



## **Der Gasmarkt braucht neue Technologien: Die Initiative Gaswärmepumpe (IGWP)**

**Dipl.-Ing. Hans Wackertapp  
Dr.-Ing. Matthias Brune  
Dr.-Ing. Rolf Albus  
Dipl.-Ing. Werner Weßing**

# Der Gasmarkt braucht neue Technologien: Die Gaswärmepumpen Initiative (IGWP)

Gasgerätetechnik, Gaswärmepumpen, Regenerative Energie, CO<sub>2</sub>-Reduzierung, Effizienzsteigerung

Hans Wackertapp, Matthias Brune, Rolf Albus und Werner Weißing

Die steigenden Energiekosten, erhöhte Anforderungen an die Energieeffizienz in Wohngebäuden sowie das gewachsene Umweltbewusstsein haben die Nachfrage nach Wärmepumpentechnologien deutlich erhöht. Gaswärmepumpen stellen dabei eine wichtige Option für die Zukunft der Energie Erdgas im Wärmemarkt dar. Als hocheffizientes und regeneratives Heizsystem auf Erdgasbasis hat diese Technologie richtungweisendes Potenzial. In der Gemeinschaftsaktion „Initiative Gaswärmepumpe“ zwischen Geräteindustrie und Gasversorgungswirtschaft soll diese Technologie weiterentwickelt und durch praxisnahe Laboruntersuchungen sowie Feldtests zur Marktreife geführt werden.

## The natural gas market needs new technologies: The Gas Heat Pump Initiative (IGWP)

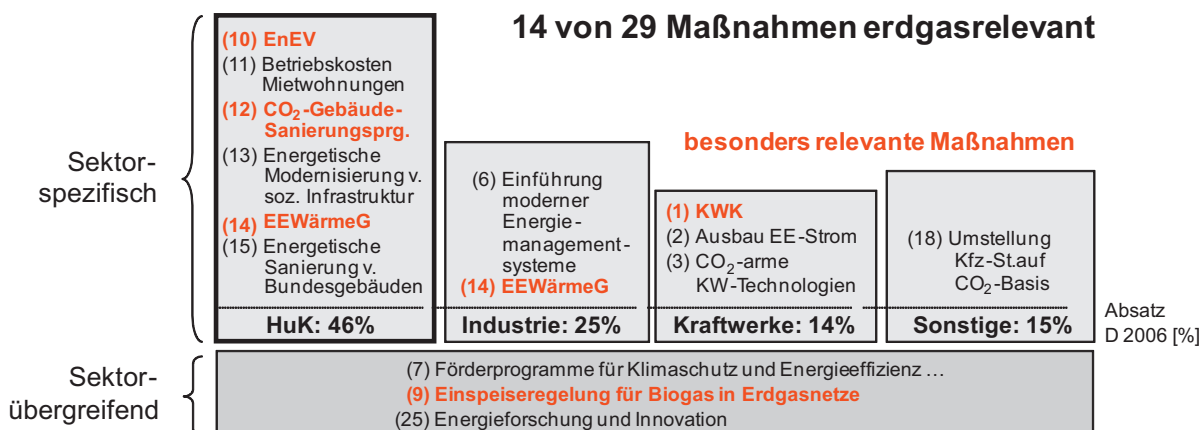
Rising energy costs, increasing requirements in terms of home energy efficiency and greater environmental awareness have pushed the demand for heat pumps. This trend provides an opportunity for gas heat pumps to secure the future of natural gas as a heat energy source. The natural gas-based highly efficient renewable heating system is a technology with a potential to be a trend-setter. The gas industry has teamed up with appliance manufacturers in a joint "Gas Heat Pump Initiative" to further develop this technology to market maturity through practical laboratory tests and field trials.

### 1. Politische und regulatorische Rahmenbedingungen

Der Klimaschutz ist heute politischer Grundkonsens bei großen Parteien. Trends zu erneuerbaren Energien werden durch die Politik verstärkt. Auf Basis der Meseberg Beschlüsse vom August 2007 wurde im Dezember 2007 das „Integrierte Energie und Klimaprogramm“ (IEKP) mit 29 Einzelmaßnahmen beschlossen. 14 davon sind relevant für Erdgas mit dem Schwerpunkt im HuK-Markt (**Bild 1**). Die Umsetzung des IEKP in Gesetze und Verordnungen erfolgt in mehreren Schritten. Während die Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV) noch im Entwurfsstatus ist, sind das KWKG,

das EEG und das EEWärmeG im Bundestag bereits verabschiedet.

Die aktuellen gesetzlichen Regelungen in Deutschland zum Heizwärmebedarf bei Gebäuden (EnEV) und der Anteil erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (EEWärmeG auf Bundesebene und EEWärmeG auf Landesebene Baden-Württemberg) werden dazu beitragen, dass effiziente Technologien, wie die Wärmepumpentechnologie, in der häuslichen Wärmeversorgung verstärkt eingesetzt werden. Hierbei werden von der politischen Seite auch klare Anforderungen hinsichtlich des Anteils an regenerativer Energie vorgegeben. Beispielsweise werden im Bundesgesetz für den Neu-



**Bild 1.** Erdgas-relevante Maßnahmen des IEKP.

bau als technische Ersatzmaßnahmen beim Einsatz eines Gaskessels 0,04 m<sup>2</sup> Aperturfläche (Kollektorfläche zertifiziert nach dem europäischen Prüfzeichen ‚Solar Keymark‘) pro m<sup>2</sup> Nutzfläche bzw. bei einer Gaswärmepumpe (GWP) eine Jahresarbeitszahl von 1,2 vorgeschrieben. Auf Länder-ebene können noch weitere und schärfere Anforderungen im Gesetz formuliert werden, wie bereits in Baden-Württemberg erfolgt.

**2. Marktentwicklung**

Initiativen und Innovationen waren die Voraussetzungen für den Markteintritt von Erdgas. Die Verbreitung und Festigung von Erdgas im Markt basierte u.a. auf Entwicklungen von schadstoffarmen Brennern, energieeffizienten NT-Kesseln und später den Brennwertkesseln. Die Rolle von Erdgas als moderne und umweltfreundliche Energie (Blauer Himmel über der Ruhr) wurde durch Brennwerttechnik in den 90-er Jahren weiter ausgebaut (Bild 2).

Erdgas konnte die Führungsposition von HEL im Wärmemarkt übernehmen. Die technischen Anstrengungen wurden mit entsprechenden Maßnahmen in Richtung Marktpartner (Hersteller, Handwerker, usw.) sowie Politik und Öffentlichkeitsarbeit flankiert.

Der Wärmemarkt ist der größte Verbrauchssektor für Erdgas. Die natürlichen Produktvorteile in Verbindung mit modernen, effizienten und komfortablen Technologien haben bis heute Erdgas zur Wunschenergie eins bei Kunden gemacht. Dieser Trend ist jedoch seit 2005 rückläufig. Insbesondere im Neubaubereich wird ein verstärkter Rückgang der Hausanschlussdichte von 80% auf unter 60% beobachtet (Bild 3).

Der Ausbau von Gasnetzen stößt mittlerweile schon an wirtschaftliche Grenzen. Die täglich in der Öffentlichkeit geführten energie- und klimapolitischen Diskussionen trugen letztendlich dazu bei, dass potenzielle Kunden aus dem Neubaubereich und sogar Betreiber von Erdgasanlagen sich gegen die umweltfreundliche CO<sub>2</sub>-reduzierende Heiztechnologie entscheiden. Ein neues umweltbewusstes und vermehrt nach Autakie strebendes Kundensegment fordert von der Gaswirtschaft eine Wärmeversorgung mit innovativen und modernen Technologien sowie mit erneuerbaren Energien. Neben der etablierten Brennwert-/Solarlösung ermöglichen insbesondere Gaswärmepumpen, die politischen Anforderungen im Wärmemarkt an eine hohe Effizienz von Heizgeräten in Verbindung mit einer regenerativen Energiequelle zu erfüllen.

**3. Technologieentwicklung im Gassektor**

Die deutsche Gaswirtschaft steht heute vor der Herausforderung, unter schwierigen Bedingungen im Wettbewerb zu anderen Energieträgern (im hohen Maße erneuerbare Energien) mit der Geräteindustrie technische Alternati-

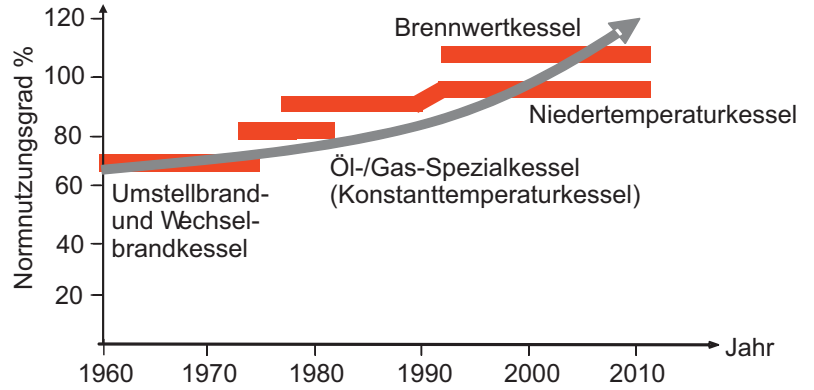


Bild 2. Entwicklungsstufen der Beheizungstechnik.

ven zu entwickeln und den Kunden anzubieten. Neben den heute schon verfügbaren Technologien wie die Kombination von Brennwertkesseln mit solarer Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung dürfte die Gaswärmepumpentechnologie schon in naher Zukunft eine wichtige Rolle im Bereich der Gebäudebeheizung übernehmen.

Gründe für die GWP sind:

- Gaswärmepumpen weisen eine hohe Energieeffizienz auf und reduzieren bei gut ausgelegten Anlagen den Erdgasverbrauch um bis zu 30% gegenüber einem Brennwertkessel (Reduzierung der Betriebskosten).
- Die Kohlendioxidreduzierung geht mit der Effizienzsteigerung einher und erfüllt somit auch die klimapolitisch gestellten Anforderungen.
- Die Umweltwärme kann mit der Wärmepumpentechnologie auf ein Temperaturniveau zur Beheizung von Gebäuden angehoben werden.
- Durch Kombination mit weiteren erneuerbaren Energien, wie z. B. Solarwärme und Bioerdgas, sind weitere Effizienzverbesserungen in Verbindung mit Gaswärmepumpentechnologien möglich.

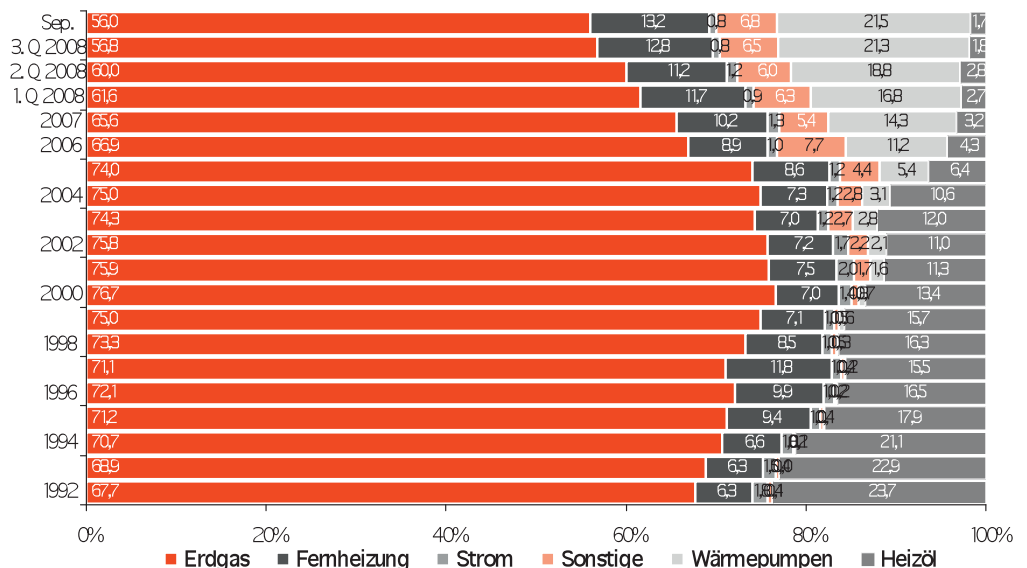
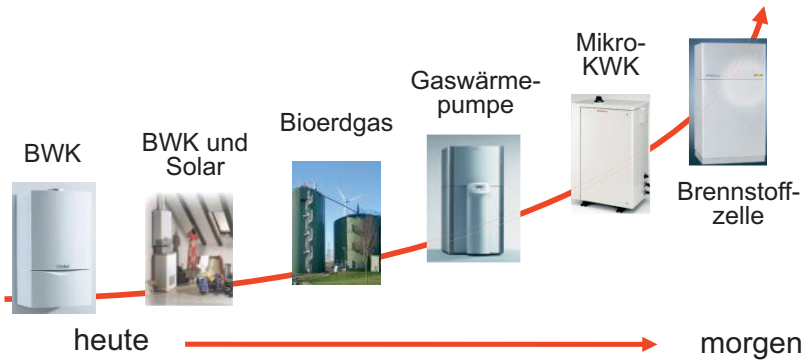


Bild 3. Trend zu erneuerbaren Energien für Wohnungen in Deutschland.



**Bild 4.** Klimaschutz durch höhere Effizienz und Einsatz regenerativer Energien.

In **Bild 4** ist die Entwicklung der Geräte bzw. der Einsatz von Bioerdgas auf der Zeitschiene abgebildet.

Aus Sicht der E.ON Ruhrgas könnte zeitlich kurz hinter der breiten Markteinführung der GWP (ab 2011) die der Mikro-KWK starten. Die zukunftssträchtige Brennstoffzelle ist von der Serienproduktion noch am weitesten entfernt. Hingegen wird Bioerdgas schon jetzt ins Erdgasnetz eingespeist und trägt so zur CO<sub>2</sub>-Minderung bei.

**4. Funktionsprinzip Wärmepumpen**

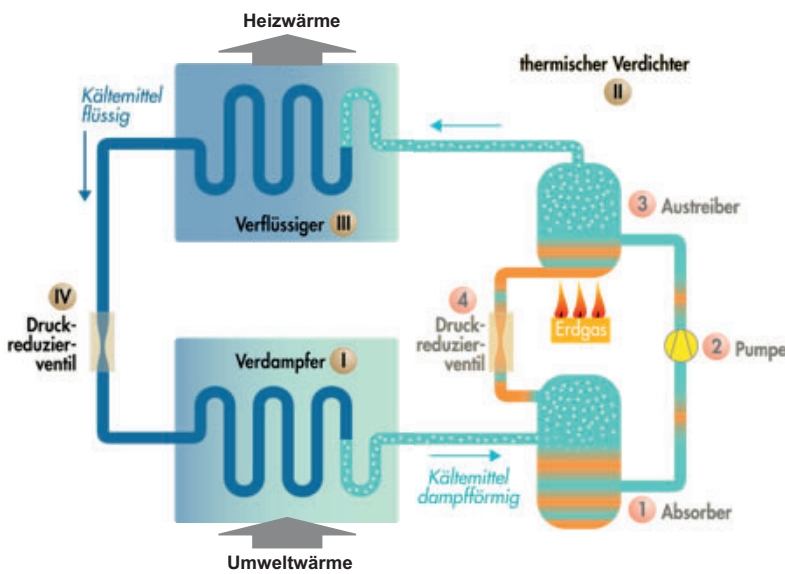
Bei der Wärmepumpe können folgende technische Prinzipien unterschieden werden:

- Kompressionswärmepumpe (Elektro-WP, Gasmotor-WP)
- Sorptionswärmepumpe (Absorptions-WP, Adsorptions-WP)

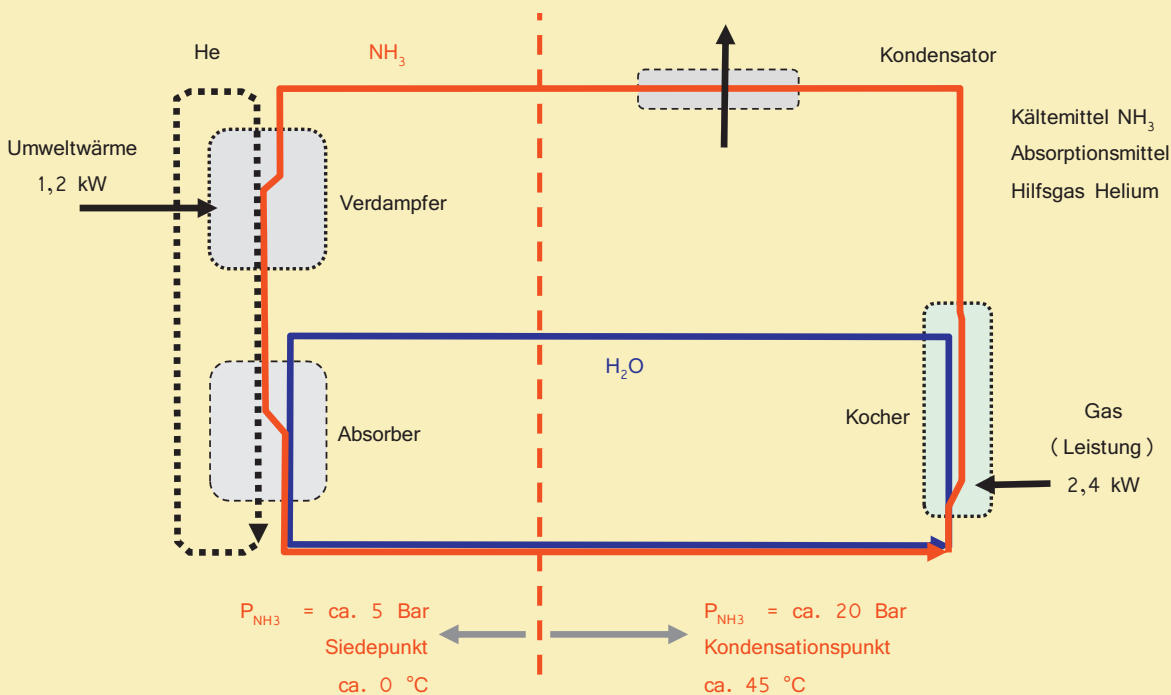
Bei beiden Prinzipien wird mittels Verdampfer einer Wärmequelle Umgebungswärme entzogen, die nach Druckerhöhung anschließend im Verflüssiger zur Einspeisung in ein Wärmenetz (Heizwasser und/oder Warmwasser) auf einem höheren Temperaturniveau zur Verfügung steht. Zur Aufnahme und Abgabe von Wärme wird kontinuierlich der Aggregatzustand (flüssig/gasförmig) des Kältemittels geändert.

Der entscheidende Unterschied liegt in der Art der Verdichtung: Während bei der verfahrenstechnisch einfachen Kompressions-WP ein mechanischer Kompressor (angetrieben über Elektro- oder Verbrennungsmotor) zum Einsatz kommt, findet bei der Sorptions-WP (Gaswärmepumpe) die Verdichtung auf thermischen Wege statt. Hier wird lediglich für den Lösungskreislauf noch eine Pumpe mit elektrischem Antrieb benötigt, dessen Stromverbrauch jedoch weit unterhalb des Kompressors einer Elektro-WP liegt.

Die Sorptionswärmepumpen, die insbesondere im Leistungsbereich bis 40 kW ihr Einsatzgebiet haben, werden weiter in Absorptions-WP und Adsorptions-WP unterschieden.



**Bild 5.** Absorptionswärmepumpe mit Lösungspumpe. (Quelle: ASUE)



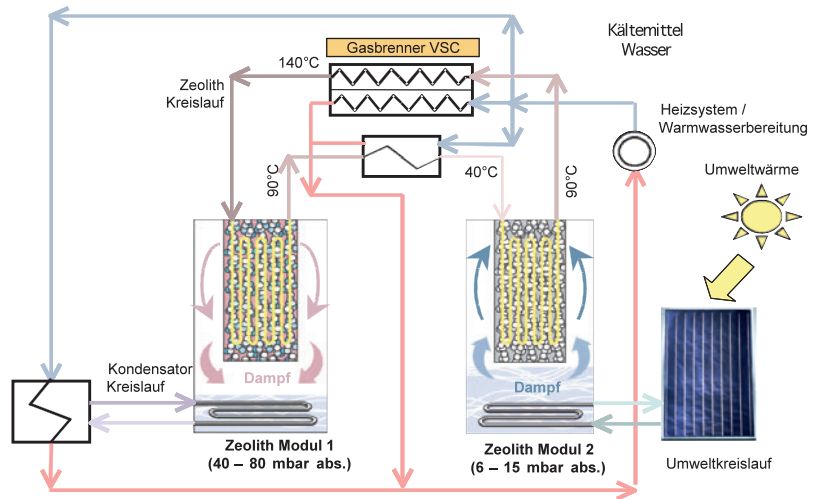
**Bild 6.** Absorptionswärmepumpe mit Blasenpumpe. (Quelle: Bosch Thermo-technik)

Bei der Absorptionswärmepumpen-Technik wird das verdampfte Kältemittel in einer flüssigen Lösung (z.B. Ammoniak/Wasser) absorbiert. Das Funktionsprinzip ist in **Bild 5** dargestellt. Bezüglich der Absorptions-Wärmepumpentechnik liegen bereits langjährige Erfahrungen aus dem Kältebereich vor.

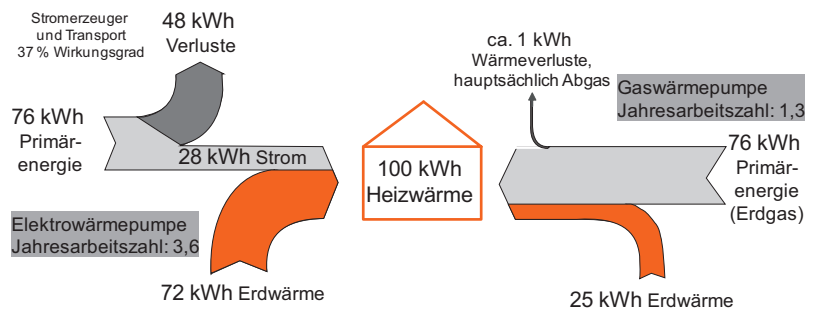
Ein Spezialfall der Absorptions-WP ist die Diffusions-Absorptions-WP (DAWP), bei der eine Blasenpumpe eingesetzt wird, die keine elektrische Energie benötigt. Dieses Verfahren ist bei der Gaswärmepumpe von Bosch Thermo-technik umgesetzt (**Bild 6**).

Bei der Adsorptionstechnik verdampft das Kältemittel Wasser und nimmt so die Umweltwärme auf. Der Wasserdampf wird an der Oberfläche eines Feststoffes (z.B. Zeolith als Granulat) adsorbiert. Hierbei wird Wärme auf einem höheren Temperaturniveau freigesetzt. Nach der Sättigung des Zeoliths wird in der Desorptionsphase das Wasser wieder aus dem Zeolith ausgetrieben. Hierzu wird Wärme von einem Gasbrenner genutzt (**Bild 7**). Der Prozess wird unter Vakuum betrieben. In beiden Phasen wird Energie in Form von Wärme an den Heizkreislauf abgegeben. Im Gegensatz zur kontinuierlichen Absorptionstechnik ist die Adsorptionstechnik ein taktender Prozess (Adsorption/Desorption) der aufgrund der Trägheit des Heizkreislaufs nicht wahrgenommen wird.

Generell wird bei Sorptions-Gaswärmepumpen die erforderliche Antriebsenergie über einen modulierenden Gasbrenner eingebracht. Als Wärmequelle werden Außenluft oder Erdreich genutzt, wobei die Einbindung der Umweltwärme durch Solarkollektoren eine besondere Form darstellt. Bei Gaswärmepumpen ist aus verfahrenstechnischen Gründen (thermischer Verdichter) der Anteil an Umweltwärme geringer als bei Elektrowärmepumpen, jedoch liegt der Primärenergieeinsatz auf gleichem Niveau (**Bild 8**).

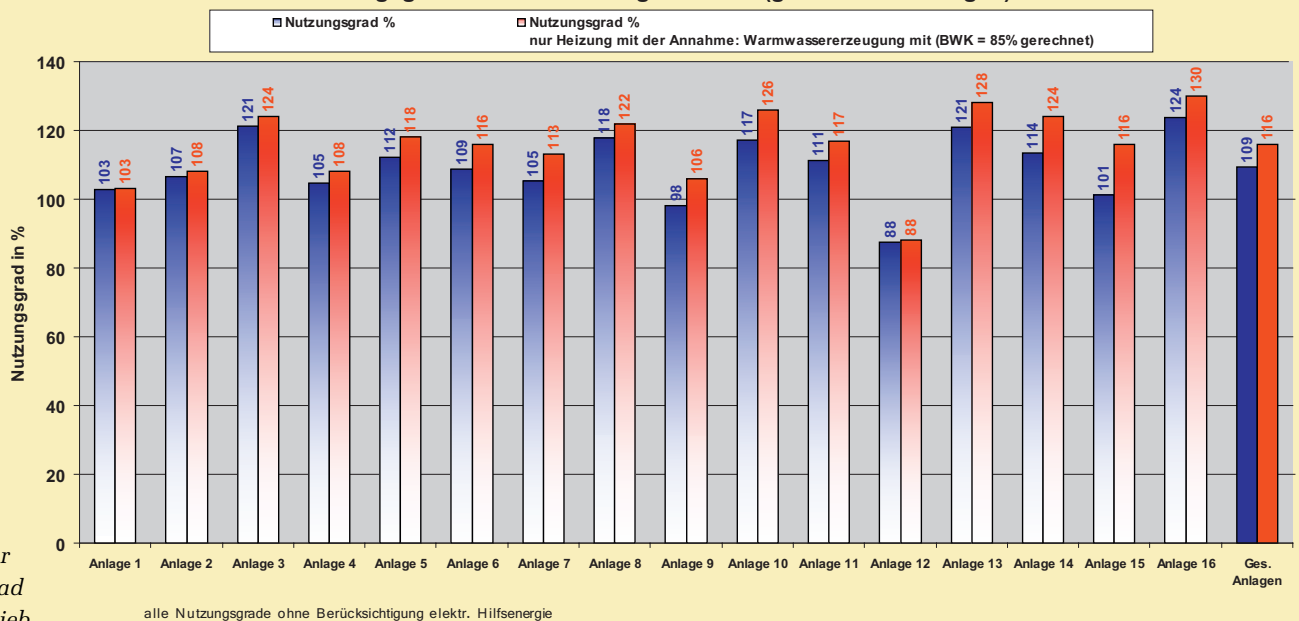


**Bild 7.** Adsorptionswärmepumpe mit Zeolith (Quelle: Vaillant).



**Bild 8.** Vereinfachtes Energieflussbild Wärmepumpen.

**Nutzungsgrad über Betrachtungszeitraum (gesamte Feldanlagen)**



**Bild 9.** Feldtest-ergebnis: Thermischer Nutzungsgrad im Heizbetrieb.

alle Nutzungsgrade ohne Berücksichtigung elektr. Hilfsenergie

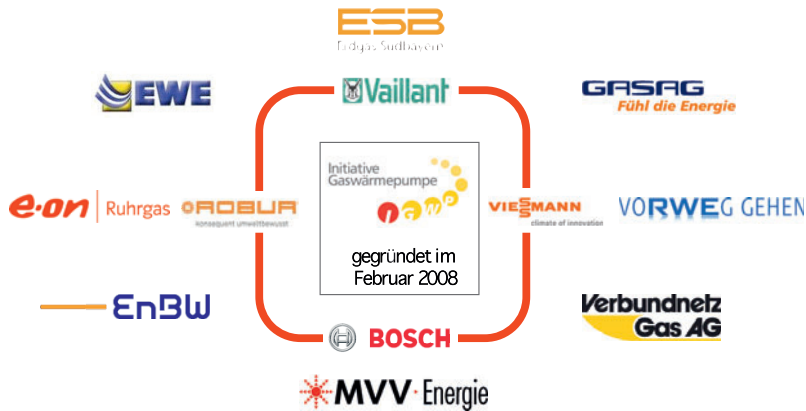


Bild 10. IGWP-Mitgliedsunternehmen.

Hierdurch hat die Erdgaslösung deutliche Systemvorteile, da die Erdwärmesonde kürzer ausgeführt werden kann. Dies geht direkt mit einer Reduzierung der Bohrtiefe einher.

Die vom Arbeitsmedium abgegebene Wärme kann für die Raumheizung und auch für die Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Unter dem Aspekt eines stetig sinkenden Heizwärmebedarfs von Gebäuden bieten sich insbesondere Gaswärmepumpen bis zu einer Leistung von 10 kW als eine mögliche Alternative zu den heute im Markt verfügbaren Heizgeräten an.

Allerdings können unabhängig vom Wärmepumpensystem nur bei optimaler Auslegung der Anlage und Einhaltung wichtiger Randbedingungen, wie z. B. Gebäudeheizbedarf, Heizsystem und Einbringung der Umweltwärme, hohe Einsparungen erzielt werden. Hierzu sind entsprechende Abstimmungen zwischen der Geräteindustrie und dem Handwerk erforderlich. Nur unter diesen Bedingungen kann die erwartete Energieeinsparung in der Praxis auch für den Kunden erreicht werden. Dies ist eine große Herausforderung für alle Marktpartner.

### 5. Feld- und Laborergebnisse mit Gaswärmepumpen

Neben den etablierten Elektrowärmepumpen sind in den letzten Jahren deutliche Fortschritte bei der Entwicklung

von Gaswärmepumpen auszumachen. In bereits laufenden Labortests werden verfahrenstechnisch unterschiedlich arbeitende Gaswärmepumpen untersucht und energetisch bewertet. Parallel durchgeführte Feldtests mit Vorseriengeräten in größerer Anlagenanzahl bestätigen die grundsätzliche Zuverlässigkeit und Betriebsicherheit der heute schon entwickelten Gaswärmepumpen. Beispielhaft sind hierzu in Bild 9 die Ergebnisse eines Feldtests von Bosch Thermotechnik aufgeführt.

Über alle Anlagen hinweg wurde ein mittlerer Nutzungsgrad von 1,16 im reinen Heizbetrieb erreicht. Unter Einbindung einer solarthermischen Anlage kann bereits mit diesem Vorseriengerät (Absorptionswärmepumpe mit Blasenpumpe) der Grenzwert des EEWärmeG (Jahresarbeitszahl von 1,2) eingehalten werden.

Weitere Schritte zur Nutzungsgraderhöhung durch Prozessoptimierungen bei gleichzeitiger Reduzierung der Herstellkosten sind aus der Sicht des Endkunden generell noch erforderlich und werden bei den Herstellern von Gaswärmepumpen bereits durchgeführt.

### 6. Die „Initiative Gaswärmepumpe“ (IGWP)

Die Notwendigkeit der konzertierten Zusammenarbeit und der gezielten Ausrichtung der Kräfte hat zu der Initiative Gaswärmepumpe geführt. Nach einiger Zeit der Vorbereitung wurde sie im Februar 2008 gegründet. Heute sind die im Bild 10 dargestellten Versorger EnBW, E.ON Ruhrgas, ESB, EWE, Gasag, MVV, RWE und VNG die treibende wirtschaftliche Kraft sowie auf technologischer Seite die Hersteller Bosch Thermotechnik, Robur, Vaillant und Viessmann.

Das gebündelte Know-how aller Mitglieder soll genutzt werden, die zukunftsweisende Technologie „Gaswärmepumpe“ für den Markt fit zu machen und ein neues, innovatives, den allgemeinen Anforderungen Rechnung tragendes Gasprodukt am Markt zu etablieren. Die eigentliche Geräteentwicklung liegt dabei in der Verantwortung der Geräteindustrie. Die umfangreichen Prüfstandtests und Felderprobungen werden gemeinsam im Verbund mit der Gasversorgungswirtschaft durchgeführt. Von den vier Herstellern werden bis zu 250 Gaswärmepumpen bis Ende 2010/Anfang 2011 an unterschiedlichen Standorten in Deutschland eingebaut und getestet. Erste Ergebnisse aus den Prüfstandsuntersuchungen zeigen bereits jetzt das große Potenzial der Gaswärmepumpentechnologie auf.

Der IGWP-Partner Robur wird zur Leitmesse ISH 2009 in Frankfurt eine serienreife Gasabsorptionswärmepumpe im relativ hohen Leistungsbereich von 15 kW bis 40 kW auf den Markt bringen. Die erzielten praxisnahen Prüfstandsergebnisse lassen eine hohe Energieeffizienz und auch Zuverlässigkeit des Gerätes erwarten.

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Energieeffizienz einer Wärmepumpenanlage ausgehend von den Umweltwärmequellen Erdwärmesonde / Erdkollektor über Solarkollektoren bis hin zu Luft abnimmt. Begleitend dazu werden im Rahmen der IGWP umfangreiche Systemanalysen und Optimierungen durchgeführt, um insbesondere bei Erdwärmesonden eine Effizienzsteigerung durch die Verbesserung des Wärmeeintrags zu erzielen. Eine bis zu 20%-ige Reduzierung der Sonden-



Leistung:	< 10 kW	< 10 kW	< 10 kW	15 - 40 kW
Status:	Labortest/ Feldtest	Labortest/ Feldtest	Labortest	Markteinführung E3 zur ISH 2009

Bild 11. Gaswärmepumpen in der IGWP.

länge kann nach heutigem Entwicklungsstand erwartet werden.

Einen Überblick, welche Geräte im Rahmen der IGWP getestet werden, gibt **Bild 11**.

Bei Gaswärmepumpen im kleineren Leistungsbereich bis 10 kW sind von den Geräteherstellern noch Entwicklungsaktivitäten mit umfangreichen Prüfstands- und Feldtests durchzuführen. Diese sind jedoch bei zwei Herstellern soweit vorangeschritten, dass bereits erste Feldtestuntersuchungen in der IGWP angelaufen sind. Parallel zu den technischen Arbeiten werden Marktpotenzialanalysen durchgeführt und eine durch die IGWP getragene Marketing-Aktion vorbereitet. Fachseminare und Schulungsprogramme für das installierende Handwerk sind ebenfalls zeitnah geplant.

## 7. Ausblick

Die umfangreichen Labortests werden zur Zeit in Abstimmung mit den Projektpartnern bei E.ON Ruhrgas durchgeführt. 250 Feldtestanlagen stehen in den nächsten zwei Jahren vor der Installation und sollen Aussagen zur Effizienz und Praxistauglichkeit der neu entwickelten Gaswärmepumpen zulassen. Erste Ergebnisse zeigen jetzt schon das große Potenzial dieser Technologie auf. Bereits in diesem Jahr beginnt die Markteinführung der Gasabsorptionswärmepumpen im Leistungsbereich bis 40 kW für größere Objekte und Mehrfamilienhäuser (Neubau und Bestand). Mit einer breiten Marktverfügbarkeit von Gaswärmepumpen für das Einfamilienhaus (Neubau) ist ab dem Jahr 2011 zu rechnen. Bei einer auch künftig erfolgreichen Weiterentwicklung der GWP-Produkte können mittelfristig die Gaswärmepumpentechnologien eine technische Ergänzung zu den heutigen Gasgeräten, insbesondere zum Brennwertkessel, im Wärmemarkt darstellen. Hierzu bietet die Initiative Gaswärmepumpe eine hervorragende Plattform.

## Autoren



Dipl.-Ing. **Hans Wackertapp**  
E.ON Ruhrgas AG | Essen |  
Tel. +49 201 184-3331 |  
E-Mail:  
hans.wackertapp@eon-ruhrgas.com



Dr.-Ing. **Matthias Brune**  
E.ON Ruhrgas AG | Essen |  
Tel. +49 201 184-4597 |  
E-Mail: matthias.brune@eon-ruhrgas.com



Dr.-Ing. **Rolf Albus**  
E.ON Ruhrgas AG | Essen |  
Tel. +49 201 184-8652 |  
E-Mail: rolf.albus@eon-ruhrgas.com



Dipl.-Ing. **Werner Weßing**  
E.ON Ruhrgas AG | Essen |  
Tel. +49 201 184-8695 |  
E-Mail: werner.wessing@eon-ruhrgas.com