

Klimatisierung und Heizung - Umsetzung und Perspektiven

Bernd Utesch

Neue Technologien, Heizen und Kühlen mit Erdgas, Gas Heat Pump, Markteinführung

Gasmotorwärmepumpen („Gasklimageräte“) aus Japan mit Heiz- und Kühlfunktion sind seit wenigen Jahren auf dem deutschen Markt verfügbar. Gasklimageräte in ein VRF-System oder in ein Wassersystem eingesetzt, ermöglichen eine monovalente Beheizung von Gebäuden mit Leistungen von 14 bis 56 kW - mit zusätzlicher Kühloption. Mit einer Leistungszahl bis 1,4 im Heizfall sind Gasklimageräte sehr effiziente Heizgeräte. Die Verbreitung in Deutschland beginnt jedoch erst. ASUE unterstützt die Markteinführung.

Gas Heat Pumps from Japan for heating and air conditioning have been available on the German market for a few years. Gas Heat Pumps, installed in VRF-systems or water systems, with a capacity of 14 to 56 kW, can be used for univalent heating and optionally for cooling of buildings. With an average COP of 1,4 in the heating mode, they are very efficient heating devices. ASUE supports their introduction to the German market.

Dipl.-Ing. (FH) Bernd Utesch, Geschäftsführer ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., Bismarckstraße 16, D-67655 Kaiserslautern.
Vortrag anlässlich der Gasfachlichen Aussprachetagung (gat) in Frankfurt/Main,
03./04.11.2004.

Seit einigen Jahren gewinnt die gewerbliche Klimatisierung in Europa zunehmend an Bedeutung. Dabei liegt Deutschland im europäischen Vergleich allerdings noch deutlich zurück. Doch auch hierzulande steigt der Kälte- und Klimatisierungsbedarf erkennbar an. Dafür gibt es mehrere Gründe. Vor allem bei Objektbauten geht der Trend zur Glasarchitektur mit großzügigen Fensterflächen, was zu einer hohen Wärmebelastung der Innenräume durch Sonneneinstrahlung führt. Die verschärften Wärmeschutzanforderungen (EnEV) verlangen eine dichte Gebäudehülle. Diese hält aber auch im Sommer die Wärme in den aufgeheizten Räumen fest. In vielen Gebäuden wird die innere Wärmebelastung durch elektronische Geräte stark erhöht. Wachsende Komfortansprüche lassen die Nachfrage nach climatechnischen Anlagen ebenfalls steigen. In Hotels und Restaurants, Ladengeschäften, Praxisräumen, Kundenzentren oder Freizeiteinrichtungen können gleichmäßig temperierte Räume dazu beitragen, dass sich Kunden und Gäste wohl fühlen. Hinzu kommt, dass immer mehr Menschen die Vorzüge der Klimatisierung aus dem Auto kennen.

1. Klimatisierungsbedarf und prinzipielle Systemlösungen

Alle diese Faktoren haben einen Wachstumsmarkt für wirtschaftliche und umweltverträgliche Kälteerzeugungsverfahren geschaffen. Auch für Architekten, Planer und Unternehmen der Technischen Gebäudeausrüstung werden Raumklimasysteme daher zunehmend wichtiger. Bei überhöhten Raumtemperaturen sinkt die Arbeitsleistung. Die Bauherren verlangen von ihren Planern, dass die Gebäudetechnik eine Kühloption im Falle hoher Wärmebelastung vorsieht. Als konventionelle Lösung, insbesondere bei bestehenden Gebäuden, wird das Heizsystem um ein zweites System mit elektrischen Kaltwassersätzen ergänzt. Der Vorteil dieser Lösung ist, dass die Abgabe der Wärme wie üblich über Heizkörper und der Kälte über Deckenkassetten erfolgt. Die Kosten für zwei getrennte Systeme sind jedoch vergleichsweise hoch. Eine Alternative könnte eine Elektrowärmepumpe z. B. in Dachaufstellung als Multisplit-System sein. Diese Luft-/Luftwärmepumpen können Wärmeenergie der Außenluft für den Heizfall nutzbar machen. Die Leistungszahl fällt jedoch bei Außentemperaturen unter 7 °C rasant ab. Hier stellen Gasmotorwärmepumpen (kurz: Gasklimageräte) eine echte Alternative dar. Mit diesem System kann gekühlt und sehr effizient geheizt werden, weil zusätzlich zur Außenluft noch die Motorabwärme wie in einem BHKW anfällt. Die Leistungszahl im Heizfall liegt mit ca. 1,4 (Primärenergie bezogen) sehr hoch. Die Übertragung der Wärme/Kälte erfolgt hierbei durch Kältemittel; ein Wassersystem ist jedoch auch möglich. Dadurch können zum Beispiel neben Fan-Coils auch Flächenheiz- und -kühlelemente für die Abgabe der Wärme/Kälte zum Einsatz kommen. Eine weitere Alternative mit einem System zu heizen und zu kühlen sind Gasabsorptionswärmepumpen. Sie nutzen auch andere Wärmequellen wie z.B. Erdwärme oder Wasser.

2. Heizen und Kühlen mit Erdgas

Gasklimageräte gibt es in Japan seit über 20 Jahren. Auslöser für ihre Markteinführung waren hohe Strompreise sowie Engpässe in der Stromversorgung, die durch die Zunahme der Klimatisierung im Sommer entstanden. Vor diesem Hintergrund förderten führende japanische Gasversorger mit staatlicher Unterstützung die Entwicklung von Gasklimageräten, bei denen durch einfache Umschaltung die Kühl- oder die Heizfunktion genutzt werden kann. Als Antrieb wird ein weiterentwickelter Pkw-Motor verwendet. Diese Gasklimageräte wurden vom Markt schnell als wirtschaftliche Alternative zu elektrischen Klimageräten akzeptiert. Mittlerweile sind in Japan rund 400.000 Geräte installiert. Inzwischen sind Gasklimageräte mit Heiz- und Kühlfunktion auch auf dem deutschen Markt verfügbar. Damit stellt sich für Planer und Bauherren die Frage, ob es noch wirtschaftlich ist, separate Wärme- und Kälteerzeuger zu installieren. Die Kopplung beider Funktionen in einem Gerät verringert die Investitionen erheblich.

2.1 Einbindung

Die Geräte lassen sich sowohl in einen Kältemittel- als auch in einen Wasserkreislauf einbinden.

2.1.1 Gasklimagerät + VRF-System (Kältemittelkreislauf, VRF= Variable Refrigerant Flow)

Gasmotorisch betriebene Klimageräte können in Split- bzw. Multisplitanlagen eingesetzt werden, die nach dem VRF-Prinzip arbeiten (**Bild 1**). Diese Anlagen bestehen aus einem Außenteil (mit Kühlaggregat) und mehreren Innengeräten (mit Umluftventilator). Der Wärme- oder Kälte transport wird von einem Kältemittel übernommen, das in den Innengeräten kondensiert (Heizfunktion) oder verdampft (Kühlfunktion). Die Durchflussmenge verändert sich in Abhängigkeit von der Leistungsabnahme der Innengeräte. VRF-Anlagen sind hierzulande seit langem insbesondere über das Kältehandwerk eingeführt.

2.1.2 Gasklimagerät + Wassersystem

Wassergeführte Heizungs- und Klimasysteme sind in Deutschland noch stärker verbreitet als VRF-Systeme. Für diese Einsatzfälle können die Gasklimageräte zusammen mit einer Hydraulik-Übergabestation (Hydr.-S.) eingesetzt werden (**Bild 2**). Diese Übergabestation bildet die Schnittstelle zwischen dem Kältemittelkreislauf (Gasklimagerät/Hydr.-S.) und dem hydraulischen Netz (Hydr.-S./Innengeräte). Unter anderem werden dadurch die gasmotorisch betriebenen Klimageräte auch für SHK-Betriebe zu einem interessanten Tätigkeitsfeld. Die Kombination mit der Hydr.-S. erschließt das gesamte Spektrum wassergeführter Heiz-/Kühlsysteme, also Fan-Coils, Hydro-Deckengeräte, Induktionsgeräte, Kühl-Heizdecken und Betonkerntemperierung. Vorteil: Die Übergabestation kann im Gebäude aufgestellt werden, so dass (anders als beim elektrischen Kaltwassersatz) keine Frostgefahr für den Wasserkreislauf besteht.

2.2 Drei Nutzen

Gasklimageräte können entweder heizen oder kühlen, zwischen den Funktionen kann hin- und hergeschaltet werden. Dabei wird die Fließrichtung des Kältemittelkreislaufs umgekehrt. Die Umschaltung erfolgt für die gesamte Anlage zentral über ein Vierwege-Umschaltventil. Im **Heizbetrieb (Bild 3)** fördert der Verdichter das gasförmige Kältemittel zu den Innengeräten, wo es kondensiert und dabei Wärme an den Raum oder ein Heizmedium (Wasser) in einem Wärmeübertrager abgibt. Im **Kühlbetrieb (Bild 4)** wird die Fließrichtung einfach umgedreht: Das flüssige Kältemittel wird zum Raum transportiert, verdampft in den Innengeräten, nimmt dabei Wärme aus dem Raum auf und führt sie über den Kondensator nach außen ab. Schließlich können die Geräte im Kühlbetrieb Räume entfeuchten.

2.3 Wettbewerb und Marktpotential

Der Gesamtenergiebedarf in Deutschland für die Gebäudeklimatisierung beträgt rund 15 Mrd. kWh/a und für die Nahrungsmittelkühlung sogar 24 Mrd. kWh/a. Fachleute gehen davon aus, dass durchschnittlich in Gebäuden an ca. 35 Tagen/Jahr Klimatisierungsbedarf und an ca. 100 Tagen Entfeuchtungsbedarf besteht.

Gasklimageräte stellen zunächst eine Alternative zu elektrisch betriebenen Multisplit-Anlagen mit VRF-Systemen dar. Derzeit werden jährlich rund 3.000 dieser Geräte (20-80 kW) verkauft, mit einem eindeutig steigenden Trend. Rund 30 Prozent dieser Anlagen verfügen über Heiz- und Kühlfunktion und stehen damit im Wettbewerb zu traditionellen Heizsystemen.

Der weitaus größere Markt erschließt sich Gasklimageräten jedoch durch die Kombination mit Hydraulikübergabe-Stationen. Dadurch können Gasklimageräte Alternative zu wassergeführten Heizsystemen bei zusätzlicher Kühloption sein.

2.4 Umwelt entlasten

Die zunehmende Nachfrage nach Klimatisierung stellt weltweit ein ernstes Problem dar. In vielen Regionen der Welt sind Stromengpässe und steigende Treibhausgas-Emissionen die Folge. Gasklimageräte helfen das Problem zu mindern. Sie erhöhen nicht den Strombedarf in den kritischen Sommermonaten, sind effizienter als strombetriebene Kühlgeräte und sparen durch den Wärmepumpeneffekt im Heizfall Energie ein. Ein Gasklimagerät spart

aufgrund der hohen Leistungszahl im Heizfall gegenüber einem Heizkessel mit Elektro-Kaltwassersatz ca. 30 Prozent Kohlendioxid-Emissionen ein **(Bild 5)**.

2.5 Geräteangebot

Innerhalb der letzten Jahre haben sich bundesweite Servicenetze entwickelt, die Gasklimageräte mit 14 – 56 kW Kälteleistung und 18 – 67 kW Heizleistung verschiedener japanischer Hersteller anbieten. Die Wuppertaler Firma Kaut, die die Geräte der Firma Sanyo vertreibt, verfügt wie der Anbieter der Produkte von Mitsubishi Heavy Industries, die Hamburger Stulz GmbH, über eine dichte Service-Infrastruktur in ganz Deutschland. Die Geräte der Toyota-Tochter Aisin werden von den Firmen Berndt, Gelsdorf/Bonn, und Panitz, Lieskau, vertrieben.

Bei den Absorbern bietet die italienische Firma Robur seit diesem Jahr eine neue Reihe Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen an, die verschiedene Wärmequellen nutzen können. Vertreiber diese Geräte sind Isocal, Friedrichshafen, Combiwell, Hagen, sowie Kaeltro Kälteanlagen Scholz, Berlin.

2.6 Geeignete Einsatzfälle

Besonders geeignete Einsatzfälle sind Gebäude mit Heizleistungen von 18 bis 67 kW und Kühlleistungen von 14 bis 56 kW und Vielfache davon. Durch die Option des modularen Aufbaus können nahezu alle Leistungsanforderungen erfüllt werden. Muss eine Heizungsanlage ausgetauscht bzw. erweitert werden, oder besteht noch keine Heizungsanlage (Neubau), können die Gebäude mit Gasklimageräten monovalent beheizt und gekühlt werden. Insbesondere Hotels, Restaurants, Büro- und Verwaltungsgebäude, Kundenzentren, Gewerbebetriebe, Ladenlokale, EDV-Räume uvm. kommen in Frage. Aber auch beim Austausch von Kälte-/Wärmeerzeugern in raumluftechnischen Anlagen können die Geräte sinnvoll integriert werden. Der Ausbau der Klimatisierung führt in vielen Fällen zu ungünstigeren Strombezugskonditionen oder zum Bedarf einer neuen Trafostation. Auch hier ist ein Gasklimagerät eine interessante Alternative.

2.7 Wirtschaftlichkeit

Mit der Nutzung der Heiz- und Kühlfunktion mit nur einem Gerät gehen wirtschaftliche Vorteile einher. Das zeigt ein Kostenvergleich **(Bild 6)** beispielhaft auf. Die heutzutage übliche Kesselanlage für Heizzwecke und der elektrisch angetriebene Kaltwassersatz für Kühlzwecke werden hierzu mit einem Gasklimagerät, das beide Funktionen abdeckt, verglichen.

Als Beispiel wird ein Büro- oder Verwaltungsgebäude mit einem Wärmebedarf von 33 kW und einem Kältebedarf von 28 kW betrachtet. Für den Kessel mit vollständiger Infrastruktur (Abgasabführung, Heizleitungen, Heizkörper, eventuell Öltank) sowie für die Kälteerzeugung mit Kaltwassersatz und kompletter Kälteinfrastruktur (Kältemittelleitungen, Wand- oder Deckengeräte) sind ca. 65.000,- € zu investieren. Das Gasklimagerät inklusive der Verteilinfrastruktur erfordert lediglich eine Investition von etwa 52.000,- €.

Beim Vergleich der Investitionen wird ein wirtschaftlicher Vorteil des Gasklimageräts deutlich. Durch die Nutzung einer Erzeugungs- und Verteilinfrastruktur für die Heiz- und Kühlaufgabe sind geringere Investitionen zu tätigen. Dieser Vorteil erklärt auch die geringeren Jahresgesamtkosten bei einer Vollkostenrechnung nach der VDI-Richtlinie 2067. Mit Gasklimagerät betragen die Jahresgesamtkosten ca. 8.600,- €. Bei der Alternative Heizkessel mit Elektrokaltwassersatz betragen die Jahreskosten etwa 9.800,- €. Das Gasklimagerät hat bei diesem Beispiel einen Jahreskostenvorteil von 1.200,- €.

Eine aktuelle Untersuchung der Hochschule für Technik Wirtschaft und Kultur, Leipzig, in Zusammenarbeit mit der MITGAS, Gröbers, an einer Versuchsanlage in Hohenweiden kommt zu einem ähnlichen Ergebnis. Hierbei wurde das Gasklimagerät nur als Heizgerät betrachtet. Die Jahresgesamtkosten des Gasklimagerätes einschließlich Verteilinfrastruktur liegen für die Versuchsanlage mit 6.870 € nur etwas höher als eine Lösung mit Gas-

Brennwertgerät (6.425 €). In dieser Untersuchung wurden auch die Leistungszahlen der Anlage mit den Herstellerangaben verglichen. Das Ergebnis bestätigt die Angaben der Hersteller. Die gemessenen durchschnittlichen Leistungszahlen sind im Kühlfall 0,95 und im Heizfall 1,4.

2.8 Hürden

Wie bei jeder Innovation sind auch bei der Markteinführung von Gasklimageräten vielschichtige Probleme zu lösen. Die Transferstelle neue Produkte der ASUE unterstützt die Hersteller/Vertreiber. Von großer Bedeutung für den Markterfolg ist die Unterstützung durch die Marktpartner. Klimaanlagebauer und SHK-Fachbetriebe müssen bei der Installation zusammenarbeiten. Die Energieanlagenplaner benötigen u. a. Planungshilfen.

Beim Einsatz im Wohnbereich können die Lüftergeräusche als auch die Abgabe der Wärme über Lüftungskassetten zu Akzeptanzproblemen führen. Im wichtigeren gewerblichen Bereich ist damit aber nicht zu rechnen.

Schließlich sind weitere Hürden zu nehmen: So fehlen derzeit noch Aussagen der Finanzverwaltung zur steuerlichen Einstufung der Geräte. Ein vom BGW in Auftrag gegebenes Gutachten einer anerkannten Wirtschaftsprüfungsgesellschaft zeigt auf, dass Gasklimageräte steuerlich wie KWK-Anlagen betrachtet werden könnten. Eine belastbare Stellungnahme des Bundesfinanzministeriums steht derzeit noch aus.

2.9 Die Vorteile im Überblick

Technische Vorteile beim Heizen und Kühlen mit Gasklimageräten

- Langjährig bewährte Gerätetechnik
- Hohe Zuverlässigkeit und wartungsarmer Betrieb
- Flexible Leistungsanpassung durch Drehzahlregelung des Motors
- Individuelle Regelungsmöglichkeiten
- Nur geringer Heizleistungsabfall bei tiefen Außentemperaturen ($T < 7 \text{ °C}$)
- Kurze Aufheizphase des Motors führt zu schneller Leistungsverfügbarkeit
- Keine Unterbrechung des Heizbetriebes durch Verdampferabtauung
- Zahlreiche Innengeräteoptionen für Wärme- und Kälteübertragung.

Wirtschaftliche Vorteile beim Heizen und Kühlen mit Gasklimageräten

- Kostengünstige Alternative zu konventionellen Technologien
- Niedrige Energiekosten
- Keine Erhöhung der elektrischen Leistungsaufnahme
- Verzicht auf konventionelle Heizung in vielen Fällen möglich
- Lange Wartungsintervalle führen zu niedrigen Servicekosten.

3. Gasklimageräte auch für Querverbundunternehmen sinnvoll

Auch für Unternehmen, die Erdgas als auch Strom vertreiben, können Gasklimageräte von Vorteil sein. Für diese Unternehmen ist es in der Regel strategisch sinnvoller, in den Sommermonaten den Gas- statt den Stromabsatz weiter zu erhöhen. Gerade in Städten, die viele Büroflächen, Messen usw. aufweisen, hat sich in den letzten zehn Jahren ein eindeutiger Trend vollzogen: Seit ca. zehn Jahren steigt der Strombedarf im Sommer an. Es ist absehbar, dass der Sommer-Strombedarf in vielen Städten in wenigen Jahren den Winterbedarf übersteigen wird. In der Folge müssen viele Querverbundunternehmen Strom zu Zeiten hoher Preise zukaufen.

4. Markterschließung - Unterstützung durch EVUs notwendig!

Die erfolgreiche Markteinführung der Gasklimageräte in den 80er Jahren in Japan wurde durch einfache Strukturen ermöglicht. In Japan vertreiben die Gasversorgungsunternehmen diese Geräte. In Deutschland benötigen die Vertriebspartner des Herstellers die Kooperation verschiedener Marktpartner (SHK, Klimaanlagebauer, Planer). Daher ist die Unterstützung durch die EVUs von großer Wichtigkeit. Viele EVUs haben bereits Anlagen zur Demonstration errichtet, ihre Energieberater schulen lassen und Veranstaltungen für Marktpartner durchgeführt. ASUE bietet dazu Mustervorträge und Broschüren an. Über die eigenen Kundeninformationssysteme konnten diese EVUs geeignete Objekte auswählen, die entweder besucht oder angeschrieben wurden.

5. Umgesetzte Projekte in Deutschland

Zurzeit sind rund 30 Gasklimageräte in Deutschland im Einsatz. Die realisierten Anlagen zeigen die technischen und wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten auf und können besichtigt werden. Die ASUE vermittelt gerne Ansprechpartner und Besuche.

(Manuskripteingang: 30. September 2004)

Bild 1. Gasklimagerät mit Kältemittelkreislauf.

Bild 2. Gasklimagerät plus Hydraulik-Übergabestation.

Bild 3. Gasklimagerät im Heizbetrieb.

Bild 4. Gasklimagerät im Kühlbetrieb.

Bild 5. Vergleich der Kohlendioxid-Emissionen.

Bild 6. Jahresgesamtkosten der Wärme und Kälteübertragung.