

# Split-Wärmepumpe mit Inverter-Steuerung

## Neue Wärmepumpentechnik für effiziente Beheizung von Wohngebäuden

Christian Bremer, Spartenleiter Luftbefeuchtung / Energieeffizienz



Abb. 1: Heizraum-Abwicklung mit Wärmepumpen-Inneneinheit, hydraulischem Trennspeicher, 3-Wege-Verteilventil und Wärmepumpen-Brauchwasserspeicher. Die Rohrleitungen sollen zudem mit einer Wärmedämmung versehen werden (zu Demonstrationszwecken hier nicht erfolgt).

Luft/Wasser-Wärmepumpen in Split-Bauweise mit stufenloser Regelung der Heizleistung haben sich heute zunehmend am Markt etabliert. Trotz Siegeszug dieser Technik müssen wichtige Einflussfaktoren und konstruktive Gerätedetails beachtet werden. Nur so lässt sich das gesamte Einsparpotential gegenüber konventionellen Wärmeerzeugern voll ausschöpfen.

Herkömmliche Wärmepumpen werden ausschließlich über Thermostat gesteuert. Wird die eingestellte Vorlauftemperatur erreicht, schaltet sich das Gerät aus und bei Unterschreitung wieder ein. Gerade bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, welche witterungsbedingt große Leistungsunterschiede aufweisen, erfordert dies den Einbau entsprechend großer Pufferspeicher.

### VORTEILE DER INVERTERSTEUERUNG

Wärmepumpen mit Invertersteuerung passen dagegen die Kompressordrehzahl stufenlos an den tatsächlichen Wärmebedarf an. Die längste Zeit des Jahres arbeiten die Geräte somit nur im Teillastbetrieb, Schaltzyklen werden reduziert, die Wärmepumpen laufen leise und verbrauchen weniger Energie.

### HOHER COP-WERT KEINE GARANTIE FÜR HOHE JAHRESARBEITSAHLE

Als Gütekriterium für Wärmepumpen wird häufig der COP-Wert herangezogen. Die-

ser gibt das Verhältnis zwischen abgegebener Wärmeleistung und elektrischer Leistungsaufnahme einschließlich Hilfsaggregaten, Abtaufunktion und anteiliger Pumpenleistung wieder. COP-Werte können aber jeweils nur für einzelne Betriebspunkte bestimmt werden und erlauben deshalb keine energetische Bewertung der Gesamtanlage, Abb.2.

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) dagegen bezeichnet das Verhältnis von abgegebener Wärmemenge und aufgenommener elektrischer Energie über ein ganzes Jahr hinweg – ebenfalls unter Einrechnung der genannten Hilfsenergie-Verbräuche. Sie

wird deshalb auch als Jahresnutzungsgrad bezeichnet und eignet sich sehr gut zur energetischen Bewertung der Gesamtanlage. Grundlage für staatliche Förderungen der Bundesregierung ist der Nachweis von Mindestwerten der JAZ nach dem standardisierten Rechenverfahren der VDI 4650 Teil1, welches auf meteorologischen Durchschnittswerten basiert.

### EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE JAHRESARBEITSAHLE

Die tatsächliche, unter Praxisbedingungen erreichbare JAZ weicht meist von diesen theoretisch errechneten Werten ab und wird von einer ganzen Reihe von Faktoren beeinflusst, welche, durch die individuelle Nutzung bedingt, auf die Konzeption der Gesamtanlage und auf konstruktive Eigenschaften der eingesetzten Wärmepumpentechnik zurückzuführen sind.

### NUTZUNGSBEDINGTE EINFLUSSFAKTOREN

Ganz allgemein ergeben sich immer dann geringere JAZ, wenn die Wärmepumpe höheren Heizbedarf als ursprünglich be-

## BOA-Systronic® von KSB. Energie und Kosten sparen mit System.

Die intelligente Kombination aus Pumpe und Armatur macht das bisher verborgene Einsparpotenzial nutzbar. Mit den Hocheffizienzpumpen von KSB sparen Sie einfach Strom – mit der Systemlösung BOA-Systronic® sparen Sie doppelt.

Weitere Vorteile: 

- Garantierte Einsparung an Pumpenenergie
- Zukunftsichere Planung
- Zusätzliche Einsparung an Brennstoffkosten
- Durchgängige Systemlösung

Informieren Sie sich zu BOA-Systronic® und der KfW-Förderung unter [www.ksb.com/boa-systronic](http://www.ksb.com/boa-systronic)



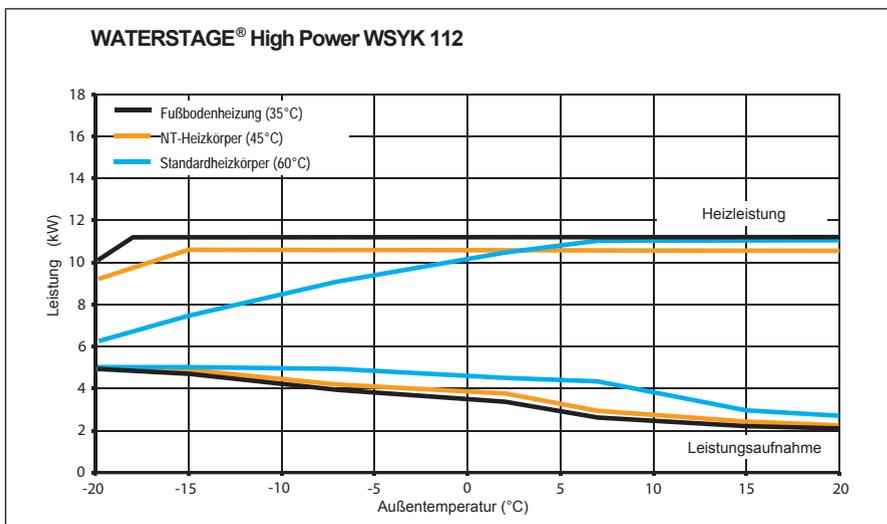


Abb.2: Leistungskennlinien einer Wärmepumpe. Durch ihre konstante Heizleistung auch bei niedrigen Außentemperaturen kann auf eine elektrische Zusatzheizung häufig komplett verzichtet werden.

rechnet abdecken muss. Nutzungsbedingt kann dies durch größeren Gebäudewärmebedarf, höhere erforderliche Vorlauftemperaturen und höheren Brauchwasserbedarf der Fall sein. Auch der Betrieb von Zirkulationspumpen führt zu erhöhten Wärmeverlusten und senkt die JAZ entsprechend ab. Bei Einfamilienhäusern liegen erfahrungsgemäß kurze Leitungswege vor und meist ist dort eine Warmwasserzirkulation auch nicht erforderlich. Wenn auf die Zirkulation nicht verzichtet werden soll, ist eine zeitliche Steuerung mit möglichst kurzen bedarfsgerechten Zirkulationszeiten vorzusehen. Witterungsbedingte Einflüsse, etwa bei kalten Wintern, ergeben ebenfalls entsprechende Abweichungen. Ebenso muss in den ersten Jahren mit erhöhtem

Heizbedarf, bedingt durch die Gebäudeaustrocknung, gerechnet werden.

### KONSTRUKTIV BEDINGTE FAKTOREN

Nutzungsbedingte Faktoren richten sich in der Regel nach individuellen Anforderungen und können weder von der Gerätetechnik noch von der Anlagenkonzeption beeinflusst werden. Konstruktive Elemente der verwendeten Wärmepumpentechnik und der Anlageninstallation haben jedoch ebenfalls wesentlichen Einfluss auf die Gesamteffizienz und die erreichbaren Jahresarbeitszahlen. Geschickte Planung und Auswahl effizienter Wärmepumpentechnik leisten hier einen wichtigen Beitrag zu sparsamem Heizbetrieb.

### DIMENSIONIERUNG DER WÄRMEPUMPEN

Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen hängt deren erreichbare Heizleistung üblicherweise von der vorhandenen Außenlufttemperatur ab. Bei kalter Witterung kann fehlende Heizleistung durch Zuschalten von Elektroheizstäben ausgeglichen werden. Dies mindert die Anlageneffizienz aber erheblich. Deshalb kommt es auf die richtige Dimensionierung der Wärmepumpen an. Luft/Wasser-Wärmepumpen haben eine typische und durch die Konstruktion des Kältekreislaufes bedingte Kennlinie. Moderne Geräte mit Liquid-Injection Technologie wie WATERSTAGE® High Power erreichen einen sehr flachen bzw. sogar waagrechten Kennlinienverlauf. Somit stehen auch bei kalten Außentemperaturen noch hohe Heizleistungen zur Verfügung, weshalb nur noch selten und in vielen Fällen gar nicht mehr elektrisch zugeheizt werden muss.

### MODERNE KÄLTETECHNIK MIT LIQUID-INJECTION TECHNOLOGIE

Kältetechnisch stehen heute verschiedene Möglichkeiten zur Leistungsverbesserung bei Wärmepumpen zur Verfügung. Optimale Ergebnisse werden derzeit mit der Einspritzung flüssigen Kältemittels in den Kompressor (Liquid Injection) erzielt, Abb.3. Der besondere Vorteil liegt dabei in konstant hohen Heizleistungen und Vorlauftemperaturen selbst bei kalter Außenluft.

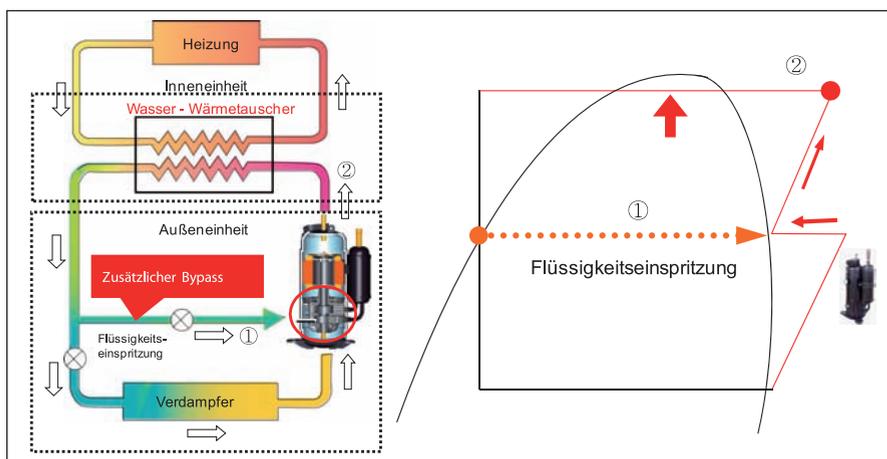


Abb.3: Kältekreislauf WATERSTAGE® High Power mit dazugehörigem log p, h - Diagramm. Die Liquid-Injection Technologie (1) ermöglicht hohe Vorlauftemperaturen (2) und optimierte Leistungswerte bei Luft/Wasser-Wärmepumpen.

### HYDRAULISCHE EINBINDUNG DER WÄRMEPUMPE

In puncto Effizienz kommt der hydraulischen richtigen Einbindung der Wärmepumpen in das Heizsystem eine große Bedeutung zu. Bei zu geringem Wasserdurchfluss durch die Wärmepumpe wird die Temperaturpreizung im Wärmetauscher erhöht. Durch den höheren Kondensationsdruck im Kältekreis steigt die Verdichterarbeit trotz ansonsten gleicher Heizleistung an, was sich in schlechteren JAZ niederschlägt. Deshalb sollen Wärmepumpen immer über eine hydraulische Weiche, noch besser über einen Trennspeicher in das Heizungsnetz eingebunden werden.

## FROSTSCHUTZ UND ENERGIE- VERBRAUCH BEI ABTAUBETRIEB

Ein wichtiges Kriterium für die Gesamteffizienz ist bei Luft/Wasser-Wärmepumpen die für den Abtaubetrieb benötigte Energie. Abtauphasen sind immer dann erforderlich, wenn wegen der vorhandenen Außenluftzustände Eisansatz am Verdampfer entsteht. Meist ist dies im Temperaturbereich um den Gefrierpunkt der Fall. Bei noch tieferen Temperaturen ist die Eisbildung wegen der geringeren Wassergehalte der Außenluft wieder rückläufig bzw. nicht mehr vorhanden. Abtaubetrieb erfolgt durch Umkehrung des Kältekreislaufes. Dabei wird dem Heizungsnetz für kurze Zeit Wärme entzogen, welche für den Abtauvorgang benötigt wird. Es wird aber auch die grundsätzliche Problematik der Abtauuung deutlich: Die erforderliche Wärmemenge muss über das zuvor erwärmte Heizwasser bereitgestellt werden. Ein hydraulischer Trennspeicher mit ausreichendem Wasservorrat leistet hier wertvolle Dienste. Generell ist also ein ausreichend hoher Heizwasserdurch-

fluss im Wärmetauscher erforderlich. Ist dieser zu gering, besteht bei Abtauphasen akute Frostgefahr im Wärmetauscher. Müssen eingebaute elektrische Heizstäbe die Frostschutzfunktion während den Abtauphasen übernehmen, reduziert das die erreichbare Jahresarbeitszahl beträchtlich. Energetisch besser ist der Einsatz von Koaxial-Wärmetauschern. In einem Tank mit ausreichendem Wasservorrat ohne zusätzliche elektrische Frostschutzheizung bei Abtaubetrieb.

## AUSLEGUNG DES WARMWASSER- SPEICHERS

Wärmepumpen arbeiten mit vergleichsweise niedrigen Vorlauftemperaturen. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen treten zudem Leistungsschwankungen je nach vorhandener Außenlufttemperatur auf. Dies muss bei der Dimensionierung von Speicherinhalt und Wärmetauscherfläche berücksichtigt werden. Einerseits muss der Wärmetauscher eine schnelle Aufheizung bei geringeren Vorlauftemperaturen ermöglichen.

Andererseits muss die hohe verfügbare Heizleistung bei sommerlichen Temperaturen ebenfalls möglichst vollständig übertragen werden um unerwünschtes Takten zu vermeiden. Für effizienten Betrieb sind Brauchwassertemperaturen von 43..45°C praktikabel, weshalb der Speicherinhalt etwas größer als bei höheren Warmwassertemperaturen gewählt werden muss.

## EINE BITTE ZUM SCHLUSS

An der Anlageninstallation auftretende Wärmeverluste führen immer zu einer unerwünschten Reduzierung der Anlageneffizienz. Deshalb bitte an die richtige Wärmedämmung von Rohrleitungen, Pumpengruppen, hydraulische Weichen und sonstigen Einzelkomponenten denken!

*Autor*

*Christian Bremer, Spartenleiter  
Luftbefeuchtung / Energieeffizienz  
Walter Meier (Klima Deutschland),  
Garching-Hochbrück*

*Fotos / Grafiken: Walter Meier  
[www.waltermeier.com](http://www.waltermeier.com)*



## VONARIS

### KONVEKTOREN & HEIZWÄNDE



- puristisches Design
- Leistungsstark
- Größe Typenvielfalt
- in vielen RAL- und Sanitärfarben erhältlich

