

Wärmepumpen in Kaskadenschaltung Heizleistung dem Bedarf anpassen

In der Heiztechnik spielen regenerative Energien eine zunehmend größere Rolle, sowohl im privaten, als auch im industriellen und gewerblichen Bereich. Wärmepumpen decken dabei vom kleinen bis zum großen Heizleistungsbedarf ein breites Einsatzspektrum ab. Neben verschiedenen Wärmequellen bietet sich dazu die Kaskadierung von Wärmepumpen an, um z.B. einem stark schwankenden Heizenergiebedarf effizient Rechnung zu tragen.

Aufgrund der relativ hohen Anschaffungskosten hatte es die Monoblock-Wärmepumpe lange Zeit schwer, sich auf dem Markt zu etablieren. Doch die zunehmend effiziente Technik, niedrige Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern stellen stärker werdende Argumente für eine solche Lösung dar. Hinzu kommen zahlreiche Förderungsmöglichkeiten. Diese Rahmenbedingungen haben dazu geführt, dass die Technologie Wärmepumpe auch in größeren Gebäuden immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Welche Energiequelle kommt infrage?

Welche Art von Wärmepumpe sich empfiehlt, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten vor Ort ab. Sole/Wasser-Wärmepumpen nutzen zur Wärmegewinnung entweder horizontale Erdregister oder vertikale Erdsonden. Erstere benötigen je nach erforderlicher Leistung eine entsprechend große Grundstückfläche für das Rohrsystem. Zudem muss unter Umständen eine wasserrechtliche Genehmigung eingeholt werden. Bei der Verwendung von Erdwärmesonden ist diese in jedem

Fall erforderlich. Darüber hinaus ist im Vorfeld ein geologisches Fachgutachten nötig, das Beschaffenheit, Schichtenfolge und Wärmeleitfähigkeit des Bodens klärt. Je feuchter das Erdreich ist, desto besser funktioniert die Wärmeübertragung und desto größer ist demzufolge auch die Entzugsleistung.

Wasser/Wasser-Wärmepumpen beziehen die benötigte Wärmeenergie aus dem Grundwasser. Voraussetzung ist, dass dieses in ausreichender Menge und Qualität wenige Meter unter der Erdoberfläche zur Verfügung steht. Da das Grundwasser selbst an kalten Wintertagen Temperaturen um die 10 °C erreicht, kann die Energieeffizienz gegenüber der Entnahme aus dem Erdreich höher sein. Ist kein Grundwasser verfügbar, eignen sich unter bestimmten Voraussetzungen auch nahe gelegene Seen oder Flüsse als Energiequelle. Beide Varianten sind genehmigungspflichtig und erfordern ein wasserrechtliches Gutachten, für das die untere Wasserbehörde zuständig ist.

Den geringsten Aufwand bei der Erschließung der Wärmequelle benötigen Luft/Wasser-Wärmepumpen, weshalb diese Variante besonders beliebt und günstig ist. Zudem kann sie ohne behördliche Genehmigung aufgestellt werden. Für den einwandfreien Betrieb ist die sorgfältige Auslegung wichtig. Denn wird die Wärmepumpe auf einen zu tiefen Temperaturpunkt ausgelegt, ist das Gerät während des größten Teils des Jahres überdimensioniert, was sich negativ auf die Betriebskosten auswirkt. Auch der Schallschutz muss bei der Planung berücksichtigt werden.

Kaskadierung von Wärmepumpen

Wenn der Wärmebedarf eines Objekts nicht über eine Wärme-

pumpe allein gedeckt werden kann oder wenn der Bedarf starken Schwankungen unterliegt, bietet sich eine Kaskadierung an. Infrage kommen sowohl große gewerbliche Bauten, wo generell eine hohe Heizleistung notwendig ist, als auch Mehrfamilienhäuser mit unterschiedlichem Wärmebedarf. Häufig Anwendung in der Praxis findet beispielsweise die Kombination mehrerer Luft/Wasser-Wärmepumpen. Ebenfalls beliebt ist die Kaskadierung von Sole/Wasser-Wärmepumpen mit unterschiedlichen Erdwärmetauschern sowie die Zusammenschaltung von Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen. Bei der letztgenannten Variante deckt die Erdwärmepumpe die Grundlast ab und die Luft/Wasser-Wärmepumpe schaltet sich zur Abdeckung der Spitzenlast zu.

Modulation von Kaskaden

Die Modulation, also die Anpassung der Leistung an den tatsächlichen Heizenergiebedarf, erfolgt bei herkömmlichen Wärmepumpen-Kaskaden über das Zu- und Abschalten der Einzelgeräte. Denn diese verfügen über lediglich zwei Leistungsstufen – 0 % und 100 %. Schwankungen treten dabei nur in Abhängigkeit der Temperaturen der Wärmequelle sowie der benötigten Vorlauftemperaturen auf. Eine deutlich effizientere Lösung stellen modulierende Wärmepumpen dar. Diese sind mit einer intelligenten Regelung ausgestattet, die den modularen Kompressor und das Einspritzventil immer in seinem effizientesten Betriebspunkt betreiben und somit eine bedarfsabhängige und stufenlose Steuerung der erzeugten Heizleistung entsprechend des Wärmebedarfs ermöglichen. Aufgrund des daraus resultierenden geringeren Stromverbrauchs sind die Betriebskosten um bis zu 10 % niedriger als bei gängigen Systemen, während COP-Werte von bis zu 5,0 erzielt werden kön-

nen. Hinzu kommt ein sanfteres Anlaufverhalten, wodurch sich die Belastung der Komponenten reduziert und die Lebensdauer der Wärmepumpe erhöht. Somit bieten modulierende Geräte einen höheren Komfort ohne Temperaturschwankungen.

Möglichkeiten der Auslegung

Bei der Planung von Wärmepumpenkaskaden unterscheidet man zwischen monovalenten, monoenergetischen und bivalenten Anlagen. Bei monovalenten Systemen erzeugen Wärmepumpen die gesamte Energie. Bivalente Anlagen setzen zusätzlich auf einen Wärmeerzeuger auf Basis eines fossilen Energieträgers, um Spitzenlasten abzudecken. Die monoenergetische Auslegung, bei der eine in die Wärmepumpe eingebaute elektrische Zusatzheizung bei besonders niedrigen Außentemperaturen für Unterstützung sorgt, ist jedoch in der Praxis immer häufiger anzutreffen. Denn moderne Wärmepumpen sind deutlich leistungsfähiger als noch vor einigen Jahren und bei dieser Lösung besteht eine vollständige Unabhängigkeit von Öl und Gas. Monoenergetische und monovalente Kaskaden können entweder alternativ oder parallel betrieben werden. Bei einer alternativen Auslegung deckt eine Wärmepumpe die Grundlast ganzjährig ab, während die andere immer nur hinzu geschaltet wird, um die Spitzenlast abzudecken. Bei der parallelen Variante sind hingegen beide Wärmepumpen in Betrieb und übernehmen sowohl die Grund- als auch die Spitzenlast. Außerdem ist es möglich, die Kaskade so zu konzipieren, dass eine Wärmepumpe das Heiz- und die andere das Trinkwasser erwärmt. In der Regel kommt eine alternative Auslegung zur Anwendung, da hier die nicht im Betrieb befindlichen Wärmepumpen geschont werden.

Hydraulik und Regelung

Da grundsätzlich unterschiedliche Volumenströme auftreten können, ist die Hydraulik ein besonders wichtiger Bestandteil bei der Planung von Wärmepumpenkaskaden. Falsche Einstellungen können zur Folge haben, dass die Geräte deutlich mehr Energie verbrauchen als nötig. Eng damit verbunden ist die korrekte Auslegung der Puffer- und Warmwasserspeicher, bei der die variierende Leistung der Wärmepumpen berücksichtigt werden muss. Viele Hersteller bieten die Regelung der Wärmepumpe standardmäßig so an, dass zwei oder mehr Geräte problemlos miteinander arbeiten können.

Über die witterungsgeführte Regelung produzieren die Wärmepumpen die Energie in der benötigten Vorlauftemperatur. Eine der wichtigsten Einstellungen ist die Heizkurvenregelung mit den entsprechenden Absenk- und Anhebzeiten, da sich davon ausgehend die zusätzlichen Wärmepumpen ein- bzw. abschalten.

Wirtschaftlichkeit

Besteht generell ein großer Leistungsbedarf in einer Anlage oder kommt es zu hohen Spitzenlasten, stellt die Wärmepumpenkaskade eine gleichermaßen wirtschaftliche und ökologisch sinnvolle Lösung dar. Lediglich bei kleinen Leistungen von 14 kW und weniger ist aufgrund der hohen Investitionskosten von dieser Variante abzuraten. Im Vergleich mit einem großen Einzelgerät schneidet die Kaskade besser ab, da sich aufgrund größerer Leistungsabstufungen eine bessere Anpassung an den tatsächlichen Bedarf realisieren lässt – vor allem mit modulierenden Wärmepumpen. Vor dem Hintergrund der Energiekostenentwicklung bei fossilen Energieträgern dürfte sich die

Kaskadierung von Wärmepumpen auf dem Vormarsch befinden. Die Betriebs- und Verbrauchskosten sind nicht nur verhältnismäßig günstig, sondern auch langfristig kalkulierbar. Insofern ist diese Art der Wärmeversorgung für nahezu alle Zielgruppen attraktiv – vom Wohnungsbau über industrielle Großanlagen bis hin zu Hotels und Altenheimen.

Kaskade in der Praxis: Mehrfamilienhaus in Schallstadt

Wie eine Kaskadierung von zwei modulierenden Wärmepumpen in der Praxis aussehen kann, zeigt sich an einem Mehrfamilienhaus in Schallstadt bei Freiburg. Mit sechs Wohneinheiten und einer Wohnfläche von 560 m² kommt der Neubau auf einen jährlichen Wärmebedarf von 41 kW/m². Da die Stromerzeugung über eine Photovoltaikanlage realisiert wurde, bot sich eine Wärmepumpenkaskade für die Wärmeversorgung an. Aufgrund der engen Platzverhältnisse auf dem Grundstück und den eher ungeeigneten Boden-/Grundwasserverhältnissen entschied sich das Planungsbüro Höfler & Stoll aus Heitersheim für eine Kaskade zweier Luft/Wasser-Wärmepumpen. Da außerdem der Schallschutz ein wesentliches Thema war, fiel die Wahl auf die modulierende Wärmepumpe Aerotop G07 - 14M von Elco. Deren Geräuschpegel liegt bei unter 35 dB(A) in sechs Metern Abstand und ist somit kaum wahrnehmbar und zählt laut Hersteller zu den leisesten ihrer Klasse.

Der modulierende Kompressor ermöglicht eine bedarfsabhängige, stufenlose Steuerung der erzeugten Heizleistung. Durch die Regelung konnte eine Reduzierung des Stromverbrauchs um bis zu 25% gegenüber einer Standardlösung erzielt werden. Zusätzlich sorgt die Leistungsregelung für ein sanftes Anlaufverhalten der Wärmepumpe, die einen COP-Wert von bis zu 5,0

und eine Jahresarbeitszahl von über 4,0 ermöglicht. Die Kaskade ist monoenergetisch parallel ausgelegt. Zwei Pufferspeicher des Typs Vistron B werden von den Wärmepumpen mit Energie gespeist, die über ein Fassungsvermögen von insgesamt 1.605 Liter (718 Liter und 887 Liter) verfügen. Dieses Modell wurde von Elco speziell für Wärmepumpenanwendungen entwickelt. Die beiden Puffer sind mit einer besonders effektiven Wärmedämmung aus 100 mm FCKW-freien PU-Weichschaum ausgestattet, wodurch Energieverluste durch Abstrahlung minimiert werden. Darüber hinaus ermöglichen sie die hydraulische Einbindung einer Frischwasserstation des Typs Vario Fresh-Nova FWE 50. Mit integrierter Regelung und komfortabler Zirkulationspumpensteuerung sorgt sie für eine effiziente und hygienische Warmwasserbereitung, die den aktuellen Anforderungen der Trinkwasserverordnung zum Thema Legionellenschutz gerecht wird.

Bei der Planung und Auslegung der Anlage unterstützte Elco als Hersteller der Komponenten das Planungsbüro, um einen reibungslosen Ablauf und Betrieb zu gewährleisten. Dazu gehörte etwa die professionelle Inbetriebnahme durch einen zertifizierten Elco-Techniker sowie die Einregulierung und Übergabe der Anlage mit zwei Jahren Garantie. Eine Überprüfung der Elektrik und der Hydraulik wurde ebenso durchgeführt wie die Parametrierung und Einstellung der Wärmepumpen.

Weitere Informationen www.elco.de.

Bildunterschriften:

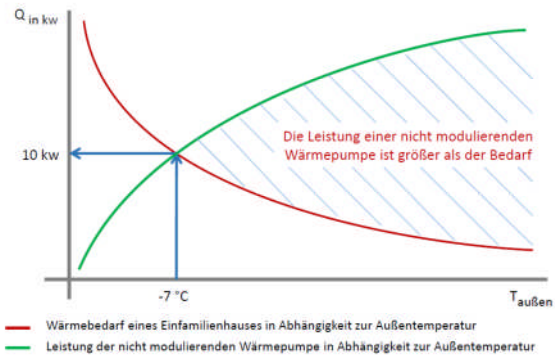


1. Modulierende Luft/Wasser-Wärmepumpen wie die Aerotop G von Elco arbeiten mit einer bedarfsabhängigen, stufenlosen Steuerung der Heizleistung. Im Vergleich zu herkömmlichen Wärmepumpen sind sie deutlich effizienter und verbrauchen weniger Strom.



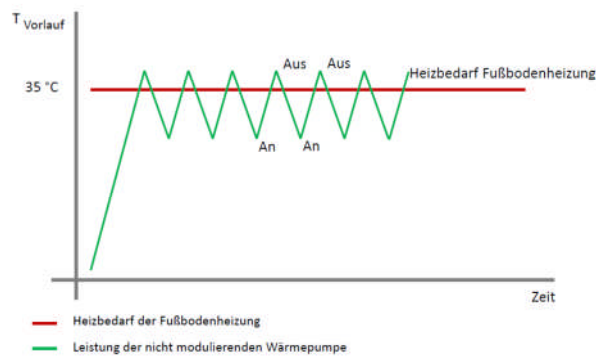
2. Luft/Wasser-Wärmepumpen erfordern den geringsten Aufwand bei der Erschließung der Wärmequelle. Außerdem bedürfen sie keinerlei behördliche Genehmigungen. Wichtig ist allerdings eine besonders sorgfältige Auslegung.

Nachteile einer nicht modulierenden Wärmepumpe



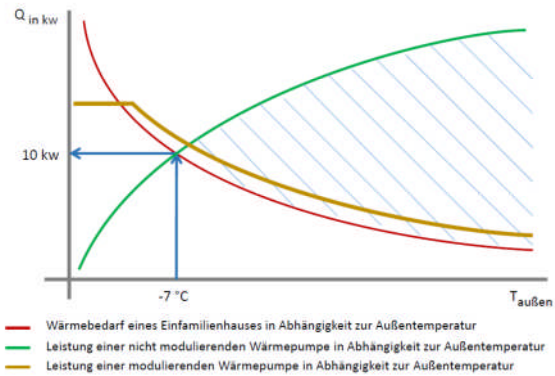
3. Nicht modulierende Wärmepumpen verfügen über lediglich zwei Leistungsstufen: 0 % und 100 %. Deshalb liefern sie ab einer bestimmten Außentemperatur mehr Leistung als notwendig.

Nachteile einer nicht modulierenden Wärmepumpe



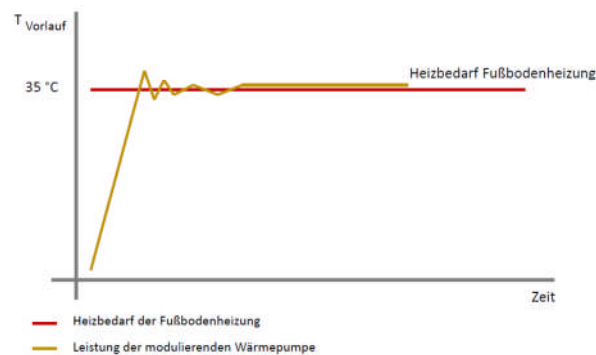
4. Ist die Vorlauftemperatur auf beispielsweise 35 °C eingestellt, schaltet sich eine nicht modulierende Wärmepumpe ab einer bestimmten Außentemperatur ständig ein und aus, um den Heizbedarf zu decken. Das verbraucht unnötig Strom und belastet die Komponenten.

Vorteile einer modulierenden Wärmepumpe



5. Modulierende Wärmepumpen verfügen über eine Regelung, die den modularen Kompressor immer in seinem effizientesten Betriebspunkt betreibt. Das ermöglicht eine bedarfsabhängige und stufenlose Steuerung der erzeugten Heizleistung.

Vorteile einer modulierenden Wärmepumpe



6. Da modulierende Wärmepumpen immer im effizientesten Betriebspunkt betrieben werden, verbrauchen sie weniger Strom als herkömmliche Lösungen. In Verbindung mit einem sanften Anlaufverhalten erhöht sich dadurch auch die Lebensdauer der Wärmepumpe.



7. In Schallstadt bei Freiburg wurden zwei modulierende Luft/Wasser-Wärmepumpen in Kaskadenschaltung installiert. Die Auslegung erfolgte monovalent alternativ – die zweite Wärmepumpe schaltet sich also nur bei Spitzenlast zu.



8. Die beiden Wärmepumpen des Typs Aerotop G07 - 14M arbeiten nicht nur besonders effizient, sondern erfüllen auch besondere Anforderungen an den Schallschutz. Mit einem Geräuschpegel von 35 dB(A) in sechs Metern Abstand ist kaum wahrnehmbar, ob sich die Wärmepumpe gerade in Betrieb befindet oder nicht.

Fotos/Abbildungen: Elco