B
Ochsenzollerstraße 147
2000 Hamburg - Norderstedt

Bitte um Zusendung des Fachprogramms.

Absender:

Tel. -----

