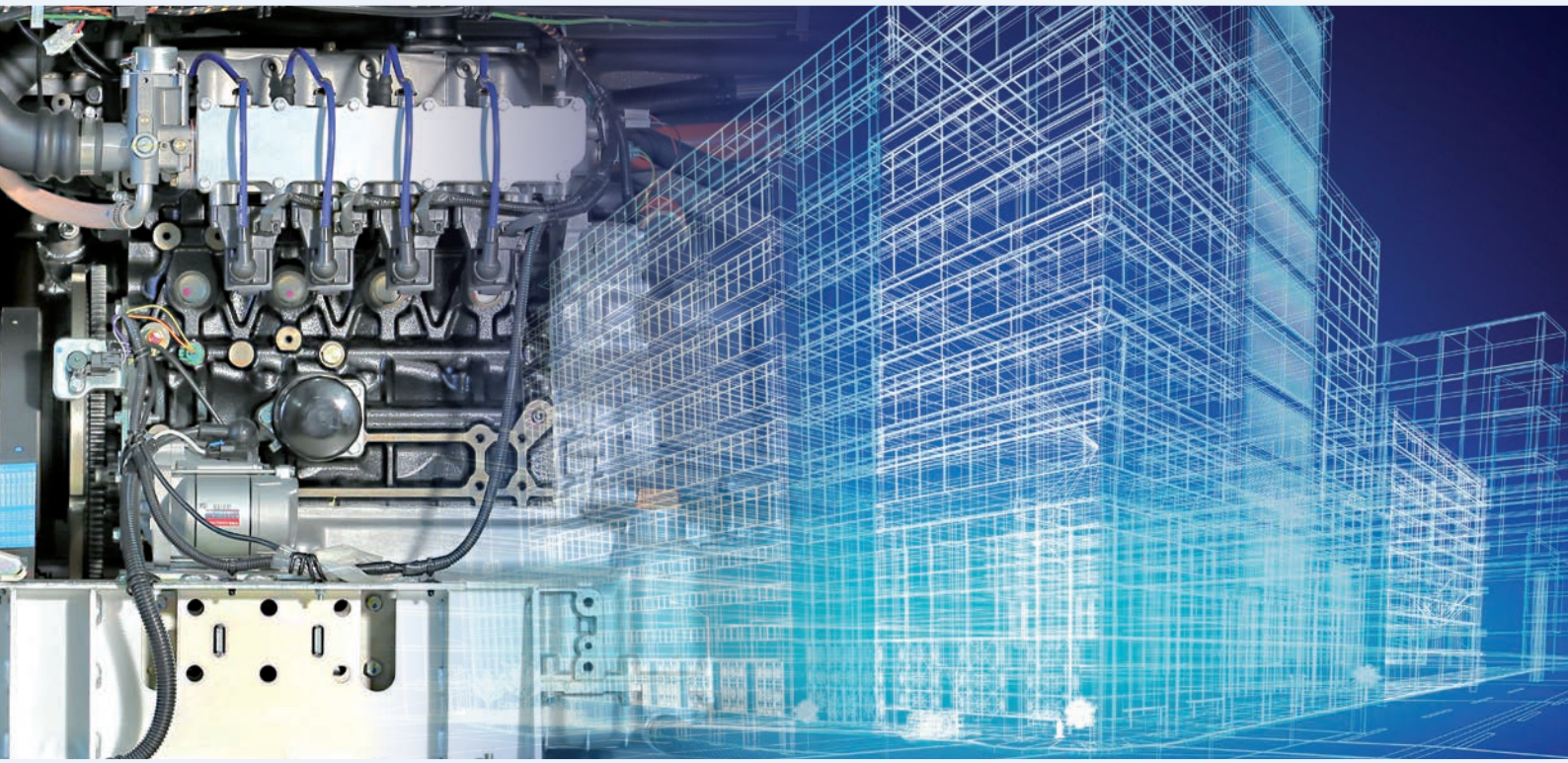
ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Gasmotorwärmepumpen in Industrie und Gewerbe



www.asue.de

Inhalt

1 | Effiziente Energieversorgung von Gebäuden **3**

2 | Technische Eigenschaften **4**
Vorteile 4
Einsatzbereiche 6
Energiebilanz – Vergleich 6
Funktionsprinzip 8
Wartung 9
Gasmotorwärmepumpe mit integriertem Wärmetauscher 10

3 | Planung **11**

4 | Einsatzmöglichkeiten **12**

5 | Praxisbeispiele **14**

6 | Hydraulik – Standardschaltungen **18**

7 | Formeln und Zahlen **24**

8 | Gesetzlicher Rahmen und Förderung **26**

9 | Informationsmaterial **27**

1 Effiziente Energieversorgung von Gebäuden

Zahlreiche Entwicklungen haben dazu geführt, dass das Interesse an Gasmotorwärmepumpen in den letzten Jahren stark zugenommen hat. Die Verwendung von Baustoffen wie Glas, Metall und Kunststoff statt Beton haben zur Folge, dass insbesondere Zweckbauten klimatisiert werden müssen. Die Forderung nach dauerhaft luftdichten Gebäudehüllen und der damit verbundene Entfeuchtungsbedarf sowie verschärfte gesetzliche Anforderungen tragen ebenfalls zu einem erhöhtem Lüftungs- und Klimatisierungsbedarf bei.

Der Einsatzbereich von Gasmotorwärmepumpen reicht von der Gebäudeheizung über die Warmwasserbereitung und Klimatisierung bis hin zur Kühlung und Entfeuchtung. Sie können in Neubauten und Bestandsgebäuden eingesetzt und allein oder mit anderen Wärme- oder Kälteerzeugern betrieben werden.

Die vorliegende Broschüre richtet sich insbesondere an Planer, Heizungsbauer, Architekten, technische Entscheidungsträger, Energieberater und Facility Manager, die schwerpunktmäßig Immobilien mit einer Nahwärmeversorgung ab ca. 26 KW (Mehrfamilienhäuser, Gewerbe- und Industriebauten etc.) betreuen und die Gasmotorwärmepumpe, die bezüglich des Primärenergieeinsatzes eines der derzeit effizientesten Heizsysteme darstellt, einplanen wollen. Die Broschüre befasst sich schwerpunktmäßig mit Gasmotorwärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen. Dieses System ist am häufigsten im Markt verbreitet.

Auf den folgenden Seiten werden die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Gasmotorwärmepumpe detailliert dargestellt.

2 Technische Eigenschaften

Vorteile der Gasmotorwärmepumpe

Gasmotorwärmepumpen nutzen zum Antrieb des Wärmepumpenkompressors einen Gasmotor (z. B. Otto-Motor). Die Abwärme des Motors wird zusätzlich genutzt, so dass eine Kombination aus Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpe, Brennwertnutzung und Primärenergienutzung eingesetzt wird. Diese Kombination sorgt für hohe Jahresnutzungsgrade von etwa 130 bis zu 160 Prozent. Der Betrieb einer Gasmotorwärmepumpen-Anlage mit kombinierter Kühl- und Heizfunktion reduziert die Investitionskosten gegenüber getrennter Wärme- und Kälteerzeugung für das gesamte System erheblich.

Die ursprünglich deutsche Entwicklung wurde in Japan in den letzten 30 Jahren ständig weiterentwickelt und ist seit 10 Jahren wieder auf dem deutschen Markt zu finden. Es handelt sich um eine etablierte Technik, von der weltweit bereits mehr als eine Millionen Geräte unterschiedlicher Hersteller im Einsatz sind.

Vorteile Heizen

- Effizientes Heizen und Kühlen mit nur einem System möglich
- Geringe elektrische Leistungsaufnahme
- Hohe Energieeinsparung
- Hohe Heizstabilität auch bei tiefen Außentemperaturen
- Sehr kurze Abtauphasen im Vergleich zu elektrischen Luft/Wasser-Wärmepumpen
- Geringe CO_2-Emissionen
- Niedriger Primärenergiefaktor
- Anerkannt gemäß Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) als Ersatzmaßnahme
- Individuell kombinierbar mit weiteren Heizsystemen
- Große Leistungen durch Gerätekaskaden möglich
- Rückerstattung der Energiesteuer
- Betrieb mit Bio-Erdgas möglich

Vorteile Kühlen

- Durch Auskopplung der Motorabwärme Kühlen und Heizen parallel möglich
- Minimale elektrische Leistungsaufnahme gegenüber konventioneller Klimatisierung
- Energieeinsparung gegenüber konventioneller Klimatisierung
- Gesplitteter Anlagenaufbau, insofern keine Frostschutzmaßnahmen notwendig
- Direkte Nutzung der Motorabwärme möglich
- Nutzung der Motorabwärme wird nach EEWärmeG als Ersatzmaßnahme für den notwendigen Anteil regenerativer Energien anerkannt
- Geringe CO_2-Emissionen

Hohe Regelgenauigkeit

Die Leistung von Gasmotorwärmepumpen kann über die Drehzahlregelung stufenlos an die geforderte Leistung des Objektes angepasst werden. Dabei dienen Außen- und Innentemperatur sowie der eingestellte Sollwert als Eingangsgrößen für die Anpassung der Drehzahl. Das sichert die exakte Einhaltung der jeweiligen Raumtemperatur und eine hohe Effizienz der Anlage.

Geräuscharmer Betrieb

Durch niedrige Motordrehzahlen, Abgasschalldämpfung sowie der schwingenden Lagerung ist die Geräuschentwicklung der Gasmotorwärmepumpen geringer, als bei elektrischen Systemen [ca. 50 bis 62 dB(A)].

Zuverlässigkeit

Durch die erprobte, optimierte Motorentechnik und bewährte Komponenten arbeiten die seit mehr als 20 Jahren auf dem japanischen Markt eingesetzten Gasklimageräte sehr zuverlässig.

Lange Wartungsintervalle

Der Einsatz von langlebigem Motoröl, der geringe Ölverbrauch sowie große Ölvorratsbehälter ermöglichen Wartungsintervalle von 10.000 Betriebsstunden. (Herstellerangaben)

Einsatzbereiche

Eine Besonderheit der Gasmotorwärmepumpe ist das Angebot von vier unterschiedlichen Temperaturniveaus:

- Verdampferwärme
  10 °C und tiefer,
  je nach Wärmequelle
- Kondensatorwärme
  aus dem Wärmepumpenprozess,
  40 bis 50 °C
- Kühlwasserabwärme
  des Gasmotors ca. 65 °C
- Sensible Wärme
  aus dem Abgas des Gasmotors,
  ca. 600 bis 100 °C

Die unterschiedlichen Temperaturniveaus erlauben vielfältige **Anwendungen** von Gasmotorwärmepumpen:

- Gebäudebeheizung
- Warmwasserbereitung
- Klimatisierung
- Kühlung
- Entfeuchtung
- Gewerbekühlung

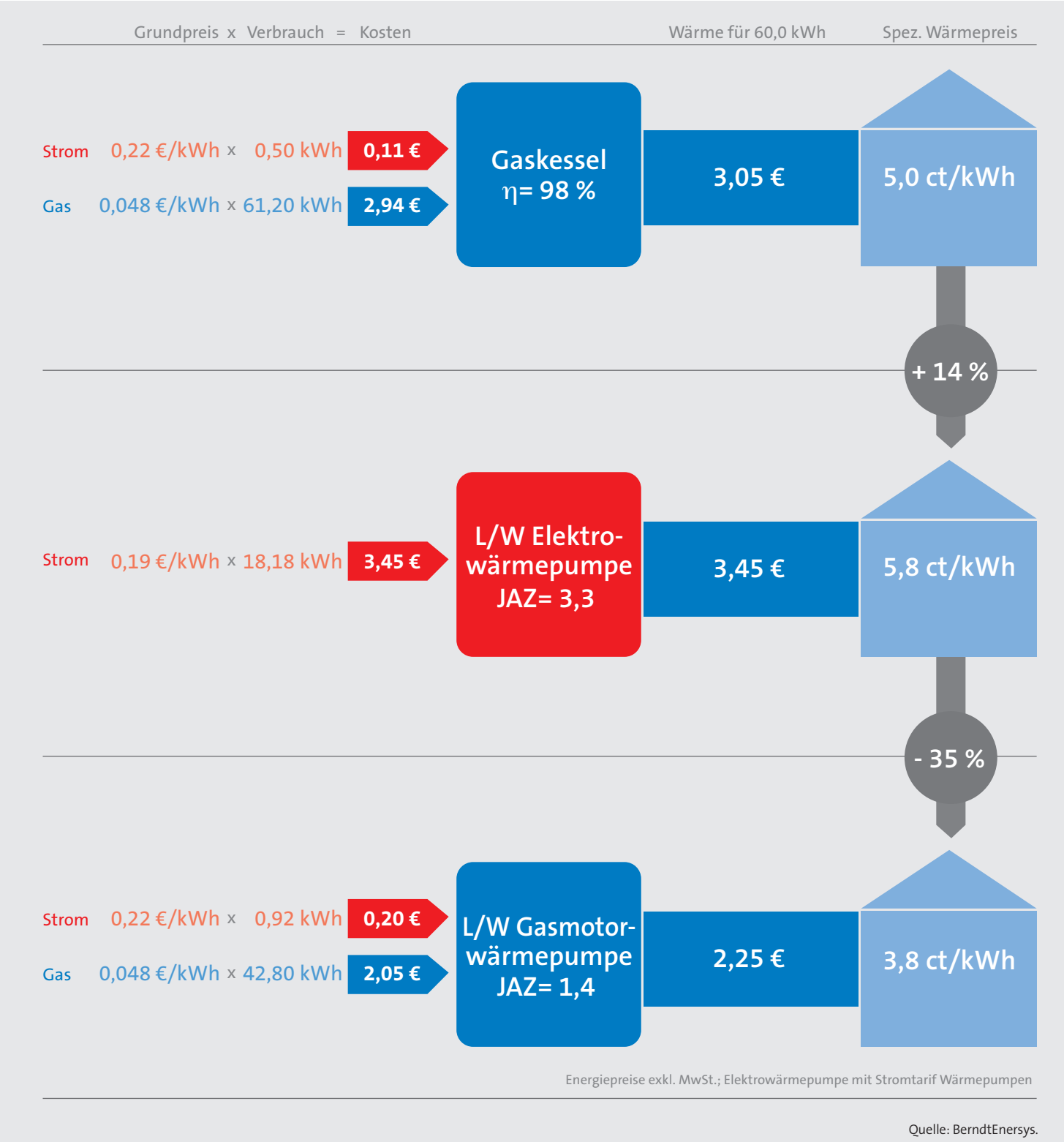
Gasmotorwärmepumpen können zur Nachrüstung, Sanierung oder im Neubau eingesetzt werden.

Bei Luft-Wasser-Gasmotorwärmepumpen bietet es sich an, das bereits abgekühlte Abgas zusätzlich über den Verdampfer zu leiten. Zugute kommen den Gaswärmepumpen die enormen Fortschritte bei der Entwicklung von Gasmotoren aufgrund der Erfahrungen bei Blockheizkraftwerken. So konnte beispielsweise der Motorwirkungsgrad von Magermotoren um bis zu 15 Prozent angehoben werden. Gleichzeitig sind die Anschaffungskosten wegen des zunehmenden Wettbewerbs spürbar gefallen. Besonders bedeutsam ist die Kostendegression bei den Regel- und Vollwartungskosten. Innerhalb der letzten 15 Jahre haben sich diese um bis zu 50 Prozent reduziert.

Energiebilanz – Vergleich

Gaswärmepumpen setzen als Antriebsenergie (Primärenergie) Erdgas ein, das fast ohne Umwandlungsverluste direkt beim Verbraucher zur Verfügung steht. Dadurch sind Gaswärmepumpen den meisten anderen Beheizungssystemen in der Gesamtenergiebilanz überlegen.

Gasmotorwärmepumpen bieten primärenergetisch betrachtet ähnliche Vorteile (Primärenergieeinsparung, CO_2-Minderung) wie ein Blockheizkraftwerk gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme: Sowohl die Motor- als auch die Abgas-Abwärme des Gasmotors stehen an Ort und Stelle zur Nacherwärmung des Heizmediums zur Verfügung. Die beim Einsatz einer strombetriebenen Wärmepumpe anfallenden Verluste durch nicht genutzte Abwärme im Kraftwerk sowie Verteilverluste fallen beim Einsatz einer Gasmotorwärmepumpen nicht an.


Grundpreis x Verbrauch = Kosten
Wärme für 60,0 kWh
Spez. Wärmepreis
Strom 0,22 €/kWh x 0,50 kWh 0,11 €
Gas 0,048 €/kWh x 61,20 kWh 2,94 €
Gaskessel η= 98 %
3,05 €
5,0 ct/kWh
+ 14 %
Strom 0,19 €/kWh x 18,18 kWh 3,45 €
L/W Elektro-wärmepumpe JAZ= 3,3
3,45 €
5,8 ct/kWh
- 35 %
Strom 0,22 €/kWh x 0,92 kWh 0,20 €
Gas 0,048 €/kWh x 42,80 kWh 2,05 €
L/W Gasmotor-wärmepumpe JAZ= 1,4
2,25 €
3,8 ct/kWh
Energiepreise exkl. MwSt.; Elektrowärmepumpe mit Stromtarif Wärmepumpen
Quelle: BerndtEnersys.

Funktionsprinzip

Die Verteilung von Wärme und Kälte im Gebäude erfolgt bei Gasmotorwärmepumpen entweder über Kältemittelkreisläufe oder Wasserkreisläufe. In Deutschland, wo mehr als die Hälfte der Geräte im Gebäudebestand installiert wird, dominieren die Wasserkreisläufe. Diese Broschüre befasst sich daher schwerpunktmäßig mit der hydraulischen Einbindung von Gasmotorwärmepumpen im Gebäude – insbesondere mit Warmwasserverteilsystemen. Analog zur Einbindung von Heizkesseln, Thermen oder Blockheizkraftwerken sind hierbei zu beachten:

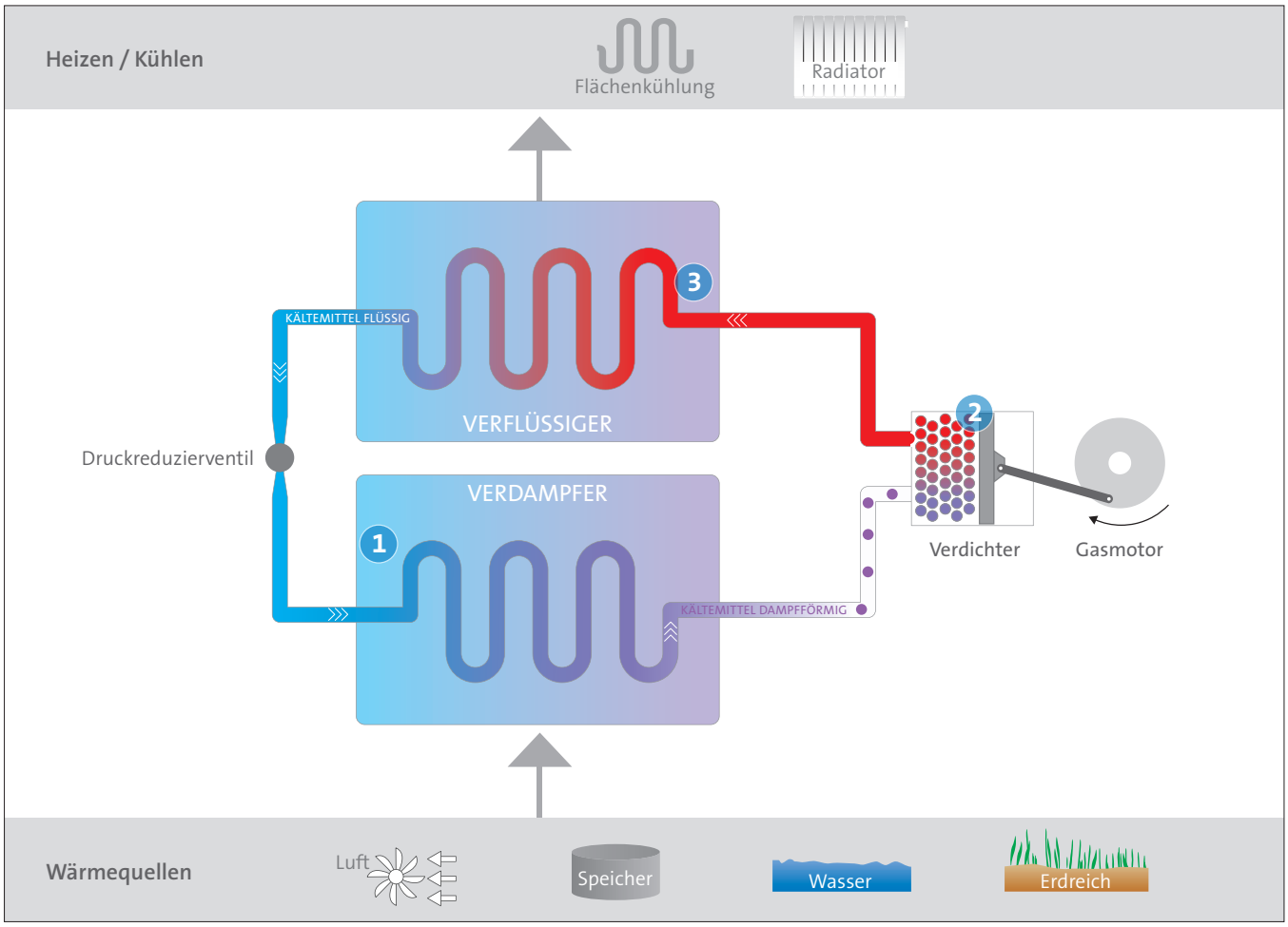
- Druckniveaus
- Temperaturniveaus
- Leitungsquerschnitte
- Strömungsgeschwindigkeiten und -geräusche
- die Einbindung von Speichern für Wärme und ggf. auch Kälte
- die Kombination von Gaswärmepumpen mit Thermen und Speichern
- die Trinkwassererwärmung

1 In einer Gasmotorwärmepumpe durchströmt flüssiges Kältemittel den **Verdampfer**, nimmt dort bei niedrigem Druck und bei niedriger Temperatur Wärme auf und verdampft.

2 Der Kältemitteldampf gelangt dann in den **Verdichter**, in dem er auf einen höheren Druck bei gleichzeitigem Temperaturanstieg verdichtet wird.

3 Im **Verflüssiger** gibt das dampfförmige Kältemittel die Wärme an das Heizsystem ab, kondensiert und wird in einem Druckreduzierventil auf ein niedriges Druck- und Temperaturniveau entspannt.

Der Kältemittelkreislauf ist geschlossen und der Prozess beginnt von vorne.

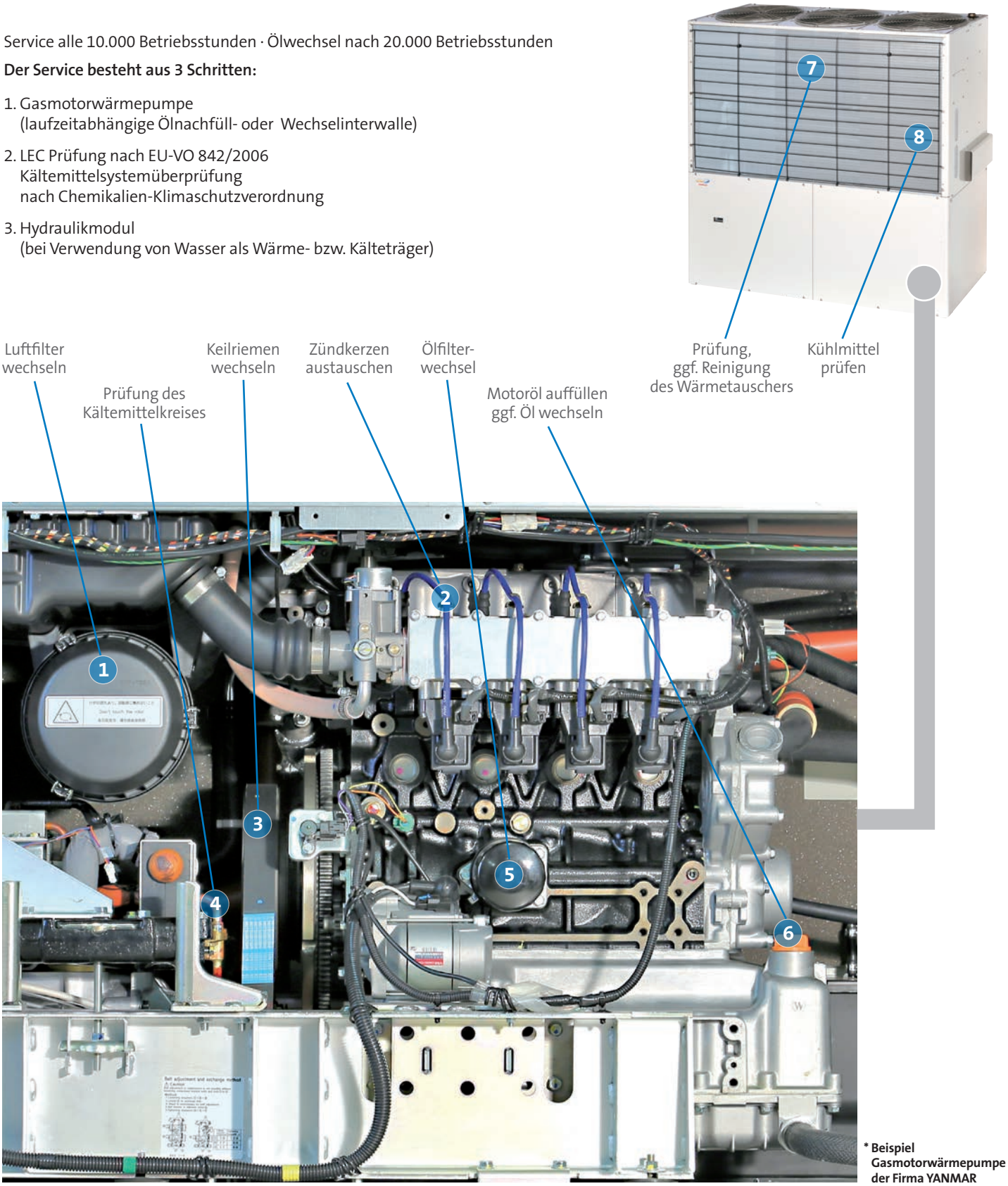


Wartung*

Service alle 10.000 Betriebsstunden · Ölwechsel nach 20.000 Betriebsstunden

Der Service besteht aus 3 Schritten:

1. Gasmotorwärmepumpe
   (laufzeitabhängige Ölnachfüll- oder Wechselinterwalle)
2. LEC Prüfung nach EU-VO 842/2006
   Kältemittelsystemüberprüfung
   nach Chemikalien-Klimaschutzverordnung
3. Hydraulikmodul
   (bei Verwendung von Wasser als Wärme- bzw. Kälteträger)



*** Beispiel Gasmotorwärmepumpe der Firma YANMAR**

Gasmotorwärmepumpe mit integriertem Wärmetauscher

Die von KKU und der Firma Yanmar (Osaka, Japan) gemeinsam entwickelte erste Gasmotorwärmepumpe mit integriertem Wärmetauscher wurde von der ASUE mit dem Preis der deutschen Gaswirtschaft für Innovation und Klimaschutz in der Kategorie Produkte ausgezeichnet. Sie ermöglicht es, die Außeneinheit direkt an ein wasserführendes System anzuschließen. Die Gasmotorwärmepumpe kann die Heiz- und Kühlleistung modulierend anpassen und sie in einem Wassertemperaturbereich von +6 °C bis +50 °C direkt an das Wassernetz überführen. Bei einer Heizleistung von 65 kW und einer Kälteleistung von 71 kW beträgt die elektrische Leistungsaufnahme der Gasmotorwärmepumpe beim Kühlen 1,66 kW und beim Heizen 1,51 kW. Während ein Motorwartungsintervall 10.000 Betriebsstunden ausmacht, ist ein Motorölwechsel erst nach 20.000 Betriebsstunden erforderlich. Das ausgezeichnete Gerät ist auf Weiterentwicklung ausgelegt: Höhere Leistungsklassen und der Einsatz des klimafreundlichen Kühlmittels Propan stehen bereits auf der Agenda.

Fakten im Überblick:

- Heizen und Kühlen mit integrierter Wärmerückgewinnung im wassergeführten System
- keine Installation von Kältemittelleitungen
- kein Kältemittel im Gebäude
- kleinere Kältemittelfüllmengen
- Leistungsanpassung durch modulierenden Betrieb
- Performancesteigerung
- bester Wirkungsgrad im Teillastverhalten
- energieeffizient, CO_2-Einsparung
- integrierbar in Bestandsanlagen
- kaskadierbar (große Leistung)
- einfache und kostengünstige Installation
- gleichzeitiges Heizen und Kühlen möglich

Technische Daten:

Kältemittel:	R410A
Kälteleistung:	71 kW
Heizleistung:	65 kW
Elektr. Aufnahmeleistung	
Kühlen:	1,66 kW
Heizen:	1,51 kW
Wartungsintervalle:	
Motor	alle 10.000 h
(Motorfilter, Luftfiltereinsatz, Zündkerze, Dichtung Abgaskondenswasserfilter, Ölauffangmatte im Abgas)	
Ölwechsel	alle 20.000 h

3 Planung

Planungsgrundlage für Gasmotorwärmepumpen

1. Ihre Anschrift / Rechnungsadresse

Name

Straße HS-Nr.

PLZ Ort

Tel.-Nr.

2. Standort des Gebäudes (falls nicht wie Anschrift)

Straße HS-Nr.

PLZ Ort

3. Das Gebäude*

☐ Gewerbe ☐ Wohneinheiten

☐ Neubau ☐ Altbau Bj.

Anzahl der Wohneinheiten Nutzeinheiten Gewerbe

4. Wärmebedarf kW Nutzfläche m^2

5. Kältebedarf kW Nutzfläche m^2

6. Trinkwasserbedarf Liter/Tag

7. Gebäudekenndaten

Wohnfläche/Gewerbefläche m^2

Lüftungsanteil m^3/h

Raumhöhe m

Heizgrenztemperatur °C

Neubau ☐ Bestand ☐ EnEV 2009 ☐ oder älter ☐

Heizenergiebedarf kWh/m^2a

Glasanteil gering ☐ mittel ☐ hoch ☐

8. Benutzungsstruktur

Winterbetrieb (Benutzungsstunden) Heizen h Kühlen h

Sommerbetrieb (Benutzungsstunden) Heizen h Kühlen h

9. Gebietsstruktur

☐ Wohngebiet ☐ Mischgebiet ☐ Gewerbegebiet

4 Einsatzmöglichkeiten

Wärmequellen für Gasmotorwärmepumpen

Wärmeleistungsbereich 26 bis 80 kW Einsatzbereiche: Gewerbe und Industrie	
Externe Wärmequellen	Temperaturniveau
Außenluft	-18 bis 25 °C
Erdreich	-5 bis 10 °C
Grundwasser	8 bis 12 °C
Oberflächenwasser	2 bis 15 °C
Erdsonden	7 bis 12 °C
Solarthermie	ab 3 °C
Interne Wärmequellen	
Abluft	20 bis 30 °C
Abwasser	25 bis 35 °C
Kühlwasser aus technischen Prozessen	20 bis 50 °C

Beispiele für den Einsatz von Gasmotorwärmepumpen

- Hotels / Restaurants
- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Kundenzentren (z. B. Banken, Versicherungen)
- EDV-Räume
- Gewerbebetriebe
- Ladenlokale/Supermärkte
- Einkaufszentren, Kaufhäuser, Autohäuser
- Ausstellungs- und Veranstaltungsräume
- Krankenhäuser
- Kühlräume
- Verfahrenstechnik (z. B. Heizen und Kühlen bei Produktionsprozessen)

Heizen und Kühlen mit einem System

Gegenüber der Kombination aus öl- oder gasbefeuerten Wärmeerzeugern zum Heizen und für die Warmwasserbereitung sowie einer elektrisch betriebenen Anlage zur Kühlung, reduziert sich der Anlagenaufwand beim Einsatz einer Gasmotorwärmepumpe auf einen Energieerzeuger. Dieses führt zu geringeren Investitionskosten und reduziert die Gesamtkosten für die Wärme- und Kälteversorgung.

Einbindung in bestehende Kreisläufe

Gasmotorwärmepumpen können für die Kühlung mit einem Kältemittelkreislauf (VRF-Systeme) ebenso wie für Systeme mit Wasser als Wärme- und Kälteträger eingesetzt werden. In beiden Fällen bestehen die Anlagen aus einem Außenteil und mehreren Innengeräten. Bei wassergeführten Systemen bildet eine Hydraulik-Übergabestation die Schnittstelle zwischen dem Kältemittelkreislauf vom bzw. zum Außengerät und dem Wasserkreislauf, an den die Innengeräte angeschlossen sind.

5 Praxisbeispiele

FLICK FASHION GROUP FREUDENBERG

HERAUSFORDERUNG

Schaffung eines optimalen Energiesystems

Das Ziel dieses Projektes war es, ein gelungenes Gesamtkonzept für eine ressourcenschonende und energieeffiziente Kälte- und Wärmeerzeugung zu entwickeln und zu verbauen. Der vorhandene Verkaufsraum am Standort Freudenberg mit ca. 2700 m² wurde im Zuge der Sanierung um ca. 1100 m² erweitert, der Bürotrakt aufgestockt und das gesamte Gebäude umfangreich saniert. Während der Planungsgespräche wurde das Grundkonzept von elektrisch betriebenen Wärmepumpen und einer modernen Gasheizung, in eine wirtschaftlich vorteilhafte Lösung mit gasmotorisch betriebenen Wärmepumpen umgewandelt.

Produkte	3 x Gasmotorwärmepumpe mit Motor-WRG, 1 x KKU VRF-Hydrobox, 1 x KKU RLT-Kit, 23 x Innengeräte
Kälteleistung	2 x 85 kW, 1 x 71 kW
Heizleistung	2 x 95 kW, 1 x 80 kW (zzgl. 30 kW Motor-WRG)
Baufläche	5.000 m²
Einsparungen	ca. 10.000 € / Jahr
Ansprechpartner	Christian Tille, christian.tille@kku-concept.de

LÖSUNG

Mischsysteme als energieeffiziente Lösung

Kühlen und Heizen, Wärmerückgewinnung und wesentlich weniger Energieverbrauch – das sind die Merkmale, die die Leistungen des innovativen Energiekonzeptes mit Gasmotorwärmepumpen beschreiben. Zwei YANMAR Gasmotorwärmepumpen versorgen als VRF-Anlagen die Direktverdampfer-Innengeräte und sind mit Kanalgeräten und Textilschläuchen verbunden um zugfrei Wärme und Kälte in die Verkaufsräume und Büros zu leiten. Der variable Kältemittelmassenstrom, der bei diesem System als Energieträger zum Einsatz kommt, bietet den Vorteil, dass das Kältemittel maximale Effizienz bei minimalen Energieübertragungsverlusten bietet. Eine der beiden Gasmotorwärmepumpen besitzt zusätzlich eine Wärmerückgewinnung, um die Motorabwärme in einem Heizwasserspeicher zur Verfügung zu stellen. Außerdem wurde eine KKU-VRF-Hydrobox an die Anlage angeschlossen, die als Wärmepumpe die Warmwasserbereitung für die verbauten statischen Heizflächen unterstützt. Dieses effiziente Mischsystem bietet den Vorteil, dass im Kühlbetrieb die aus der Motorwärmerückgewinnung entstandene Energie für die statischen Heizflächen genutzt werden kann.

ERGEBNIS

Zukunftsorientierte Kostenreduzierung dank eines schlüssigen Gesamtkonzeptes

Der Einsatz einer monovalenten Wärmepumpenanlage mit der maximalen Ausschöpfung des Energieträgers Erdgas in Form der kostenlosen Motorabwärme, ist ein Beispiel für ein gelungenes Gesamtkonzept, das die KKU Concept erarbeitete und gemeinsam mit dem Anlagenbau der Eschenfelder KKU umsetzte. Durch die gewählten Systeme wurden die rechtlichen Anforderungen gemäß EnEV und EEWärmeGesetz erfüllt und zeitgleich die Anzahl der Erzeugereinheiten reduziert. Die KKU schaffte auch bei diesem Projekt ein Energiesystem für Mensch und Umwelt.

BOLCKMANS SCHWALMTAL

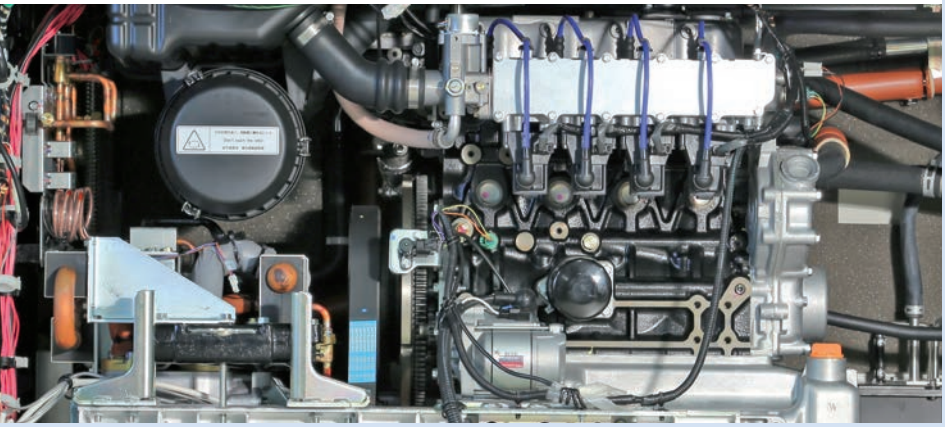
HERAUSFORDERUNG

Gewinner des Preises der deutschen Gaswirtschaft für Innovation und Klimaschutz 2014

Der Generalunternehmer Bolckmans in Schwalmtal ist wegweisend für Gebäude mit einem Höchstmaß an Effizienz, sowohl ökonomisch als auch ökologisch. Für die Kühlung und Heizung des Neubaus des Firmenhauptsitzes sollte eine Technik gefunden werden, die sich optimal mit diesen Werten deckt. Die weltweit bereits bewährte YANMAR Gasmotorwärmepumpe mit integriertem Wärmetauscher kommt hier in Deutschland erstmals zum Einsatz.

Produkte	1 x Gasmotorwärmepumpe mit integr. Wärmetauscher 1 x Pufferspeicher
Kälteleistung	71 kW
Heizleistung	65 kW
Baufläche	1.180 m²
Wettbewerb	Elektrowärmepumpe
Energiekosteneinsp.	25 %
EnEV, EEWärmeG	Erfüllt
Ansprechpartner	Alexander Maier, alexander.maier@kku-concept.de

BOLCKMANS SCHWALMTAL



LÖSUNG

Ein innovatives Klimasystem ohne jegliche Kältemittel im Gebäude

Die Klimatisierung in dem Neubau des Firmenhauptsitzes in Schwalmtal erfolgt über eine Gasmotorwärmepumpe mit integriertem Wärmetauscher in monovalenter Ausführung und einem Pufferspeicher zur Vergrößerung des Netzvolumens. Die Kompaktmaschine bietet den Vorteil, dass der komplette Kältekreislauf in der Außeneinheit integriert ist. Die Außeneinheit wird also direkt an ein wassergeführtes System angeschlossen und eine zusätzliche Installation von Kältemittelleitungen ist nicht notwendig. Heizen und Kühlen erfolgt bei dieser Technik mit Hilfe von integrierter Wärmerückgewinnung im wassergeführten System. Zusätzlich bietet dieses System eine hohe Wirtschaftlichkeit, da nur sehr geringe Energiekosten entstehen und ein ökologisch wertvoll geringer CO_2-Ausstoß erreicht wird.

ERGEBNIS

Ein durchdachtes Konzept mit optimaler integrationeffizienter Techniken

Die von der ASUE (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.) preisgekrönte Innovation der Gasmotorwärmepumpe mit integriertem Wärmetauscher, deckt sich optimal mit der Philosophie der Firma Bolckmans, stets auf ein Höchstmaß an Effizienz zu achten. Zusätzlich wurden alle Vorgaben der aktuellen Gesetzeslagen bezüglich EnEV und EEWärme- Gesetz eingehalten, was zur vollsten Zufriedenheit des Kunden führte.

SANACORP SAARBRÜCKEN

HERAUSFORDERUNG

Konstante Temperaturverhältnisse zu jeder Tageszeit

Bei der Sanierung der Lüftungsanlage des Pharmazeutischen Großhandels Sanacorp wurde die KKU vor eine besondere Herausforderung gestellt. Der gesamte Umbau der Anlage wurde im laufenden Geschäftsbetrieb vorgenommen. Vom Austausch eines Kessels bis hin zur Nachrüstung der Kühlung, wurden alle Maßnahmen ergriffen, um Wärme und Kälte zugfrei in die Lagerhalle zu bringen. Ein wichtiger Aspekt bei der Konzeptionierung war, die Sicherstellung einer zuverlässigen Temperaturregelung, die für eine sachgerechte Lagerung von Medikamenten zwingend gegeben sein muss.

LÖSUNG

Perfekt abgestimmte Klimatisierung und luftiger Komfort in Rekordzeit

Die Klimatisierung der Sanacorp Niederlassung in Saarbrücken wird über sechs Yanmar Gasmotorwärmepumpen im Zusammenspiel mit vier KKU RLT Kits erreicht. Zusätzlich wurden neun Umluft-Innengeräte verbaut, bei denen ein variabler Kältemittelmassenstrom als Energieträger zum Einsatz kommt, um Spitzenleistungen aufzufangen. Bei diesem System erfolgt das Aufheizen, Abkühlen und Entfeuchten direkt und ohne Zeitverlust. Über die verbauten KKU RLT Kits wurden die Yanmar Gasmotorwärmepumpen an die bestehende zentrale Lüftungsanlage angeschlossen. Das System bietet eine hohe Wirtschaftlichkeit, da nur sehr geringe Energiekosten entstehen und ein ökologisch wertvoll geringer CO_2-Ausstoß erreicht wird.

ERGEBNIS

Ein durchdachtes Konzept das auf ganzer Linie überzeugt

Für die Firma Sanacorp stand eine energieeffiziente und -sparende Klimatisierungsmöglichkeit, sowie die konstante Temperaturregelung an oberster Stelle. Die externe Steuerung der Anlage über eine Modbusschnittstelle bringt in diesem Zusammenhang nur Vorteile mit sich. Um eine optimale Klimatisierung zu gewährleisten, können alle Parameter der verbauten Energieanlage rund um die Uhr überwacht und angepasst werden - eine perfekte Klimatisierungslösung für die Lagerung von temperatursensiblen Medikamenten.

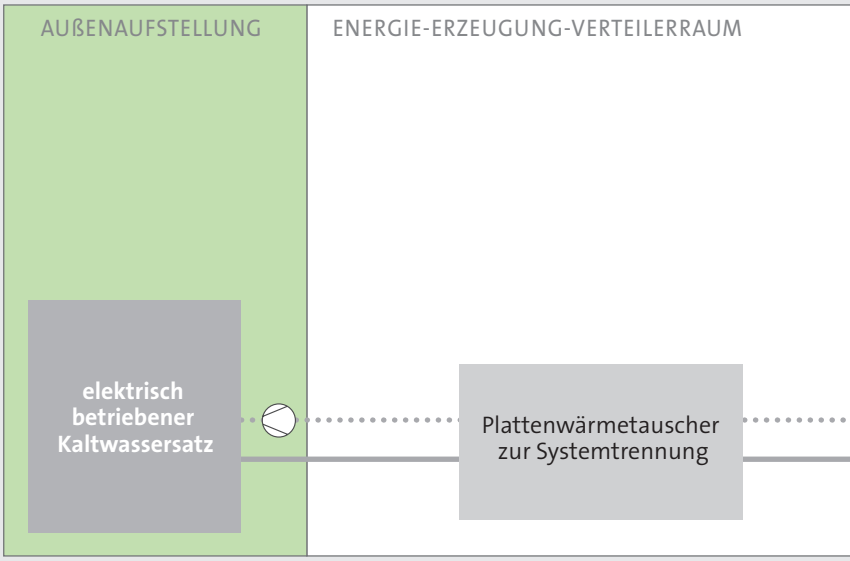
Produkte	6 x Gasmotorwärmepumpen, 4 x KKU RLT Kits, 9 x Innengeräte
Kälteleistung	510 kW
Heizleistung	570 kW
Baufläche	7.200 m²
Wettbewerb	Kaltwassersatz und Kessel
Energiekosteneinsp.	35%
EnEV, EEWärmeG	Erfüllt
Ansprechpartner	Sven Schwarze, sven.schwarze@kku-concept.de

6 Hydraulik – Standardschaltungen

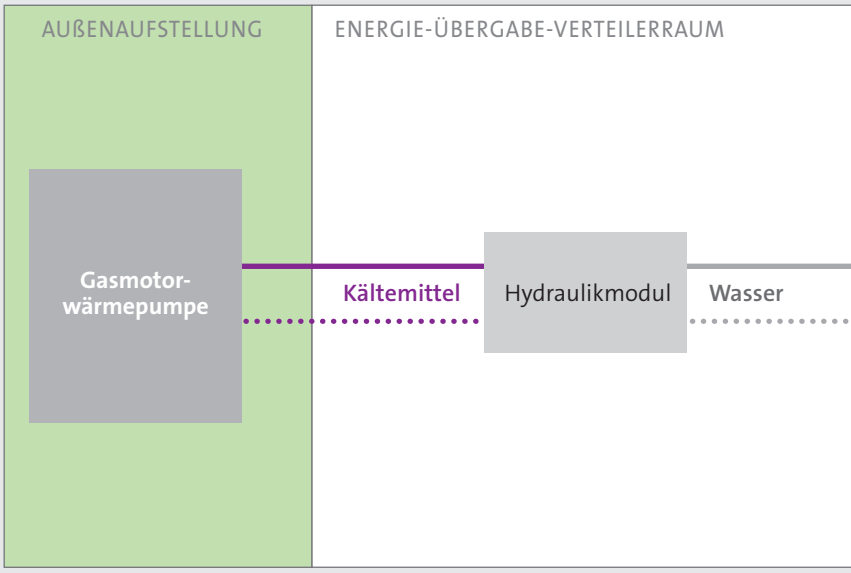
Vergleich einer modernen mit einer konventionellen Anlage

Wird eine konventionelle Anlage mit Heizkessel und Kaltwassersatz mit einer modernen Anlage mit Gaswärmepumpe verglichen, ist festzustellen, dass die Unterschiede hinsichtlich apparativem Aufwand und Platzbedarf gering sind. Bei der Umstellung von einer konventionellen Anlage mit Kaltwassersatz auf ein System, das nur mit einer Gasmotorwärmepumpe betrieben wird, können die Heizungs- und Kühlwasserausrüstungen des Gebäudes nach wie vor genutzt werden. Der Umrüstungsbedarf ist relativ gering, wie die Abbildungen auf der folgenden Seite zeigen.

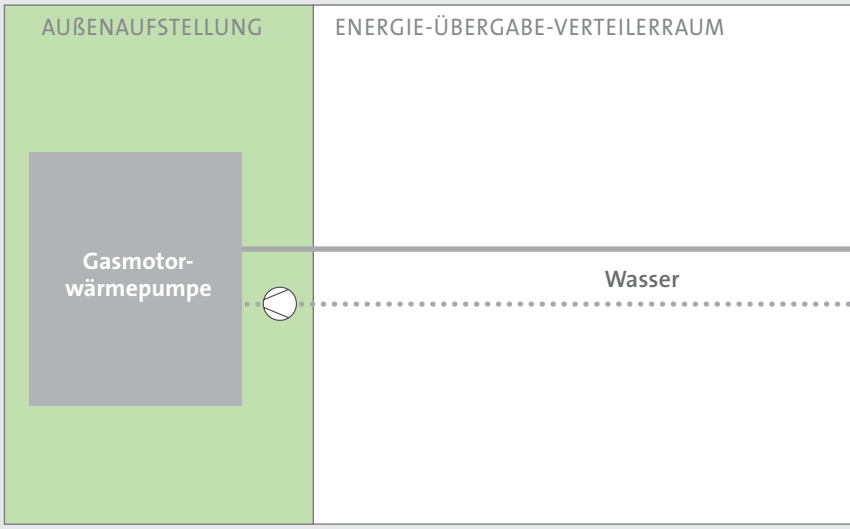
In den folgenden Kapiteln werden exemplarisch einige Schaltungen vorgestellt, die sich bewährt haben und den Empfehlungen der Gerätehersteller entsprechen.



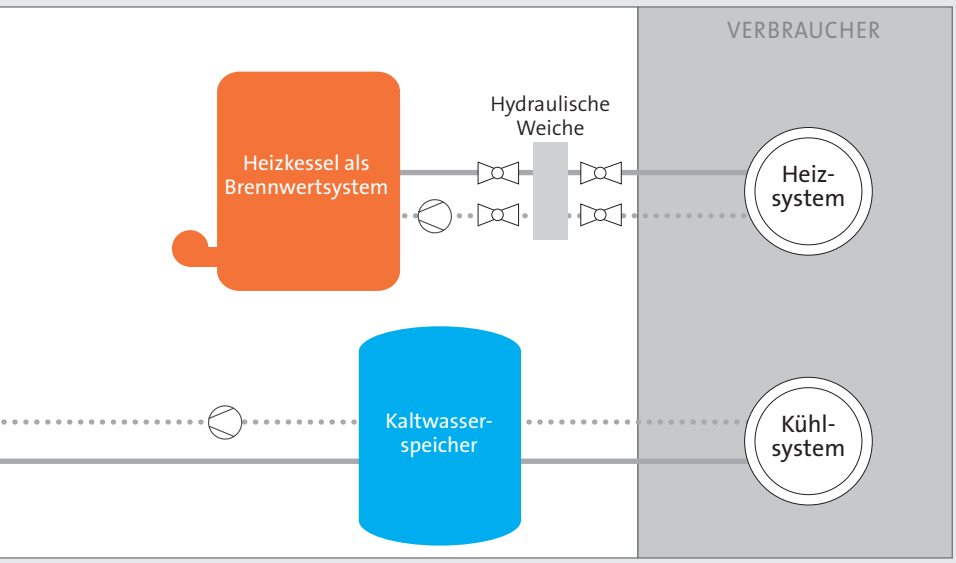
Konventionelle Anlage mit Heizkessel und Kaltwasserersatz

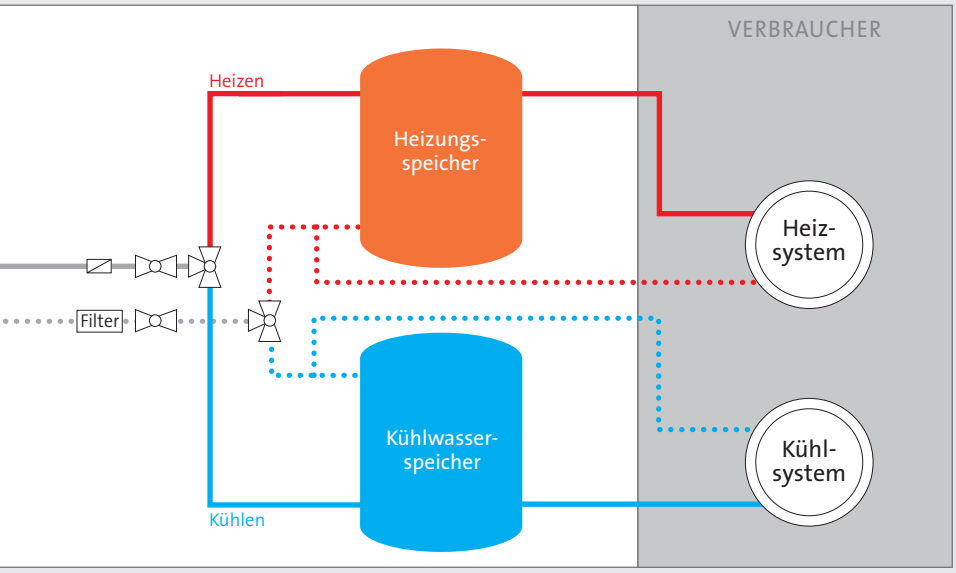


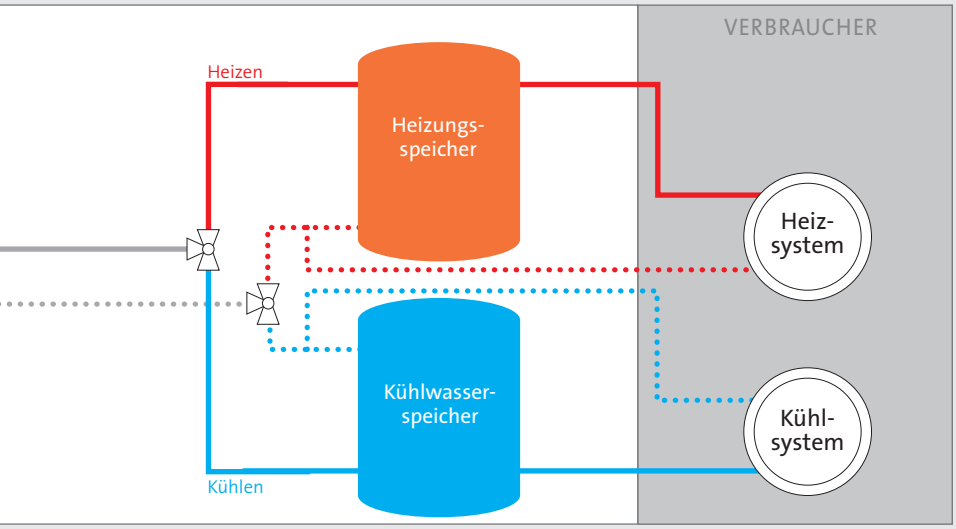
Moderne Anlage mit Gasmotor-wärmepumpe (Splitbauweise)



Moderne Anlage mit Gasmotor-wärmepumpe (Kompaktbauweise)







Betriebsarten moderner Anlagen

Monovalent

Der gesamte Wärme- und Kältebedarf wird ausschließlich von der Gasmotorwärmepumpe abgedeckt. Diese Betriebsart ist dann geeignet, wenn der Wärme- bzw. der Kältebedarf im Leistungsbereich der Gasmotorwärmepumpe liegt.

Bivalent

Die Gasmotorwärmepumpe deckt die Grundlast ab. Ein separater Spitzenlastkessel erzeugt die Restwärme im Parallelbetrieb.

Bivalent-alternativ

Wenn die benötigten Vorlauftemperaturen an sehr kalten Wintertagen über dem Einsatzbereich der Gasmotorwärmepumpe liegen (z. B. in Bestandsbauten), ist es mitunter wirtschaftlicher auf den Gasheizkessel umzuschalten.

Multivalent bzw. Modular

Diese Betriebsart greift auf mehr als zwei Heizsysteme zu und kann im Hinblick auf die Nutzung regenerativer Energien, wie Solarwärme oder die direkte Nutzung von Abwärme, von Vorteil sein. Die MSR-Industrie bietet inzwischen Automatisierungsgeräte, die diese Betriebsart auch in kleineren Anlagen ermöglicht und den Einsatz von Gasmotorwärmepumpen in Verbindung mit erneuerbaren Energien erlaubt.

Standardschaltungen für den monovalenten Betrieb

1 Wärmebedarf ohne Brauchwassernutzung

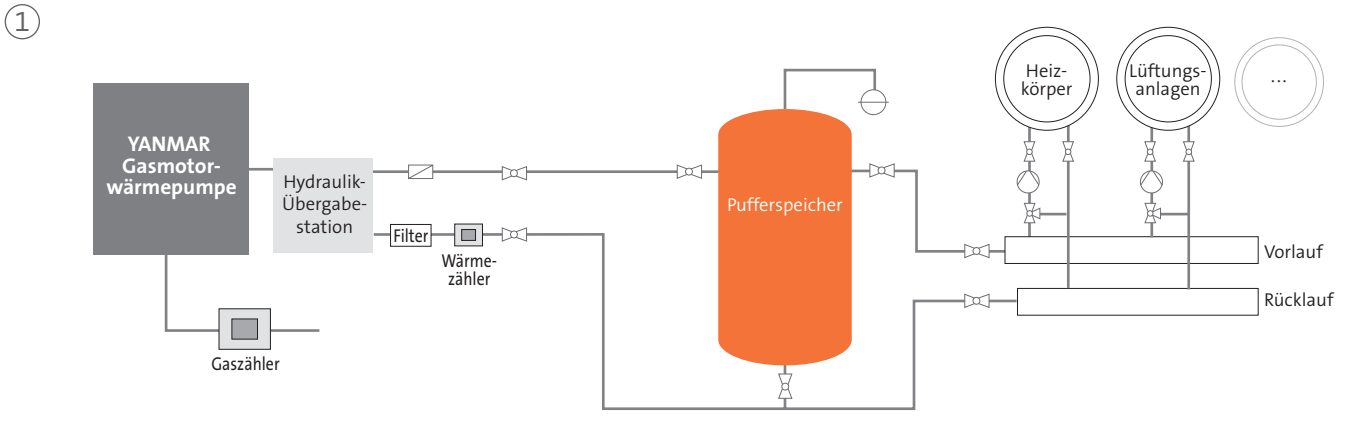
Die Antriebsenergie, aus der Umwelt entnommene Wärme sowie die Motorwärme werden über einen Wärmeüberträger an das Heizsystem abgegeben. Die Einbindung eines ausreichend dimensionierten Pufferspeichers verhindert das Takten der Wärmepumpe bei geringer Wärmeabnahme.

2 Wärme- und Kältebedarf

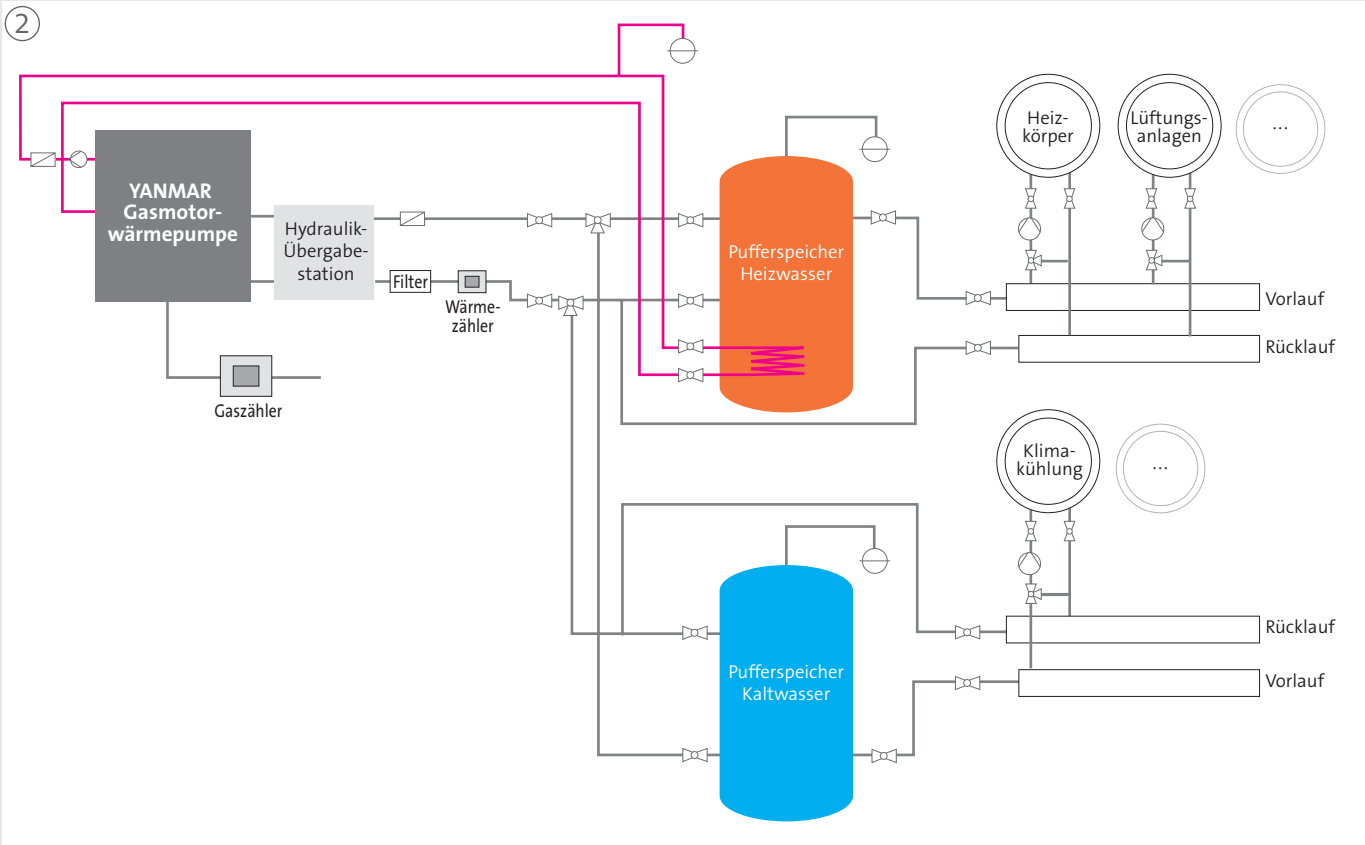
Es wird über entsprechende Umschaltung geheizt und gekühlt. Im Heizfall wird wie bei 1 die Motorabwärme intern genutzt. Die beim Kühlbetrieb entstehende Motorabwärme wird extern genutzt.

Anmerkung: Gas- und Wärmemengenzähler sind Bedingung des BAFA zur Förderung effizinter Wärmepumpen für Bestandsgebäude (vor 2009). Gilt auch für die Schaltungen auf den folgenden Seiten.

1



2



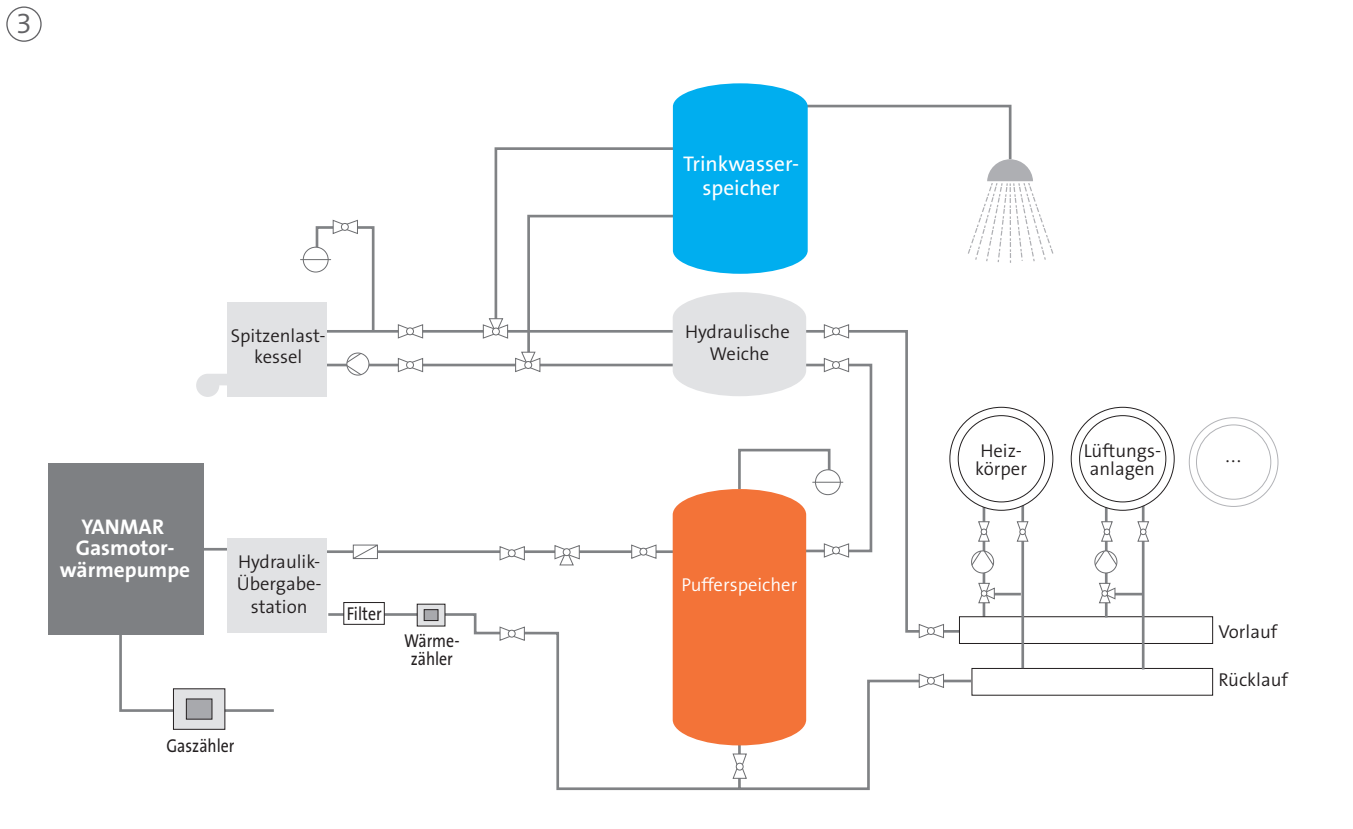
Standardschaltungen für den bivalenten Betrieb

③ Wärme- und Trinkwasserbedarf

Dieses System zeigt einen bilvalenten Betrieb zur Abdeckung des reinen Wärmebedarfs, die besonders gut für Bestandsgebäude geeignet ist. Die Gaswärmepumpe arbeitet bei hoher Leistungsabgabe, ausreichend groß dimensioniertem Speicher und Außentemperaturen von über 0° C besonders wirtschaftlich. Dementsprechend erfolgt die Grundlastabdeckung bei dieser Variante über die Gaswärmepumpe. Ab 0° C Außentemperatur wird wieder auf die konventionelle Anlage umgestellt.

Um zu verhindern, dass der Pufferspeicher durch den Spitzenlastkessel geladen wird, trennt die hydraulische Weiche den Spitzenlastkessel im Grundlastbetrieb vom restlichen Heizsystem. Die Heizkreise beziehen das Wasser für den Vorlauf direkt aus dem Pufferspeicher. Im Spitzenlastbetrieb verbindet die hydraulische Weiche den Spitzenlastkessel mit dem Heizsystem: Es entsteht eine Reihenschaltung auf Pufferspeicher, Spitzenlastkessel und Heizkreis.

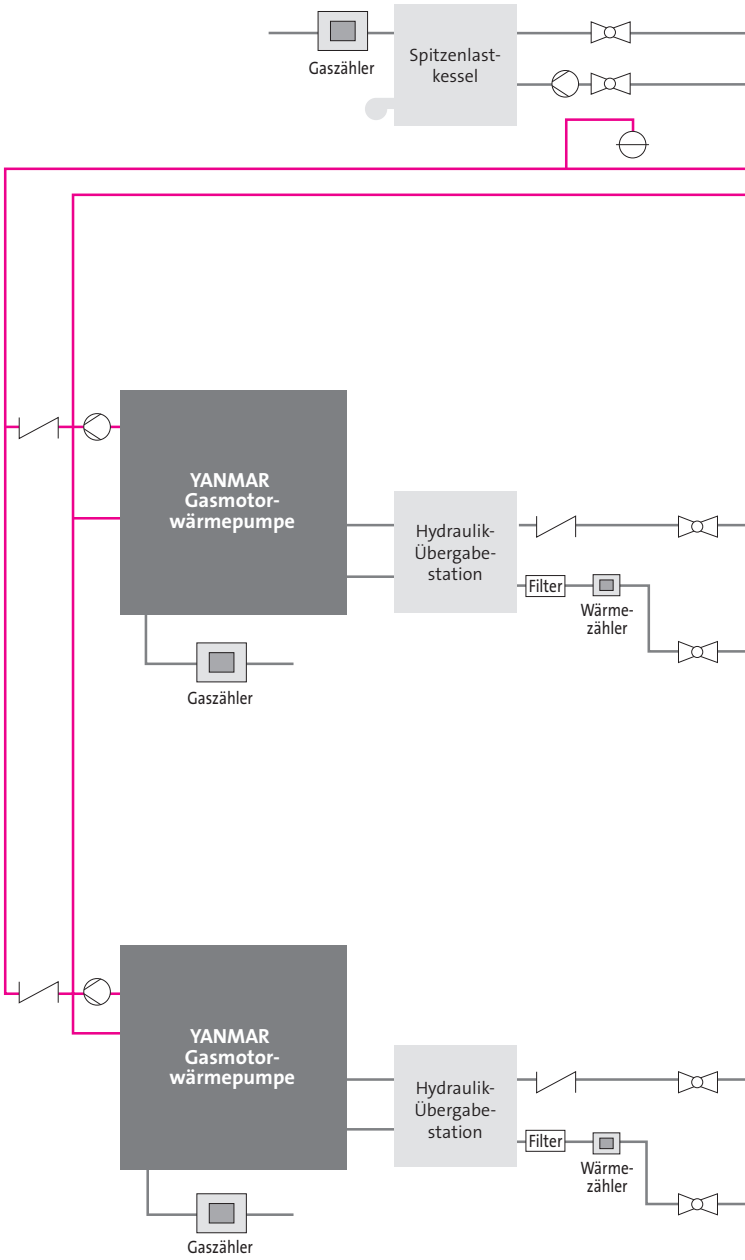
③

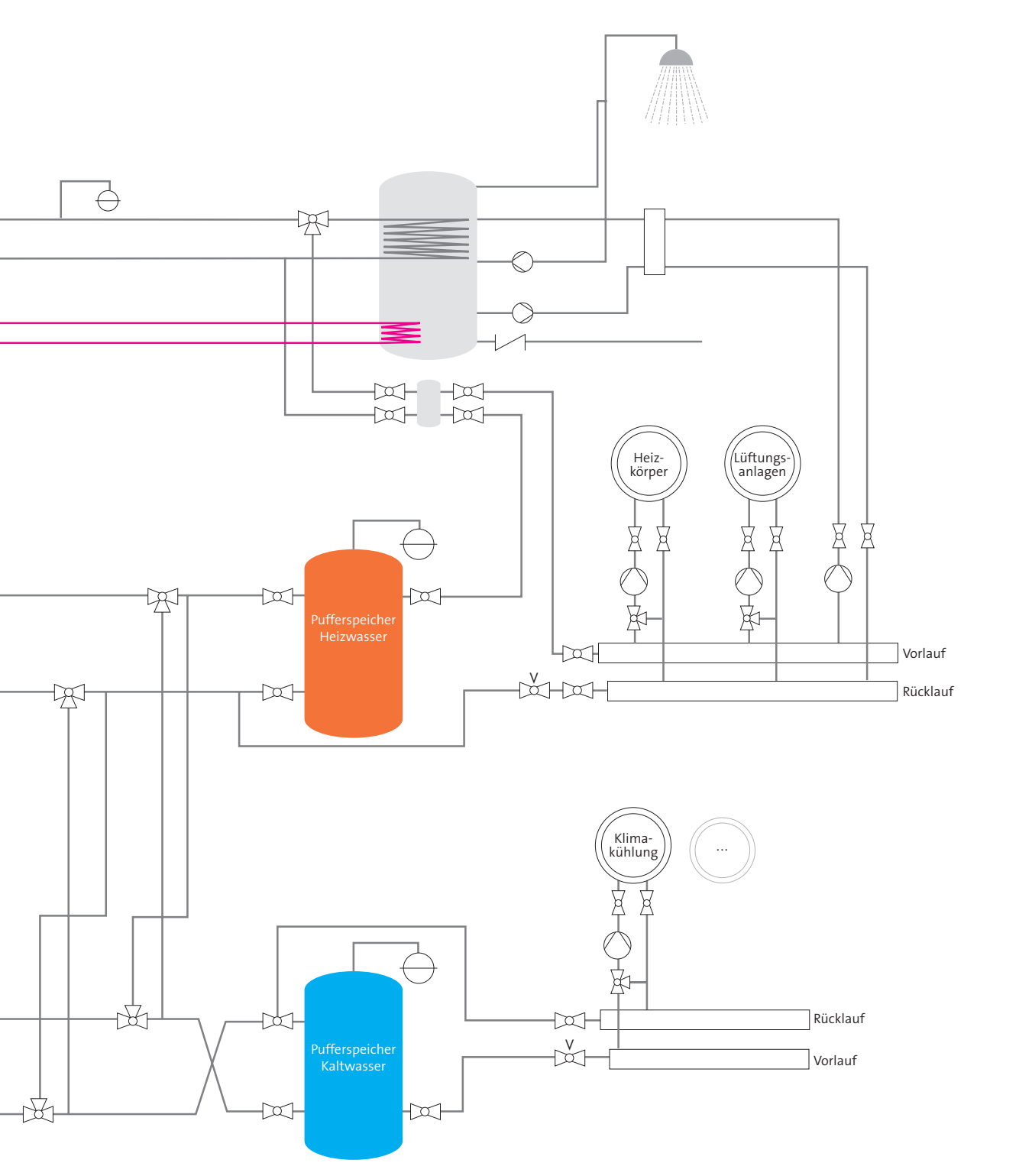


④ Gleichzeitiger Wärme- und Kältebedarf

Die Abbildung zeigt eine Verschaltung für ein bivalentes System für gleichzeitigen Wärme- und Kältebedarf. Diese Variante ist sehr flexibel: Es kann mit allen drei Systemen geheizt werden oder zwei Systeme können für den Heizbetrieb und ein System für den Kühlbetrieb verwendet werden.

④




Heiz-
körper
Lüftungs-
anlagen
Pufferspeicher
Heizwasser
Vorlauf
Rücklauf
Klima-
kühlung
...
Pufferspeicher
Kaltwasser
Rücklauf
Vorlauf

7 Formeln und Zahlen

Beurteilung der Effizienz von Wärmepumpen

Zur Beurteilung der Effizienz einer Wärmepumpe werden Kenngrößen ermittelt. Hierbei wird insbesondere das Verhältnis der Nutzenergie zur eingesetzten Energie bestimmt. Im Gegensatz zu einer Maschine oder einem Verbrennungsmotor, bei denen der Wirkungsgrad immer kleiner als 1 ist, liegt er bei der Wärmepumpe aufgrund der aus der Umwelt aufgenommenen Wärme über 1. Zur qualitativen Beurteilung von Wärmepumpen sind heute folgende Kennwerte üblich:

Das Wärmeverhältnis ζ

Da bei Absorptionswärmepumpen die Antriebsleistung in der Wärmebereitstellung zur Austreiberbeheizung besteht, wird die energetische Effizienz durch das Wärmeverhältnis ζ beschrieben.

Wärmeverhältnis $$\zeta = \frac{\dot{Q}_H + \dot{Q}_{Absorber}}{\dot{Q}_{Austreiber}}$$

$\dot{Q}_H$ Heizwärmeleistung in kW vom Kondensator abgegeben

$\dot{Q}_{Absorber}$ Leistung in kW vom Absorber abgegeben

$\dot{Q}_{Austreiber}$ Wärmeleistung in kW zur Austreiberbeheizung

Die Leistungszahl ε

Die Leistungszahl ε gibt das Verhältnis von abgegebener Wärmeleistung zu aufgenommener Primärenergie (inkl. der Hilfsenergie) Antriebsleistung (inklusive der Hilfsantriebe) unter Prüfbedingungen (bestimmte Temperaturverhältnisse, festgelegte Zeitpunkte) an. ε wird meist in Verbindung mit Elektrowärmepumpen genannt.

Beispiel: Eine Leistungszahl von $\varepsilon = 3$ bedeutet, dass das Dreifache der eingesetzten elektrischen Antriebsleistung in nutzbare Wärmeleistung umgesetzt wird. Parallel zur Leistungszahl ε wird auch die aus dem angloamerikanischen Maßsystem kommende Bezeichnung COP (Coefficient of Performance) verwendet. Sie ist identisch mit der Leistungszahl ε.

Leistungszahl $$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_H}{P + P_H}$$

$\dot{Q}_H$ Heizwärmeleistung in kW vom Kondensator abgegeben

P Antriebsleistung in kW

P_H Hilfsenergie in kW

Eine gute Vergleichsbasis über die Effizienz einer Wärmepumpenanlage liefert der Carnotprozess. Hier ist die äußere Carnot-Leistungszahl ε_C der Wärmepumpenanlage folgendermaßen definiert:

Leistungszahl $$\varepsilon_\zeta = \frac{T_{max}}{T_{max} + T_{min}}$$

T_{max} Heizwasser-Vorlauftemperatur in Kelvin

T_{min} Wärmequellentemperatur in Kelvin

Daraus folgt: Die Leistungszahl ε_C einer Wärmepumpe ist um so besser, je kleiner der Temperaturhub zwischen der Heizwassertemperatur und der Wärmequellentemperatur ist.

Die Arbeitszahl bzw. die Jahresarbeitszahl β

Da die Leistungszahl nur eine Momentaufnahme eines bestimmten Wärmepumpentyps bei günstigen Betriebsbedingungen wiederspiegelt, ist es aussagefähiger, die Arbeitszahl bzw. Jahresarbeitszahl β zur quantitativen Beurteilung einer Wärmepumpenanlage heranzuziehen. Sie gibt, ebenso wie die Leistungszahl ε, das Verhältnis von abgegebener Heizwärme zu aufgenommener Antriebsenergie wieder, allerdings über einen längeren Zeitraum. Legt man der Arbeitszahl den Jahresertrag an Heizenergie im Verhältnis zur aufgewendeten Nutzenergie zugrunde, so erhält man die Jahresarbeitszahl. Durch das Einbeziehen der Energie für die Nebenantriebe, beispielsweise von Pumpen und Ventilatoren, kommt man zu objektiveren Vergleichskriterien, auch im Hinblick auf die unterschiedlichen Wärmequellen. Beispielsweise muss die Jahresarbeitszahl einer Luft-Wasser-Wärmepumpe nach EEWärmeG mindestens 3,3 erreichen (bezogen auf Primärenergie 1,08). Wird die gleiche Wärmepumpe mit einer Erdwärmesonde oder mit Grundwasser gekoppelt, könnte die Jahresarbeitszahl bei bis zu ca. 4,0 (bezogen auf Primärenergie 1,44) liegen. Entscheidet sich der Bauherr für ein Heiz-/Kühlsystem mit sehr geringen Temperaturdifferenzen zwischen Heizen und Kühlen (Kühl-/Heizdecken, Betonkerntemperierung) können noch bessere Jahresarbeitszahlen erreicht werden.

Auch mit Gaswärmepumpen, die Abwärme als Wärmequelle nutzen, lassen sich überdurchschnittlich hohe Jahresarbeitszahlen bis zu 1,9 (bezogen auf Primärenergie) erzielen.

Jahresarbeitszahl $$\beta = \frac{Q_H}{W + W_H}$$

Q_H	Wärmemenge in kWh vom Kondensator innerhalb eines Jahres abgegeben
W	Antriebsenergie in kWh pro Jahr
W_H	Hilfsenergie in kWh pro Jahr

Die Heizzahl bzw. Jahresheizzahl φ

Will man die energetische Effizienz konventioneller Heizkessel mit der von Gaswärmepumpen vergleichen, so setzt man die eingespeiste Nutzwärme zur aufgewendeten Brennstoffmenge inklusive der elektrischen Energie (auf Primärenergiebasis) für die Hilfsaggregate ins Verhältnis. Üblich ist die Beurteilung bei typischen Betriebsbedingungen oder – objektiver betrachtet – über die gesamte Heizperiode (Jahresheizzahl). Die Jahresheizzahl ist damit eine wichtige Kennzahl zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Gaswärmepumpen gegenüber konventionellen Wärmeerzeugern.

Jahresheizzahl $$\varphi = \frac{Q_H + Q_{Ab}}{H_i - V_B + W_H}$$

$Q_H + Q_{AB}$	Wärmemenge in kWh vom Kondensator, Motor und Abgas innerhalb eines Jahres als Nutzwärme abgegeben
H_i	Heizwert des Erdgases in kWh/m³
V_B	Brennstoffmenge in m³ pro Jahr
W_H	Hilfsenergie in kWh pro Jahr (in Primärenergie umzurechnen / einzubringen)

8 Gesetzlicher Rahmen und Förderung

Das EEWärmeG formuliert als Ziel, dass spätestens im Jahr 2020 14 Prozent der Wärme in Deutschland aus erneuerbaren Energien stammen muss. Neu errichtete Gebäude (Wohn- und Zweckgebäude) unterliegen dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG). Im Falle einer Sanierung von Gebäuden die sich im Eigentum der öffentlichen Hand befinden, müssen die Anforderungen des EEWärmeG ebenfalls erfüllt werden. Dabei soll der Anteil erneuerbarer Energien für die Warmwasserbereitung (Heizung, Brauchwasser) und zum Kühlen erhöht werden. Das Gesetz schreibt einen Mindestanteil von 15 Prozent erneuerbaren Energien vor (Biogas ebenfalls anrechenbar). Bei Installation einer Gaswärmepumpe im Neubau müssen nach EEWärmeG 50 Prozent des Wärmeenergiebedarfes durch Geothermie und Umweltwärme abgedeckt werden. Die gesetzlichen Anforderungen aus dem EEWärmeG können mit dem Einsatz einer Gasmotorwärmepumpe und den möglichen Wärmequellen umgesetzt werden.

Das Energiesteuergesetz (EnergieStG) regelt u. a. die Besteuerung aller Energiearten fossiler Herkunft (Mineralöle, Erdgas, Flüssiggase und Kohle). Wird Erdgas zu Heizzwecken eingesetzt, sind normalerweise 0,55 Ct/kWh zu entrichten. Allerdings gehören Gaswärmepumpen, die sowohl zum Beheizen als auch zur Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden können, zu den Anlagen der gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme nach dem Energiesteuergesetz. Für diese Anlagen wird gemäß § 53 EnergieStG eine nachträgliche Steuergutschrift für die Brennstoffe gewährt, die nachweislich zur gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme in ortsfesten Anlagen mit einem Monats- oder Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 Prozent verwendet worden sind.

	Antragsberechtigt	Förderung
BAFA – Förderung von effizienten Wärmepumpen		
	• Privatpersonen • Kommunen • kommunale Gebietskörperschaften • kommunale Zweckverbände • gemeinnützige Organisationen	effiziente Wärmepumpen in Bestandsgebäuden für • die kombinierte Raumbeheizung und Warmwasserbereitung von Wohngebäuden • die Raumbeheizung von Nichtwohngebäuden • die Bereitstellung von Prozesswärme oder von Wärme für Wärmenetze
Marktanreizprogramm mit erneuerbarer Energie – Wärmepumpen Seit dem 01.04.2015		
	• Privatpersonen, gemeinnützige Organisationen und Kommunen • kleine und mittlere private gewerbliche Unternehmen nach Definition der EU Der Antragsteller ist entweder Eigentümer, Pächter oder Mieter des Grundstücks, auf dem die Anlage errichtet werden soll.	effiziente Wärmepumpensysteme
Energieeffizient Sanieren – Kredit		
	• Träger von Investitionsmaßnahmen an selbstgenutzten und vermieteten Wohngebäuden • Ersterwerber von neu sanierten Wohngebäuden/Eigentumswohnungen innerhalb von 12 Monaten nach Bauabnahme	energetische Sanierung von Wohngebäuden (ohne wirtschaftlich genutzte Flächen) einschließlich Wohn-, Alten- und Pflegeheimen, für die vor dem 01.01.1995 der Bauantrag gestellt oder Bauzuzüge erstattet wurden.

Stand: April 2015

Aktuelle Fördermöglichkeiten finden Sie z. B. auf den Internetseiten der
• Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (ASUE)
• BINE Informationsdienst • Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) • KfW Bankengruppe

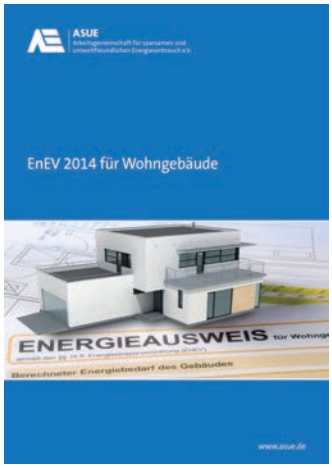
9 Informationsmaterial

Broschüren

Gaswärmepumpen in Wohngebäuden – Grundlagen
Bestellnummer 06 11 13

Gasabsorptionswärmepumpen in Industrie und Gewerbe
Bestellnummer 06 10 14

Marktübersicht Gaswärmepumpen 2013/2014
Bestellnummer 06 07 13



EnEV 2014 für Wohngebäude
Bestellnummer 09 05 14

Gasturbinen-Kenndaten und -Referenzen
Bestellnummer 11 01 15

BHKW-Kenndaten 2014/2015
Bestellnummer 05 10 14

Fotos: Yanmar (Titel li.); adimas - Fotolia (Titel re.); Özgür Güvenç - Fotolia (2 li.); pressmaster - Fotolia (2 re.); Viona Westermann - Fotolia (3 re.); KKU Concept (5); Berndt Enersys (6); Lucky Dragon - Fotolia (12 li.); Eisenhans - Fotolia (12 re.); David H. Seymour - Fotolia (13 li.); milj - Fotolia (13 re.); matttilda - Fotolia (26)

Herausgeber
ASUE Arbeitsgemeinschaft für
sparsamen und umweltfreundlichen
Energieverbrauch e.V.
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin

Telefon 0 30 / 22 19 1349-0
info@asue.de
www.asue.de

Bearbeitung
ASUE-Arbeitskreis
Gaswärmepumpen / Kältetechnik

Grafik
Kristina Weddeling, Essen

Bezug
energiedruck
Verlag für sparsamen und
umweltfreundlichen Energieverbrauch
Girardetstraße 2-38, Eingang 4
45131 Essen

Telefon 02 01 / 799 89 204
Telefax 02 01 / 799 89 206
www.energiedruck.de
bestellung@energiedruck.de

Gasmotorwärmepumpen
in Industrie und Gewerbe
Bestellnummer: 06 06 15
Schutzgebühr: 4,00 € / 4,28 €
(zzgl. / inkl. 7 % MwSt.)
Stand: Juni 2015

Überreicht durch:

Hinweis
Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr
für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben.