

Gas-Wärmepumpen

Neuentwicklungen ermöglichen rationellen Einsatz im Wohnungsbau

Die Entwicklung der Elektro-Kompressionswärmepumpe, über die aufgrund eines mehrjährigen Einsatzes in zahlreichen Anlagen inzwischen gesicherte Bewertungskriterien und Verbrauchswerte vorliegen, kann im grundsätzlichen als abgeschlossen angesehen werden. Den Energievorteilen dieses Systems stehen jedoch hohe Kapitalkosten gegenüber, durch die zur Zeit – trotz steigender Energiepreise – eine größere Verbreitung noch verhindert wird. Die Förderungsbemühungen sind gegenwärtig daher auf die Entwicklung und die Produktion geeigneter Absorptions- sowie Gas- und Diesel-Wärmepumpenanlagen für den Einsatz im Wohnhausbereich konzentriert.

Für die Anwendung der Gas- und Diesel-Wärmepumpe ist insbesondere die durch

die umwandlungsverlustfreie Energiezufuhr (im Vergleich zur Elektro-Wärmepumpe) erzielte höhere Primärenergieausbeute von 130 bis 170% (Elektro rund 100%) von Vorteil. Während größere derartige Wärmepumpeneinheiten mit einem vertretbaren Betriebsaufwand bereits im Einsatz sind, müssen für kleinere Leistungseinheiten für die Raumheizung noch die Entwicklungsarbeiten ausgewertet werden, um folgendes zu gewährleisten:

- Erreichung einer möglichst großen Primärenergieausbeute (Heizziffer 1,3 bis 1,6)
- Erzielung eines in diesem Anwendungsbereich vertretbaren geringen Wartungs- und Bedienungsaufwandes (jährlich eine Wartung)
- Sicherstellung einer wirtschaftlichen Anlagenlebensdauer (Gebrauchsdauer 12 bis 15 Jahre entsprechend

rund 25 000 bis 40 000 Betriebsstunden)

- Begrenzung der Geräusch- und Rauchgasemissionen (vergleichbar mit Feuerungsanlagen, Geräuschübertragung < 55 db(A), Rußzahl (Bacharach) < 3).

Die Vorteile der gasbetriebenen Wärmepumpen, bezogen auf den Primärenergieeinsatz, sind allen bekannt und im ersten Bild vergleichend gegenübergestellt.

Alle drei Wärmepumpen benötigen 100% Primärenergie, entweder im Kraftwerk oder bei Erdgas am Einsatzort. Im Kraftwerk gehen bekanntlich zwei Drittel als Abwärme verloren. Auch im Rahmen des noch zu erwartenden Ausbaus der Fernwärme wird sich dieser Verlust in bezug auf die Summe aller Kraft- und Heizkraftwerke wesentlich verringern. Der mittlere Stromerzeugungswirkungsgrad wird mit 33% angenommen.

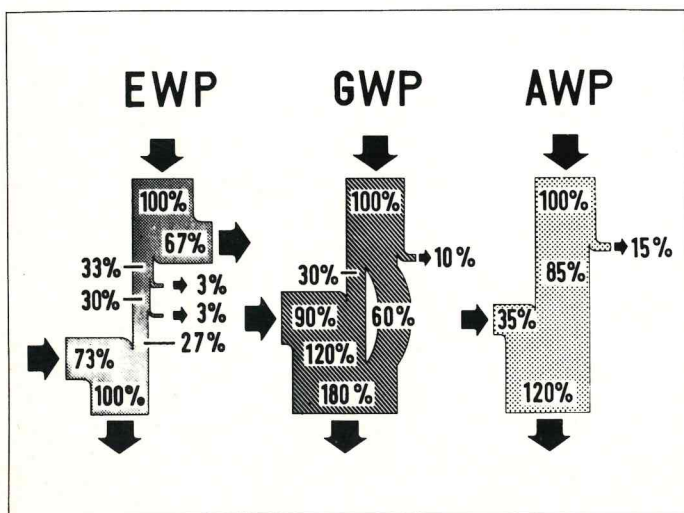
Auf dem Weg zum Verbraucher und im Elektromotor treten Verluste von jeweils 3% auf. Der Kompressor erhält demnach 27% der ursprünglich eingesetzten Energie. Die Wärmepumpe gewinnt 73% an Umweltwärme hinzu und stellt 100% Nutzwärme zur Verfügung. Auch wenn die Annahmen sich in Nuancen ändern, bleibt der Zusammenhang erhalten, daß die Leistung der elektrisch betriebenen Wärmepumpe in dieser Größenordnung den Verlust des Kraftwerksprozesses in etwa wieder ausgleicht.

Der Gasmotor führt der Wärmepumpe 30% an Antriebsenergie zu. Mit ihr werden 90% an Umweltwärme hinzugewonnen und 120% an Nutzwärme zur Verfügung gestellt. Die Abwärmenutzung wird durch nicht zu vermeidende Abgas- und Abstrahlungsverluste in Höhe von 10% geschmälert, so daß noch 60% nutzbar gemacht werden können. In der Summe werden aus 100% Einsatzenergie etwa 180% Nutzwärme für die Wärmeverbraucher.

Die Absorptionswärmepumpe erreicht nach thermodynamischen Regeln einen geringeren Zugewinn an Umweltwärme. Immerhin sind es noch 35%, so daß der Nutzwärmebetrag mit 120% noch deutlich den Energieeinsatz übertrifft. Dem Nachteil ihres geringeren Hinzugewinns steht der Vorteil gegenüber, daß sie bis auf eine problemlose Flüssigkeitspumpe nur aus Behältern, Rohrleitungen und Ventilen besteht und daher gute Voraussetzungen für Langlebigkeit und Wartungsfreundlichkeit besitzt.

Absorptionswärmepumpen

Einige Unternehmen, welche bereits seit Jahren Absorptions-Kaltwassersätze für Klimaanlage herstellen und vertreiben, haben jetzt auch eine Gas-Absorptionswärmepumpe in das Lieferprogramm aufgenommen. Eine Gas-Absorptionswärmepumpe arbeitet nach dem Absorptionsprinzip mit einem geschlossenen Kältemittel-



Primärenergetischer Vergleich verschiedener Wärmepumpenbauarten (Vergleichsbedingungen vgl. Text); EWP Elektromotor-, GWP Gasmotor-Kompressionswärmepumpe, AWP gasbefeuerte Absorptionswärmepumpe

kreislauf. Er entzieht der Umwelt (Grundwasser, Oberflächenwasser, Erdreich, Sonnenenergie, Luft) Wärme mit einer niederen Temperatur und „pumpt“ diese auf eine höhere nutzbare Temperatur. Im Gegensatz zur mechanischen Kompressions-Wärmepumpe arbeitet die Absorptionswärmepumpe ohne bewegliche Teile verschleißarm und wartungsfrei mit „thermischem Antrieb“. Die Geräte werden in 2 Ausführungen, Wasser/Wasser und Luft/Wasser, serienmäßig gefertigt. Sie sind mit allen notwendigen Regel- und Sicherheitsaggregaten ausgestattet, womit höchste Sicherheit und störungsfreier Betrieb gewährleistet sind.

Einen intensiven Wärmepumpenbetrieb ermöglicht ein neuartiger Wärmepumpen-Heizkessel, der nach dem bewährten Absorptions-

betrieb arbeitet. Bis zu einer Außentemperatur von $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ übernimmt die Gaswärmepumpe die Deckung des Wärmebedarfs (ca. 94% des Jahresenergiebedarfs), danach wird der integrierte „Gasheizkessel“ eingeschaltet.

Wichtiger noch als das Absorptionsprinzip ist bei dieser Konstruktion allerdings ein Vorteil, der sie von herkömmlichen Wärmepumpen noch deutlicher unterscheidet: die Integration von Pumpe und konventioneller Heizung. Beide Heizsysteme bilden eine Geräteeinheit, deren Elemente in Auslegung und Regelung optimal aufeinander abgestimmt sind. Durch diese Kombination entfällt ein separater Kessel. Vorteil: Außer der kostenlosen Umweltwärme wird nur eine Heizenergie gebraucht, und zwar Erdgas.

Die neuartige Wärmepumpe liefert als System auch an den kältesten Tagen die erforderliche Heizleistung. Und sie ist zudem so flexibel, daß sie sowohl für eine Niedertemperaturheizung (z.B. Fußbodenheizung) als auch für eine Radiatorheizung bis $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ (90/70 System) eingesetzt werden kann. Durch die Kombination von Wärmepumpe und konventioneller Heizung in einem System ergeben

sich für den Betreiber entscheidende Vorteile: Diese Gaswärmepumpe hat als System einen weitaus höheren Wirkungsgrad als die bisher übliche Ergänzung des vorhandenen Heizkessels durch ein Wärmepumpengerät. Durch die Nutzung der kostenlosen Umweltenergie erreicht die Gaswärmepumpe im Vergleich zu konventionellen Heizkesseln eine Energieeinsparung von 35 bis 45%.

Ebenfalls eine Neuerscheinung ist eine mit Öl oder Gas arbeitende Absorptionswärmepumpe. Diese Absorptionswärmepumpe ist kein Heizkessel und keine der heute üblichen Wärmepumpen. Sie hat trotzdem etwas von beiden Systemen; nämlich ein heizkesselähnliches Teil für den thermischen Antrieb, das genau wie ein Heizkessel mit Gas oder Öl betrieben werden kann, und Elemente, wie wir sie von üblichen Wärmepumpen kennen. Die Absorptionswärmepumpe ist so einbaufreudig wie ein Heizkessel; sie muß nur zusätzlich mit einem dazugehörigen Außenteil verbunden werden. Die Wärmepumpe zeichnet sich aus durch einfache Montage und ist im Betrieb so problemlos wie ein Heizkessel. Und sie spart:

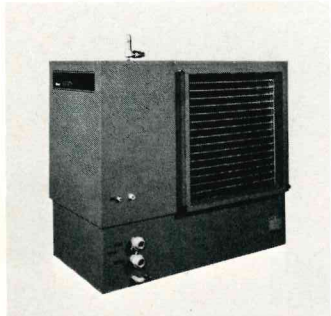
Nämlich rund ein Drittel der Primärenergie (Gas oder Öl), die von einem konventionellen Heizkessel benötigt wird.

Die Absorptionswärmepumpe kann Wärme aus der Außenluft bis zu einer Temperatur von etwa $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ nutzen. Bei noch tieferen Außentemperaturen arbeitet sie ähnlich wie ein Heizkessel. Diese Absorptionswärmepumpe ist geeignet, Heizkreise mit einer Vorlauftemperatur von maximal $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu versorgen. Tieferer Auslegungstemperaturen (Niedertemperaturheizung) können den ohnehin geringen Brennstoffverbrauch noch weiter senken.

Gas-Kompressionswärmepumpen

Die 11. ISH brachte als Neuerscheinung erstmals auch Gas-Kompressionswärmepumpen (Motor-Wärmepumpen) mit einem Leistungsbereich ab 21 kW. Das Funktionsprinzip dieser Wärmepumpen kann in etwa wie folgt beschrieben werden:

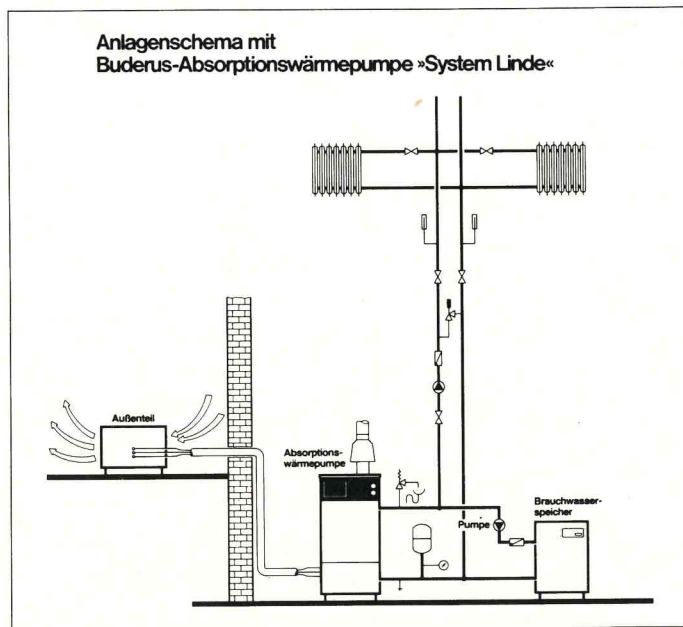
Die Primärenergie Gas oder Heizöl wird dem Verbrennungsmotor zugeführt. Durch den Verbrennungsvorgang im Motor wird Wärmeenergie und mechanische Energie erzeugt. Die mechanische Energie wird zum Antrieb des Kompressors der Wärmepumpe verwendet. Mit dem Wärmepumpenkreislauf wird über den Verdampfer dem Wasser die Wärmeenergie entzogen. Durch die Verdichtungsarbeit im Kompressor wird die aufgenommene Wärmeenergie auf ein höheres Temperaturniveau gehoben und über den Kondensator an das Heizungswasser abgegeben. Die im Verbrennungsmotor anfallende Wärme wird durch das Kühlwasser abgeführt und über den Kühlwasserwärmetauscher an das Heizungswasser übertragen. Ein großer Teil der Abgaswärme wird im Abgaswärmetauscher durch Abkühlung der Gase vom Heizungswasser aufgenommen. Der Energieverlust der Maschine infolge von Strahlung und Konvektion wird teilweise über den Di-



Gas-Absorptionswärmepumpe Luft/Wasser, Heizleistung 25, 32 oder 40 kW für bivalenten Heizbetrieb, Energieeinsparung ca. 35%. (Rekord Heizungs- und Klimageräte Ruckelshausen GmbH & Co. KG)



Eine Kombination zwischen Gas-Absorptionswärmepumpe und Heizkessel, Heizleistung 15/17 kW, bringt eine Energieeinsparung von 35 bis 45% (ASK Wärmepumpen GmbH/Ruhrgas AG)



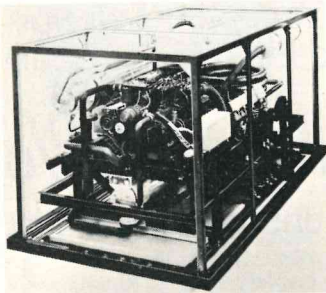
Die neuartige Öl/Gas-Absorptionswärmepumpe mit integriertem Heizkessel sorgt für Energieeinsparungen von 30 bis 35%. Heizleistung 20, 30 und 45 kW. (Buderus AG)

rektverdampfer zurückge-
wonnen.

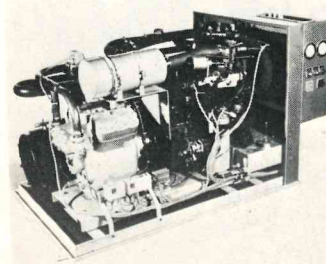
Die Wasser/Wasser-Wär-
mepumpe wird als Kompakt-
gerät geliefert, Verdampfer
und Kondensator sind einge-
baut (monovalenter Betrieb).

Bei der Luft/Wasser-Wär-
mepumpe wird der Verdamp-
fer separat geliefert (Splitbau-
weise) und an geeigneter
Stelle – innerhalb oder außer-
halb des Gebäudes – instal-
liert (bivalenter Betrieb). Die
niedrige und gleichmäßige
Motor-Drehzahl, die gleich-
bleibende Betriebstempere-
tur und der erschütterungs-
freie Lauf sorgen für eine lan-
ge Lebensdauer des Motors
und lange Wartungsintervalle.
Aus 100% Primärenergie
erzeugen diese Wärmepum-
pen bis zu 165% Heizenergie!
Mit Hilfe der Nachheizung mit
Motorkühlwasser und
Abgaswärmetauscher
ermöglichen diese Wärme-
pumpen Heizwasservorlauf-
temperaturen von 65 bis
70°C.

Eine Wärmepumpen-Kon-
struktion zeichnet sich aus



Eine Entwicklung aus Japan ist die „kleine“ Gas-Wärmepumpe mit einer Heizleistung von nur 21 kW, geeignet für Vorlauftemperaturen bis 70°C (Stulz GmbH, Wärmepumpen)



Diese Gas-Kompressionswär-
mepumpe mit PKW-Motor, Heizlei-
stung 38 bis 105 kW, wird bereits
serienmäßig hergestellt und bringt
eine Energieeinsparung bis zu
60% (Florian Bauer Wärmepum-
pen GmbH)

durch besonders vielfältigen
Einsatz. Durch die Nutzung
von Motor- und Abgaswärme
schafft diese eine höhere Vor-
lauftemperatur als herkömm-
liche Wärmepumpen. Dieser
Vorteil ermöglicht den Einsatz
nicht nur für die Niedertempe-
raturheizung (z.B. Fußboden-
heizung), sondern auch für
konventionelle Heizsysteme
(Radiatorheizung) und für die
Warmwasserbereitung. Da-
durch können diese Wärme-
pumpen ohne weiteres auch
in bestehende Heizungsan-
lagen installiert werden. Die
Möglichkeit, mehrere Wärme-
pumpen parallel zu schalten
(Kaskadenschaltung), bietet
interessante Lösungen auch
für größere Objekte.

Die Gas-Wärmepumpe ist
als Kompakteinheit konzi-
piert. Im Gehäuse sind auch
die erforderlichen Umwälz-
pumpen und Sicherheitsein-
richtungen (z.B. Ausdeh-
nungsgefäß und Überdruck-
ventil) untergebracht. Bei Luft
als Wärmequelle wird der Ver-
dampfer im Freien aufgestellt.
Dadurch ergeben sich räumli-
che Vorteile, aufwendige Luft-
kanäle entfallen. Das Gerät ist
völlig verkleidet und mit einer
Schalldämmung versehen
(Schallpegel im Heizungs-
raum max. 65 dB(A)). Körper-
schall und Vibration werden in
mehrfachen Schwingungs-
dämpfern absorbiert.

Gasbetriebene Kompres-
sions-Wärmepumpen kön-
nen monovalent eingesetzt
werden. Bei einer Radiatoren-
heizung mit Temperaturen

von 70/45°C wird der gesam-
te Wärmebedarf bis -15°C
von der Gas-Wärmepumpe
abgedeckt. Einige Geräte
sind handelsüblich mit Nenn-
heizleistungen von 33 bis 380
kW. Der Einsatzbereich der
Gas- und Dieselmotor-Wär-
mepumpen liegt ähnlich wie
bei den Elektromotor-Wärme-
pumpen. Der große Vorteil der
Gas- und Dieselmotor-Wär-
mepumpen gegenüber den
Elektromotor-Wärmepumpen
liegt darin, daß die Wasser-
vorlauf-Temperaturen we-
sentlich höher sein können.
Statt ca. 55°C liegen sie je
nach Anwendung und Ein-
stellung bei bis zu 90°C. Die-
se Temperaturen erreicht
man dadurch, daß zusätzlich
zur Wärmepumpenwärme
von maximal 55°C die Motor-
wärme und Abgaswärme von
maximal 90°C zur Verfügung
steht.

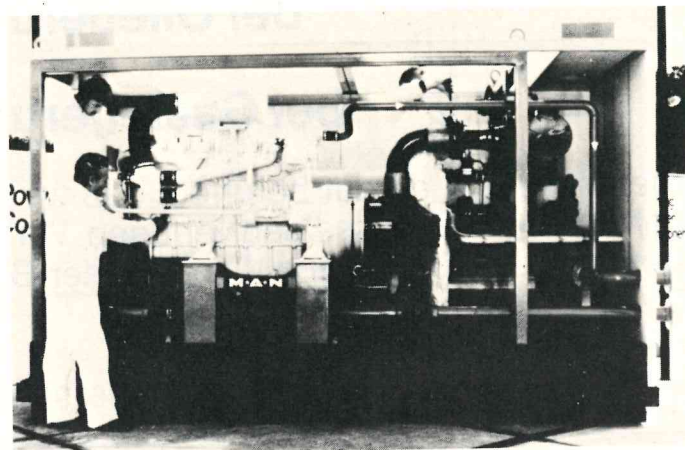
Durch die getrennten Wär-
metauscher können die Tem-
peraturen gemischt werden,
so daß eine Vorlauftemper-
atur von ca. 75°C erreicht wird,
oder man nimmt die Mo-
tor- und Abgaswärme zur
Brauchwarmwasser-Berei-
tung vorrangig und heizt da-
nach den Heizungsvorlauf
nach. Die Abgase liegen in
dem Bereich der gültigen
Emissionsschutzgesetze.
Der weit größere Vorteil der
Gas- und Dieselmotor-Wär-
mepumpen liegt jedoch in der
noch größeren Energieein-
sparung von bis zu 60%.

Zwei Unternehmen haben
auf dem Gebiet der verbren-

nungsmotorgetriebenen Wär-
mepumpen mit Heizleistun-
gen über 100 kW eine Zusam-
menarbeit vereinbart. Sie pro-
duzieren vormontierte Wär-
mepumpen-Module, beste-
hend aus Motor, Verdichter
und Wärmetauschern ein-
schließlich Steuerungs- und
Regelungstechnik mit Heiz-
leistungen von 100 bis 1000
kW. Die Wärmepumpenan-
lagen eignen sich für:

- Heizanlagen in Industrie-
und Gewerbebetrieben (be-
sonders günstig in Verbin-
dung mit der Nutzung von
Abwärme aus Prozessen)
- Heizanlagen oder Klima-
anlagen in Schulen, Kranken-
häusern, Verwaltungsgebäu-
den, Wohnhäusern, Wohn-
siedlungen, Hotels und Su-
permärkten, Schwimmbä-
dern usw.

Zu einer wirtschaftlich
arbeitenden Heizungsanlage
gehören nicht nur Wärme-
pumpen, sondern auch mo-
derne brennstoffsparende
Heizkessel, Wärmetauscher,
Warmwasserbereiter sowie
Steuer- und Regeleinrich-
tungen. Diese Wärmepumpen
mit Gas- oder Dieselmotoren
als Antrieb für den „Kältemit-
tel“-Verdichter sind für viele
Bedarfsfälle eine attraktive
Variante. Da auch die Wärme
aus dem Kühlwasser und
dem Abgas des Motors für
Heizzwecke genutzt werden
kann, kommt die eigentliche
Wärmepumpe mit einer nie-
drigeren Temperaturdifferenz
zwischen Verdampfer und
Verflüssiger aus. Dadurch
kann sie mit günstigerer Lei-
stungszahl betrieben werden.
Die Leistungsregelung erfolgt
durch Drehzahl-Variationen.
Vorteilhaft für die Amortisa-
tionsdauer der Wärmepum-
pen-Investition ist eine hohe
Jahresnutzung. Diese wird
erreicht, indem man die Lei-
stung der Motor-Wärmepum-
pe mit ca. 40 bis 60% der Wär-
mehöchstlast ansetzt. Die
Spitzenlast, die nur an weni-
gen Tagen im Jahr auftritt,
muß dann durch einen Heiz-
kessel gedeckt werden (biva-
lente Anlage). Dieser kann
gleichzeitig als Reservekes-
sel dienen. W.K.



Auch Gas-Wärmepumpen mit Heizleistungen von 100 bis 1000 kW zur
Beheizung von großen Gebäuden sowie für Industrie- und Gewerbe-
betriebe wurden vorgestellt (Viessmann Werke KG und MAN)