

Großwärmepumpen und der Bivalenzpunkt: Schlüssel zur effizienten Systemauslegung

Sowohl bei energetischen Transformationsprozessen in diversen Industriezweigen als auch im Zuge der Wärmeplanung diverser Kommunen und Stadtwerke erlangen Großwärmepumpen eine immer größere Wichtigkeit. Abseits der andauernden technischen Optimierungen durch die Hersteller kommt der passenden Auslegung der Komponenten eine entscheidende Rolle zu, um jederzeit passende Temperaturniveaus liefern zu können. Im Zentrum steht dabei der Bivalenzpunkt.

Nachdem die Wärmepumpe lange Zeit eher ein Schattendasein fristete, hat sie sich in den letzten Jahren zu einer Schlüsseltechnologie in Bezug auf die Dekarbonisierung des Wärmesektors entwickelt – egal ob im Kleinen im heimischen Einfamilienhaus oder im Großen bei der Einbindung in industrielle bzw. kommunale Anwendungen (Bild 1). Das Wirkprinzip ist dabei denkbar

einfach: Die Technologie nutzt Umweltenergie aus Luft, Wasser oder Erde (Kollektoren oder Sonden), um mit Strom die benötigte Wärmeenergie zu erzeugen. Damit dieser Strom zu möglichst großen Teilen aus erneuerbaren Energien zur Verfügung gestellt werden kann, sind sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene in den letzten Jahrzehnten diverse Gesetzesvorhaben

auf den Weg gebracht worden, deren Umsetzungen weitestgehend erfolgreich voranschreiten. In Deutschland entstammt inzwischen mehr als die Hälfte des benötigten Stroms den erneuerbaren Energien.

Der rapide Anstieg des Wärmepumpenabsatzes basiert in großen Teilen auf Wachstumsschüben im Bereich der Luft-Wasser-Wärmepumpe, die Wärme aus der Umgebungsluft aufnimmt und an das Heizsystem abgibt. Der große Vorteil der Technologie ist vor allem, dass Luft nahezu immer und überall verfügbar ist und somit keine zusätzliche Wärmequelle bei der Installation vonnöten ist. Nachteil ist jedoch, dass die Luft-Wasser-Wärmepumpe bei kälteren Umgebungstemperaturen – vor allem im Winter während der eigentlichen Heizperiode – nicht ihre volle Leistungsfähigkeit entfalten kann. Im Zuge dieser Herausforderung kommt bei der Projektplanung und -auslegung dem Bivalenzpunkt eine besondere Bedeutung zu.

Was ist der Bivalenzpunkt?

Vereinfacht gesagt entspricht der Bivalenzpunkt genau der Außentemperatur, bei der die Heizleistung der Wärmepumpe exakt dem Wärmebedarf des Gebäudes entspricht.



Bild 1. Großwärmepumpe der Baureihe „Afilia“ zum Einsatz in der Industrie oder in Wärmenetzen

Quelle: 2G

Er wird entsprechend durch zwei technische Faktoren bestimmt: das individuelle Leistungsvermögen der Wärmepumpe, das je nach Größe und Fabrikat variieren kann, sowie die für das Gebäude benötigte Heizlast, die in hohem Maße von Alter und Bauart der Immobilie abhängt. Je älter und energetisch schlechter das Gebäude ist, umso höher ist in der Regel die benötigte Heizlast.

Grundsätzlich gilt dabei: Je höher die Außentemperatur ist, desto mehr Heizleistung kann die Wärmepumpe erbringen. Liegt die Außentemperatur über dem Bivalenzpunkt, hat die Wärmepumpe ausreichende Reserven. Im Umkehrschluss heißt dies aber auch, dass unterhalb dieser Temperatur die Wärmepumpe nicht mehr in der Lage ist, den gesamten Wärmebedarf alleine zu decken und ein zusätzlicher Wärmeerzeuger benötigt wird. Neben der klassischen Absicherung der thermischen Leistung mit einer herkömmlichen Kesselanlage werden Wärmepumpen zunehmend mit dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungs-(KWK)-Anlagen und Wärmespeichern kombiniert, um durch die Kopplung von Strom- und Wärmeerzeugung eine möglichst hohe Gesamteffizienz zu erzielen. Beim Blick in die Praxis wird der Bivalenzpunkt in der Regel durch eine sorgfältige Analyse des Gebäudeenergiebedarfs und der Leistungsfähigkeit der Wärmepumpe bestimmt.

Höhere gesetzliche Anforderungen bei steigendem Kostendruck

Ähnlich wie die gesamte Umsetzung der Energiewende steht jedes einzelne Projekt immer vor der Frage: Wie lässt sich das oft zitierte Zieldreieck bestehend aus Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit am effizien-

testen erreichen? Das weiß auch Ulrich Brinkmann (Bild 2) vom Wärmepumpen- und KWK-Anlagen-Hersteller 2G Energy aus Heek im Münsterland zu berichten, der dort das Wärmepumpengeschäft verantwortet: „Vor allem in Europa sind die gesetzlichen Anforderungen an die Energieversorgung in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Sicherheitsaspekte auf allen Ebenen gepaart mit einer Masse aus notwendigen Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen haben sowohl die Komplexität von Projekten als auch die Energiekosten als solches immer weiter nach oben getrieben. Auf der anderen Seite leiden viele Unternehmen und Kommunen nach Corona und aufgrund des Ukraine-Kriegs derzeit unter einem enormen Kostendruck, sodass strategische Investitionen in die eigene Energieversorgung mit sehr viel Bedacht getätigt werden.“

Bivalenzpunkt als Ausgangspunkt der Projektauslegung

Heruntergebrochen auf die Kostenminimierung einzelner Projekte ist der Bivalenzpunkt somit die Grundlage einer jeden technischen Auslegung. Demzufolge beginnt die Arbeit zunächst mit einer Bedarfsanalyse der betreffenden Liegenschaft – d. h., dass ermittelt wird, welcher Wärmebedarf bei verschiedenen Außentemperaturen vor Ort besteht. Basierend auf diesen erhobenen Informationen werden die Leistungsdaten der Wärmepumpe bzw. weiterer Technologieoptionen in Relation zum tatsächlichen Bedarf gesetzt.

„Und hier beginnt in der Regel unsere Arbeit“ erläutert Brinkmann weiter. „Sobald die energetischen Bedarfe klar sind, beginnt unser übliches ‚Puzzlespiel‘ mit unseren 2G-eigenen Planungstools, bei dem

wir abseits der aktuellen infrastrukturellen Situation auch immer die Zukunft mit einbeziehen müssen: Welche weiteren Umbaumaßnahmen sind in den nächsten Jahren geplant? Sind ggf. Energiespeicher – thermisch oder elektrisch – in Planung? Ist mittelfristig ein wirtschaftlicher Zugang zu Biogas und/oder Wasserstoff möglich? Und so weiter... Hier sind oftmals unser Fingerspitzengefühl und die Erfahrung aus vergangenen Projekten gefragt, um zu entscheiden, ob zusätzlich zur Wärmepumpe z. B. eine KWK-Anlage, ein Kessel oder eine alternative Zusatzheizung



Bild 2. Ulrich Brinkmann verantwortet das Wärmepumpengeschäft der 2G Energy Quelle: 2G

benötigt wird.“ Dass das Ergebnis dieses Puzzlespiels hochgradig individuell ist, leuchtet ein.

Unabhängig von der Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energien lässt sich festhalten, dass die Wärmepumpe den Wärmebedarf bei Temperaturen über dem Bivalenzpunkt auf die energetisch effizienteste Art und Weise decken kann, da sie in diesem Bereich jederzeit mit einem hohen Wirkungs-

grad arbeitet. Unterhalb des Bivalenzpunkts sinkt die Effizienz der Wärmepumpe jedoch drastisch, da sie mehr elektrische Energie zur Wärmerzeugung benötigt. Bei sehr niedrigen Temperaturen kann es sogar dazu kommen, dass die Wärmepumpe rein technisch nicht mehr dazu in der Lage ist, den tatsächlichen Wärmebedarf in ausreichendem Maß zu decken. In diesem Fall ist ein zusätzliches Heizsystem nötig. Beispielhaft könnte eine Lösung wie folgt aussehen (Bild 3):

- Bei Außentemperaturen über 0 °C arbeitet die Wärmepumpe allein.
- Bei Temperaturen zwischen 0 und -5 °C läuft die Wärmepumpe mit Unterstützung einer KWK-Anlage
- Bei Temperaturen unter -5 °C übernimmt die KWK-Anlage die Hauptlast.

Der Bivalenzpunkt ist damit ein zentraler Aspekt bei der Auslegung von Großwärmepumpensystemen. Er stellt sicher, dass die Wärmepumpe bei möglichst hohen Effizienzgraden arbeitet, während bei sehr niedrigen Temperaturen eine Zusatzheizung die notwendige Wärme liefert. Durch die richtige Bestimmung des Bivalenzpunkts und die passende Implementierung aller

Komponenten können sowohl Betriebskosten gesenkt als auch die Betriebssicherheit gewährleistet werden. Gerade die Kombination zwischen Wärmepumpe und KWK-Anlage rückt dabei vermehrt in den Fokus, da die gesicherte elektrische Leistung der KWK-Anlage – vor allem in den Wintermonaten – am Strommarkt zunehmend an Wert gewinnt.

Kombination von KWK und Wärmepumpe mit positiven Nebeneffekten

Infolge des zunehmenden Ausbaus von Wind- und Sonnenenergie wird die Situation auf dem Strommarkt immer volatiler. Die Anzahl der Stunden, an denen Strom in Hülle und Fülle vorhanden ist (vornehmlich im Sommer) steigt genauso wie die Anzahl der Stunden, an denen die erneuerbaren Energien eben nicht ausreichend liefern können (vornehmlich im Winter) und weiterhin Energie aus Kohle das Back-up darstellen muss. Gerade dieser Sachverhalt sorgt in zweierlei Hinsicht dafür, dass mit der Kombination aus KWK und Wärmepumpe sogar ein volkswirtschaftlicher Mehrwert erzielt werden kann, er-

läutert Brinkmann: „Bei aller Wichtigkeit der flächendeckenden Installation von Wärmepumpen müssen wir uns vor Augen führen, dass die Wärmepumpen beim aktuellen Strommix in den Wintermonaten nicht so grün angetrieben werden, wie wir uns das alle wünschen. Die Kombination mit einer KWK-Anlage sorgt somit für eine unmittelbare Reduktion der bundesweiten CO₂-Emissionen bei gleichzeitiger Senkung der eigenen Energiekosten. Hinzu kommt, dass durch den Einsatz dezentraler KWK-Anlagen die dringend benötigte Kraftwerksstrategie entscheidend vorangebracht wird. Mit jeder installierten KWK-Anlage sinkt der Bedarf nach großen Gaskraftwerken mit geringen Wirkungsgraden. Mehr Win-Win geht eigentlich nicht.“

Zusätzlicher Vorteil bei der Kombination mit KWK-Anlage: Nutzung der Abwärme

Neben der optimalen Auslegung anhand des Bivalenzpunkts sowie der erzielbaren Reduktion von CO₂-Emissionen und Energiekosten ergeben sich auch hinsichtlich der thermodynamischen Kombination beider Technologien weitere Synergieeffekte: Auf der einen Seite ist die Wärmepumpe, die für ihren optimalen Betriebspunkt wie beschrieben ein gewisses Temperaturniveau benötigt, das jedoch nicht zwingend als Umgebungstemperatur zur Verfügung steht. Auf der anderen Seite steht die KWK-Anlage, in der im Gemischkühlprozess vor der Verbrennung ein Temperaturniveau von etwa 40 °C entsteht, das in der Regel nicht für direkte Heizzwecke oder Prozesswärme eingesetzt werden kann. Ähnlich verhält es sich mit der entstehenden Abwärme der KWK-Anlage, die im Normalfall ebenfalls nicht nutzbar gemacht werden kann. Genau diese Temperaturniveaus sind je-

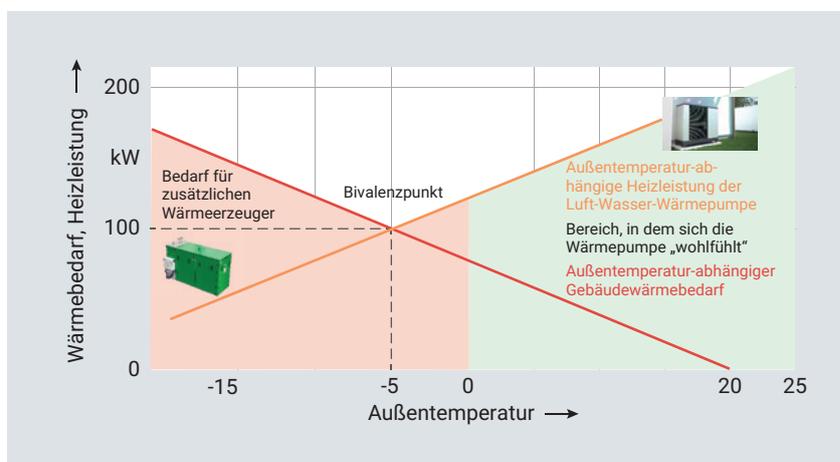


Bild 3. Der Bivalenzpunkt bestimmt, in welchem Temperaturbereich der alleinige Einsatz einer Wärmepumpe sinnvoll ist und ab welchem Temperaturbereich z. B. eine KWK-Anlage unterstützen muss bzw. die Hauptlast übernimmt

Quelle: ZG

doch prädestiniert zur Unterstützung der Wärmepumpe. Durch entsprechende Luftansaugung und Verknüpfung der Prozesse entsteht eine signifikante Steigerung der Gesamteffizienz, sodass am Ende eine Reduzierung der Energiekosten auf Verbraucherseite erreicht wird. Als Beispiel dienen hier die Stadtwerke Bad Lauterberg, die mit dieser Vorgehensweise eine Anhebung der Rücklauftemperatur in ihrem Wärmenetz von 60 auf 63 °C erreichen konnten.

Es braucht Fachkräfte und verlässliche Politik

Die Ausführungen machen deutlich, dass die Umsetzung von Energieversorgungsprojekten – egal ob in der Industrie, im Wohnungsbau oder auf kommunaler Ebene –

grundsätzlich komplexer werden. Vor diesem Hintergrund erscheint es umso wichtiger, dass die Energiewirtschaft auf ausreichend Fachpersonal zurückgreifen kann, das die großen Herausforderungen auch in Zukunft kompetent stemmen kann. Der Bedarf nach Fachkräften scheint in sämtlichen Bereichen gleichermaßen hoch zu sein: von Projektentwicklern über ausführende Monteure bis hin zu einer großen Masse an Personal, das langfristig den Betrieb der Anlagen sicherzustellen hat.

Darüber hinaus appelliert Brinkmann nochmals eindringlich an die Politik in Sachen Planungssicherheit: „Wir alle sind uns der hochturbulenten Zeiten bewusst, in denen wir leben. Viele Probleme und Diskussionen aus den letzten Jahren waren jedoch hausgemacht,

wie die leidliche Debatte rund um das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG), das durch handwerkliche Fehler und Fehlkommunikation am Ende des langen Tages zu einer deutlichen Absatzsteigerung von Erdgaskesseln geführt hat. Von daher meine Bitte an die politischen Entscheidungsträger: Gebt uns klare und realistische Leitlinien, sodass wir als Technologieunternehmen gemeinsam mit unseren Kunden die jeweils optimale technische Lösung entwickeln können.“

Stefan Liesner
Head of Marketing and
Public Affairs,
2G Energy AG, Heek
s.liesner@2-g.de
www.2-g.de



Anzeige

VDE ACADEMY

Jetzt auf
essociation.de
buchen!

Online- und Präsenz-Seminar

Netzintegration in Verteilnetze

- ▶ Überblick zu geltenden gesetzlichen und fachlichen Vorgaben
- ▶ Dezentrale Erzeuger im Netzbetrieb, Netzstruktur und Ladekapazität
- ▶ Speicher in Verteilnetzen und Auswirkungen auf den Netzbetrieb
- ▶ Einblicke in Pilotprojekte

www.essociation.de/event/S018055

Online-Seminar

Zertifikatslehrgang Power Quality Sachkundiger (VDE), Teil D-F

- ▶ Verfahren zur Beurteilung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen beim Betrieb von leistungselektronischen Systemen
- ▶ Beurteilung und Messung von Spannungsschwankungen und Flicker
- ▶ Normen und technischen Regelwerke

www.essociation.de/event/S018615

Hybrid-Event

7. VDE Jahresforum für Technische Führungskräfte und TSM-Verantwortliche in der Energieversorgung

- ▶ 9.–10. September 2024 in Dresden und online
- ▶ Neuigkeiten von der Geschäftsstelle TSM im VDE (FNN)
- ▶ Erfahrungen und Best-Practice-Beispiele bei der Umsetzung im Bereich TSM
- ▶ Wertvolles Know-how für alle Technischen Führungskräfte und TSM-Verantwortliche

www.essociation.de/event/S018112

