



Mit Gas-Adsorptionswärmepumpen heizen

Ein Gas-Adsorptionsheizgerät für Ein- und Mehrfamilienhäuser kombiniert Brennwerttechnik mit einem Wärmepumpenmodul



Brennwerttechnik galt lange als energiesparendste Technologie, um Ein- oder Zweifamilienhäuser mit Gas zu beheizen. Die konsequente Weiterentwicklung stellen nun Adsorptions-Heizgeräte dar. Sie kombinieren Brennwerttechnik mit einem thermischen Wärmepumpenmodul auf Zeolith-Wasser-Basis. Dieses nutzt Erdwärme oder Solarenergie und reduziert den Brennstoffverbrauch um mehr als 20 Prozent gegenüber der Brennwerttechnik. Die Geräte eignen sich speziell für Neubauten sowie für sanierte Altbauten mit moderatem Wärmebedarf.

Im Rahmen der Energieforschung hat das Bundeswirtschaftsministerium die Entwicklung dieser aussichtsreichen Technologie gefördert. Zwei deutsche Heizgeräte-Hersteller haben Zeolith-Wärmepumpen für den kleinen Leistungsbereich (bis 15 kW) auf den Markt gebracht. Das hier vorgestellte Heizgerät von Viessmann nutzt für die Heizung und Warmwasserbereitung als Umweltenergie Erdwärme oder solare Wärme oder eine Kombination aus beiden.

Das Heizgerät besteht aus zwei Modulen: Ein thermisches Wärmepumpenmodul deckt die Grundlast der Gebäudebeheizung. Der Wärmepumpenprozess benötigt als Antrieb Wärme auf hohem Temperaturniveau. Diese liefert eine integrierte Gas-Brennwertwärmezelle. Sie hat zusätzlich die Aufgabe, Bedarfsspitzen an kalten Tagen und die Warmwasserbereitung effizient abzudecken. Da das Wärmepumpenmodul somit nur für eine Teillast ausgelegt ist, kann die Kälteentzugsleistung vergleichsweise klein (<2 kW) dimensioniert werden. Im Vergleich zu einer monovalenten Elektro-Wärmepumpe benötigt das Gas-Adsorptionsheizgerät somit deutlich weniger Umgebungswärme. Es können daher Erdflachkollektoren, Erdwärmekörbe oder kurze Erdwärmesonden (Gesamtlänge etwa 50 m) genutzt werden. Alternativ eignen sich als solare Wärmequelle Solaranlagen mit drei bis fünf Flach- oder Röhrenkollektoren.

Dieses Forschungsprojekt wird gefördert vom

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Feldtests erwiesen die Praxistauglichkeit

Die Praxistauglichkeit des Heizgerätes erprobten die Entwickler in zwei aufeinander aufbauenden deutschlandweiten Feldtests. Von Oktober 2010 bis Dezember 2012 wurden zwei Prototypengenerationen in 15 Gebäuden vermessen. Die Forscher gaben bei der Gebäudeauswahl einheitliche Kriterien vor, um Messwerte der einzelnen Anlagen vergleichen zu können. Beispielsweise sollte eine Niedertemperaturheizung vorhanden sein, die mit Vor- und Rücklauftemperaturen von 40 °C / 30 °C oder besser arbeitet. Abhängig von der Gebäudeausrichtung, der Bewohneranzahl und dem Wunsch des Hausbesitzers wurde ein Teil der Anlagen zusätzlich mit einer thermischen Solaranlage kombiniert.

Effizienz im realen Betrieb

Das Nutzerverhalten hat im realen Betrieb einen maßgeblichen Einfluss auf die Effizienz und muss bei der Bewertung berücksichtigt werden. Ein Vergleich der Prüfstandergebnisse mit in der Praxis ermittelten Daten sollte zeigen, wie gut das Zeolith-Kompaktgerät mit Messungen nach der VDI-Richtlinie erfasst wird. Abbildung 3 zeigt exemplarisch für zwei ausgewählte Gebäude aus dem zweiten Feldtest die Gesamt-Jahresnutzungsgrade. Den beiden Systemen ohne solare Unterstützung wurden die Messwerte des Prüfstands mit einem Warmwasseranteil von 20 % gegenübergestellt. Die gute Übereinstimmung zeigt, dass sich die VDI-Richtlinie sehr gut eignet, das Heizgerät in Verbindung mit einer Erdsonde zu vermessen.

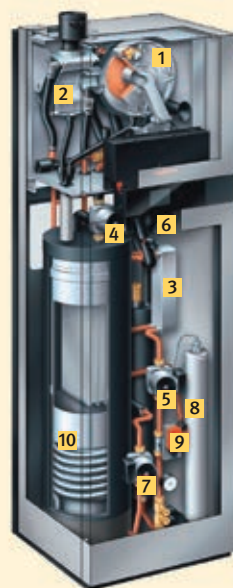
In einer Felduntersuchung der FH Braunschweig lagen die real gemessenen Nutzungsgrade von Brennwertanlagen bei maximal 95 %, bezogen auf den Brennwert. Demnach bietet das Zeolith-Kompaktgerät eine um 27 % höhere Effizienz.

Die Anlagen verbrauchten während der Heizperiode zwischen 2,5 und 3 kWh elektrische Energie pro Tag. Berücksichtigt wurden alle internen Verbraucher des Kompaktgerätes inkl. der Solepumpe, nicht aber Zirkulationspumpen und externe Heizkreispumpen.

Solaranlage bringt Effizienzplus

Der Vergleich der im Feld ermittelten Daten mit den Prüfstandsergebnissen für Anlagen mit solarer Unterstützung lässt etwas größere Abweichungen erkennen. Alle Anlagen werden mit der Heiznetztemperaturpaarung 40/30 betrieben und sind mit einer Zirkulation ausgestattet. Die Zirkulationszeiten der Anlagen sind nutzerspezifisch und somit unterschiedlich eingestellt. Außerdem haben die jeweiligen Zirkulationsleitungen aller Anlagen verschiedene Längen. Die unterschiedlichen Betriebsweisen der Zeolith-Kompaktgeräte und der Einfluss der unterschiedlichen Warmwasser-Zirkulationsverluste dürfte die Abweichungen begründen. Beispielsweise beträgt der Warmwasser-Anteil der Anlage Mötzingen ca. 40 %, die Warmwasser-Anteile der übrigen Anlagen bewegen sich zwischen 18 % und 24 %. Auch ohne Berücksichtigung der Zirkulationsverluste bewerten die Forscher den Berechnungsansatz des Jahresnutzungsgrades gemäß der VDI-Richtlinie für diese Anwendung der Gas-Wärmepumpe als sehr plausibel.

Für den Gesamt-Nutzungsgrad, der die Warmwasser-Bereitstellung mit einbezieht, ermittelten die Forscher je nach Anlage Werte zwischen 126 % und 140 %. Gas-Brennwertanlagen mit solarer Trinkwassererwärmung erreichen im realen Betrieb Nutzungsgrade von maximal 100 %



- 1 Brennwertmodul
- 2 Nachschaltwärmetauscher
- 3 Systemtrennung
- 4 Sorberkreispumpe 1 (Hochtemperatur)
- 5 Sorberkreispumpe 2 (Niedertemperatur)
- 6 Heizkreispumpe
- 7 Primärkreispumpe
- 8 Integrierter Druckausgleichsbehälter
- 9 Regelventil
- 10 Zeolithwärmepumpenmodul

Abb. 1 Aufbau des Adsorptions-Heizgeräts

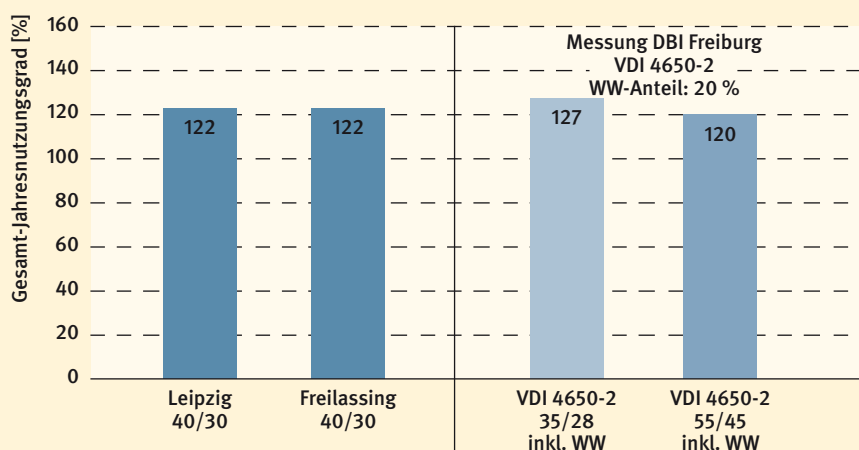


Abb. 2 Thermische Nutzungsgrade ohne solare Trinkwasserunterstützung

bezogen auf den Brennwert. Das in dem Forschungsprojekt entwickelte Zeolith-Kompaktgerät übertrifft diese somit um 26 bis 40 %.

Lebensdauer der Prototypen

Sämtliche Bauteile des Zeolith-Kompaktgerätes legten die Forscher auf eine Lebensdauer von 200.000 Zyklen bei 3.500 Stunden Heizbetrieb pro Jahr aus. Dies sollte eine Gesamtlebensdauer von 12 bis 15 Jahren gewährleisten. Messungen an zwei Anlagen des Feldtests zeigten jedoch, dass mit lediglich ca. 10.000 Zyklen pro Jahr zu rechnen ist. Somit dürfte die tatsächliche Lebensdauer den Zielwert deutlich übersteigen. Das Wärmepumpenmodul ist hermetisch geschlossen und damit über die gesamte Nutzungsdauer wartungsfrei.

Erfahrungen von Nutzern und Installateuren

Zum Abschluss des Feldtests befragten die Forscher sowohl die Hausbewohner als auch die beteiligten Heizungsinstallateure zu ihren Erfahrungen. Die Anlagenbetreiber bescheinigen der Anlage einen geringen Geräuschpegel, obwohl die Aufstellräume teilweise im Wohnbereich der Häuser lagen. Sie lobten zudem die einfache und intuitive Bedienbarkeit der Regelung. Im Resümee ihrer Erfahrungen würden alle Betreiber nochmals an einem Feldtest mit dem Zeolith-Kompaktgerät teilnehmen und die Anlage im Bekanntenkreis weiterempfehlen. Mittlerweile wurden alle Feldtestanlagen durch Seriengeräte ersetzt.

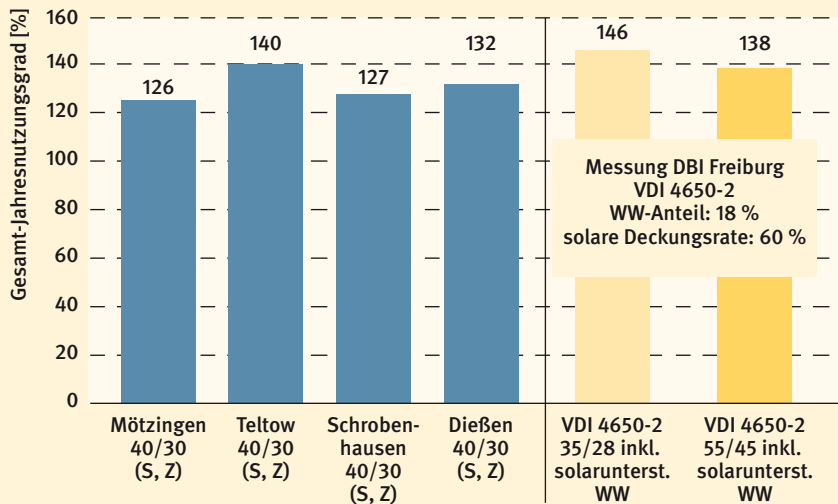


Abb. 3 Gesamt-Jahresnutzungsgrade mit solarer Trinkwasserunterstützung

Wärmequelle	Heizbetrieb bei TV/TR		Trinkwassererwärmung (ohne solare Unterstützung)
	35/28 °C	55/45 °C	
Erdwärme			
Jahresnutzungsgrad Beheizung gemäß VDI 4650-2	124 (H_s)/ 138 (H_i)	115 (H_s)/ 128 (H_i)	109
Jahresheizzahl Beheizung (einschließlich Stromverbrauch) gemäß VDI 4650-2 (für Berechnung in DIN V 18599)	1,31	1,24	1,08
Elektrische Leistungsaufnahme	0,124 kW	0,072 kW	0,092 kW
Solarthermie			
Jahresnutzungsgrad Beheizung gemäß VDI 4650-2	125 (H_s)/ 139 (H_i)	116 (H_s)/ 129 (H_i)	110
Jahresheizzahl Beheizung (einschließlich Stromverbrauch) gemäß VDI 4650-2 (für Berechnung in DIN V 18599)	1,32	1,25	1,08
Elektrische Leistungsaufnahme	0,122 kW	0,071 kW	0,092 kW

Abb. 4 Kenndaten des Seriengerätes gemäß VDI 4650-2

Die befragten Heizungsinstallateure wollen das Zeolith-Kompaktgerät nach der Markteinführung anbieten. Sie schätzten den Aufwand für Montage und Inbetriebnahme ähnlich gering ein wie den für eine Brennwertanlage mit solarer Unterstützung. Als hilfreich erwies sich dabei die Teilbarkeit der Anlage.

Vom Prototypen zum Seriengerät

Das optimierte Seriengerät ist seit 2014 auf dem Markt. Das Wärmepumpenmodul arbeitet im Leistungsbereich zwischen 1,8 und 4,8 kW und deckt bis zu 80 % der Jahresheizarbeit. Ab einer Heizlast von 4,8 kW unterstützt das Gas-Brennwertgerät die Wärmeerzeugung bis zu einer Spitzenleistung von 11 kW. Ab 2015 wird eine leistungsgesteigerte Variante mit einer Spitzenheizleistung von 15 kW angeboten. Für die schnelle Trinkwassererwärmung steht immer eine Boosterleistung von 15 kW zur Verfügung. Bei einer Vorlauf-/Rücklauf-Temperaturpaarung von 35/28 °C wird ein Jahresnutzungsgrad von 139 % erreicht (gemäß VDI 4650 Blatt 2).

Für das Gerät bietet der Hersteller für die Wärmequellen Solarthermie sowie Erdkollektor vielfältige Materialpakete an. Ein besonderer Vorteil ist, dass im Bestand vielfach vorhandene Solaranlagen anderer Hersteller auch als Wärmequelle genutzt werden können, ohne dass zusätzliche Erdarbeiten oder Montage auf dem Dach nötig wären.

Das Heizgerät bietet die Möglichkeit, einen automatisierten hydraulischen Abgleich durchzuführen. Der Fachhandwerker kann in der Regel in weniger als einer Stunde die Optimierung der gesamten Anlagenhydraulik durchführen.



Ein physikalischer Prozess macht Umweltwärme nutzbar

Das Wärmepumpenmodul des Heizgerätes arbeitet mit dem Kältemittel Wasser. Als Adsorptionsmittel dient ungiftiges und umweltverträgliches Zeolith. Das mikroporöse keramische Mineral kann im trockenen Zustand erhebliche Mengen Wasserdampf adsorbieren und dabei Bindungswärme freisetzen. Diesen physikalischen Effekt nutzt das Wärmepumpenmodul. Es arbeitet in einem zyklischen Prozess mit zwei Phasen:

Verdampfung und Adsorption

In der ersten Phase rieselt das Kältemittel Wasser auf die Oberfläche eines Edelstahlrohrwärmetauschers als Verdampfer. Die Umweltwärme wird entweder aus einem Erd- oder einem Solarkollektor entnommen. Die Umweltwärme lässt das Kältemittel Wasser verdampfen. Entscheidend ist: Hierfür reichen schon niedrige Temperaturen ab etwa 4 °C aus, denn der Prozess läuft in einem hohen Vakuum ab. Von dem Verdampfer strömt der Kältemittel-Wasserdampf in den Sorber. Dieser besitzt eine große Wärmeübertragerfläche, die mit Zeolith beschichtet ist. Das Zeolith adsorbiert den Wasserdampf und gibt dabei Bindungswärme im Temperaturbereich bis etwa 80 °C ab. Durch diesen Prozess kann die zugeführte Umweltenergie auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben werden. Die Wärme wird über den Wärmeübertrager in das Heizsystem eingespeist.

Desorption und Kondensation

Sobald der Zeolith mit Wasser gesättigt ist, beginnt als zweite Phase die Desorption. Dazu erhitzt die Gasbrennwerteinheit den Zeolithsorber, sodass das gebundene Wasser ausgedampft (desorbiert) wird. Der Wasserdampf kondensiert an der Innenseite der Behälterdoppelwand, welche als Kondensator fungiert und gibt dabei die vorher vom Brenner aufgenommene Wärme als Kondensationswärme wieder an das Heizungsnetz ab. Die Wärmezufuhr wird beendet, wenn der Zeolithsorber trocken ist. Jetzt kann der Kreisprozess von vorne beginnen.

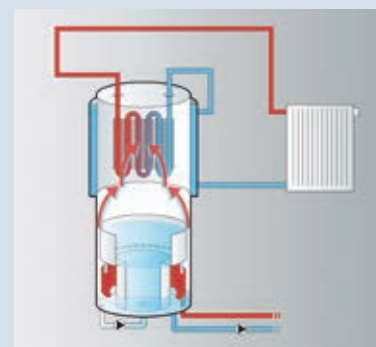


Abb. 5 Verdampfung und Adsorption

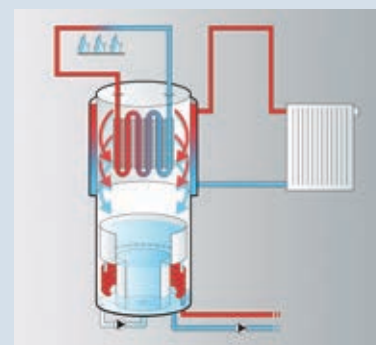


Abb. 6 Desorption und Kondensation



Der Markt wächst

Gasbetriebene Wärmepumpen wurden bis vor wenigen Jahren nur im größeren Leistungsbereich angeboten. Jetzt haben sich kleine Geräte auf dem Markt etabliert. Dies ist nicht zuletzt auch ein Erfolg der Initiative Gas-Wärmepumpe IGWP. Zu dieser schlossen sich 2008 die Hersteller Bosch Thermotechnik GmbH, Vaillant, Viessmann und Robur mit acht Gasversorgern zusammen. Die auf vier Jahre angelegte Allianz bündelte die Kompetenzen der Mitglieder, um unterschiedliche Konzepte der Gas-Wärmepumpe für den Markt fit zu machen. Deutschlandweit installierten die Kooperationspartner rund 250 Gas-Wärmepumpen an unterschiedlichen Standorten in Deutschland und testeten sie. Im Ergebnis können die Hersteller jetzt Gas-Wärmepumpen für unterschiedliche Einsatzzwecke und Leistungsbereiche anbieten.

Weitere Gas-Wärmepumpen

Ebenfalls vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert wurde die Entwicklung einer Adsorptions-Wärmepumpe durch die Firma Vaillant (BINE-Projektinfo 2/2005). Genau wie das Kompaktgerät von Viessmann nutzt sie Zeolith und Wasser als Arbeitsmittelpaar. Es wird als System mit Solarkollektoren und Warmwasserspeicher in zwei Leistungsgrößen bis 15 kW angeboten.

Die ASUE e.V. stellt als Interessensverband von Gasversorgern eine regelmäßig aktualisierte Marktübersicht verfügbarer Gas-Wärmepumpen bereit. Sie umfasst gasmotorisch angetriebene Wärmepumpen, Gasklimageräte sowie Gas-Adsorptions- und Absorptions-Wärmepumpen.

Projektbeteiligte

» **Projektleitung:** Viessmann Werke GmbH & Co KG, Allendorf, Dr. Bernd Hafner, drhf@viessmann.com

Links und Literatur

- » www.viessmann.de/
- » Dawoud, B. (Hrsg.): Entwicklung eines innovativen gasbetriebenen Zeolith-Kompaktgerätes. Ein Beitrag zur Steigerung der Energieumwandlungseffizienz und Emissionsminderung (Phase II). Abschlussbericht FKZ 0327435B. Viessmann Werke Allendorf GmbH (Hrsg.). August 2013.
- » Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (ASUE), Berlin (Hrsg.): Marktübersicht Gaswärmepumpen 2013/14. 20 S. Download unter <http://asue.de/themen/gaswaermepumpe-kaelte/broschueren/marktuebersicht-2013.html>

Mehr vom BINE Informationsdienst

- » Miara, M. u.a.: Wärmepumpen. Heizen – Kühlen – Umweltenergie nutzen. FIZ Karlsruhe. BINE Informationsdienst, Bonn (Hrsg.). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2013. 160 S., 29,80 Euro, ISBN 978-3-8167-9046-4 (Print), ISBN 978-3-8167-9047-1 (E-Book)
- » Henning, H.-M. u.a.: Kühlen und Klimatisieren mit Wärme. FIZ Karlsruhe. BINE Informationsdienst, Bonn (Hrsg.). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2012 (unveränderter Nachdruck). 160 S., 24,80 Euro, ISBN 978-3-8167-8324-4 (Print), ISBN 978-3-8167-8703-7 (E-Book)
- » Mit Wärme kühlen. BINE Projektinfo 07/2012
- » Erdgekoppelte Wärmepumpen für Neubauten. BINE Projektinfo 03/2010
- » Heizen mit Zeolith-Heizgerät. BINE-Projektinfo 02/2005
- » Elektrisch angetriebene Wärmepumpen. BINE Themeninfo 1/2013
- » Dieses Projektinfo gibt es auch online und in englischer Sprache unter www.bine.info/Projektinfo_03_2015

BINE Informationsdienst berichtet aus Projekten der Energieforschung in seinen Broschürenreihen und dem Newsletter. Diese erhalten Sie im kostenlosen Abonnement unter www.bine.info/abo

Impressum

Projektorganisation
Bundesministerium
für Wirtschaft und Energie (BMWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Dr. Claus Börner
52425 Jülich

Förderkennzeichen
0327435A,B

ISSN
0937 - 8367

Herausgeber
FIZ Karlsruhe · Leibniz-Institut
für Informationsinfrastruktur GmbH
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Autor
Dr. Franz Meyer

Urheberrecht
Titelbild und alle weiteren Abbildungen:
Viessmann Werke GmbH & Co KG,
Allendorf

Eine Verwendung von Text und
Abbildungen aus dieser Publikation ist
nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion
gestattet. Sprechen Sie uns an.

Kontakt · Info

Fragen zu diesem Projektinfo?
Wir helfen Ihnen weiter:

0228 92379-44
kontakt@bine.info

BINE Informationsdienst
Energieforschung für die Praxis
Ein Service von FIZ Karlsruhe

Kaiserstraße 185-197
53113 Bonn
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages