

Fachpresseartikel

17. Juni 2019

Hightech für effizientere Strom- und Wärmeversorgung

Auch der Energiemarkt funktioniert nach dem Prinzip von Angebot und Nachfrage. Nur lassen sich Strom oder Wärme nicht einfach im Lager verstauen bis der nächste Kunde kommt. Denn das Speichern von größeren Strom- und Wärmemengen bereitet der Energiebranche nach wie vor Schwierigkeiten. Dieser Herausforderung stellten sich die Stadtwerke Duisburg und holten sich Rat beim Mannheimer Industriedienstleister Bilfinger. Ein Fernwärmespeicher mit Zwei-Zonen-Technologie schafft Abhilfe.

Das Problem: Unwirtschaftlicher Kraftwerksbetrieb

Im Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk der Stadtwerke Duisburg in Wanheim (HKW III) werden gleichzeitig Strom und Fernwärme in effizienter Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Dabei sind die Strom- und Fernwärmeproduktion technisch und zeitlich aneinandergelockt, was negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerksbetriebs haben kann. Sinkt der Strompreis z.B. an den Wochenenden, muss der Strom unter dem Marktpreis verkauft werden. Dies führt zu einem unrentablen Betrieb.

Das Heizkraftwerk in Wanheim besteht aus drei Gasturbinen: eine aus dem Jahr 1975 (A), die beiden anderen aus dem Jahr 2005 (B). Die ältere Gasturbine hat eine Leistung von 41 MWel und 88 MWth und soll 2025 vom Netz gehen. Die jüngeren Turbinen weisen eine Leistung von je 75 MWel auf. Der in den beiden nachgelagerten Abhitzedampferzeugern (AHDE) erzeugte Dampf wird auf eine Dampfturbine geführt, so dass das HKW III eine Gesamtleistung von 249 MWel und 167 MWth erzeugen kann. Dieser Teil soll über das Jahr 2030 hinaus betrieben werden.

Das Duisburger Fernwärmenetz besteht aus drei Segmenten. Mitte, Süd und West. Die Höchstlast beträgt rund 310 MW, die gesamte Arbeitsleistung liegt bei etwa 700 GWh/a. Die Vorlauftemperatur des Fernwärmewassers erreicht ein Niveau von 75 bis 130 Grad Celsius, beim Rücklauf werden Werte von 50 bis 60 Grad Celsius gemessen.

Die Lösung: Wärmespeicher für die Energiewende

Die Stadtwerke Duisburg haben den Beschluss gefasst, ihre Strategie zur Erzeugung von Fernwärme anzupassen. Somit wurde das am Unternehmenssitz in Hochfeld betriebene

Steinkohlekraftwerk im Frühjahr 2018 stillgelegt. Hintergrund der Entscheidung: Das zukunftssichere erdgasbetriebene Heizkraftwerk in Duisburg-Wanheim wird weiter betrieben und um einen Fernwärmespeicher – eine Schlüsseltechnologie in der Branche – erweitert. Der Speicher ermöglicht die zeitliche Entkopplung der Strom- und Fernwärmeproduktion und somit einen flexibleren und wirtschaftlicheren Einsatz des Kraftwerks. So kann der Betrieb des Heizkraftwerks besser an den Kundenbedarf beziehungsweise die Marktsituation angepasst werden.

Die Innovation: Bilfinger-Zwei-Zonen-Technologie

Die Stadtwerke Duisburg setzen dabei auf die innovative Technologie des **Zwei-Zonen-Fernwärmespeichers** und beauftragten Ende 2016 die österreichische Tochtergesellschaft des Mannheimer Industriedienstleisters Bilfinger für die Planung, Lieferung sowie schlüsselfertige Errichtung und Inbetriebnahme eines Zweizonen-Fernwärmespeichers, inklusive Pumpenhaus zur Verteilung von Fernwärme.

Die **Zwei-Zonen-Technik** ist eine Erfindung des schwedischen Ingenieurs Dr. Anders Hedbäck. Mit dieser Technik können Wärmespeicher, die Temperaturen von über 100 Grad Celsius standhalten, drucklos gebaut werden. Bilfinger hat die Patente übernommen. Die ehemalige Bilfinger VAM (heute: Bilfinger Industrial Services) zählt seit Jahrzehnten zu den führenden Unternehmen im industriellen Anlagen-, Rohrleitungs- und Tankbau.

Der Wärmespeicher der Stadtwerke Duisburg gehört zu den ersten vier Wärmespeichern in Deutschland, bei denen die moderne **Zwei-Zonen-Speichertechnologie** zum Einsatz kommt. Beim Zwei-Zonen-Speicher ist das Speichervolumen durch ein Zwischendach in eine obere und eine untere Zone geteilt, die „kommunizierend“ miteinander verbunden sind. In der oberen Zone befindet sich 60 bis 90 Grad Celsius warmes Wasser, das durch sein Eigengewicht einen Druck erzeugt. Dieser sorgt dafür, dass das über 100 Grad Celsius heiße Wasser in der unteren Zone nicht zu „kochen“ beginnt. Damit ermöglicht die Zwei-Zonen-Bauweise die Speicherung von Wasser mit Temperaturen von über 100 Grad Celsius in einem drucklosen Behälter. Der Speicher mit einem Durchmesser von 36 Metern ragt jetzt 44 Meter in die Höhe. Wenn der Behälter mit Wasser gefüllt ist, steigt das Gesamtgewicht auf etwa 45.000 Tonnen. Die erste Befüllung mit 43.000 Kubikmetern aufbereitetem Trinkwasser wurde im Frühjahr 2018 vorgenommen und dauerte ganze sechs Wochen. Der Behälter nimmt doppelt so viel Wasser auf wie in dem gesamten Fernwärmenetz zirkuliert. Wird die Wärme aus dem Kraftwerk nicht sofort ausgekoppelt, können künftig bis zu 1.450 Megawattstunden (MWh) Fernwärme zwischengespeichert werden. In Kombination mit dem Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk können die Stadtwerke Duisburg mit den Gebieten Stadtmitte, Duisburger Süden und



Rheinhausen 6.000 Anschlüsse bzw. 40.000 Kunden – überwiegend private Haushalte, aber auch Gewerbebetriebe – nun flexibel und effizient beliefern.

Der Zweizonenspeicher ist mit einer Speichertemperatur von 115 Grad Celsius direkt in das Fernwärmenetz eingebunden. Dazu wurden im naheliegenden Pumpengebäude neue Netzvor- und -rücklaufpumpen installiert. Der Zweizonenspeicher der Stadtwerke Duisburg ist als hydraulische Weiche offen ins System eingebunden. Somit übernimmt der Wärmespeicher auch zusätzliche Aufgaben wie die Systemdruckhaltung. Das Be- und Entladen ist mit geringstmöglichem Regelaufwand möglich. Um ein Beladen des Speichers mit überhöhter Temperatur, was zum Ausdampfen in der unteren Zone führen könnte, zu verhindern, ist eine Beladetemperaturregelung in Form einer Rücklaufbeimischung installiert.

Umweltfreundlich, energie- und kosteneffizient

Mit dem Fernwärmespeicher von Bilfinger kann das HKW III im Betrieb mit einem besseren Wirkungsgrad fahren, da ungünstige Teillastfahrweisen vermieden werden und die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage HKW III besser ausgelastet wird. Darüber hinaus kann es an Wochenenden und im Sommer abgeschaltet werden, ohne dass ein Kessel Frischwärme erzeugen muss. So kann beispielsweise unter der Woche die Wärme von 1.400 MWh für ein Sommerwochenende erzeugt werden. Aufgrund des KWK (Kraft-Wärme-Kopplung) -Effekts bedeutet dies einen zusätzlichen Gaseinsatz von 700 MWh. In einem Frischwärmekessel wären dafür ca. 1.500 MWh Gaseinsatz notwendig. Der geringere Gasverbrauch von 800 MWh führt zu einer Einsparung von ca. 160.000 Kilogramm CO₂ an einem Wochenende im Sommer. Das entspricht ca. 32 Millionen Luftballons.

Spezielles Montageverfahren ermöglicht kürzere Bauzeit

Das Engineering dauerte von Anfang bis Mitte des Jahres 2017. Die Anlagenkonzeptionierung bei Bilfinger erfolgte mit dem Planungstool PDMS. Dies ermöglichte eine exakte Darstellung der Komponentenaufstellung für eine effiziente und wartungsfreundliche Gebäude- und Anlagenplanung. Die Aushubarbeiten für das Speicherfundament begannen im Frühjahr 2017. Daran anschließend starteten im Sommer die Bauarbeiten für das Pumpenhaus und die Montagearbeiten für den Speicher. Bei der Errichtung des Speichers wurde ein spezielles Verfahren angewendet: Hierbei wurden zunächst Sockel und Deckel des Stahlbehälters gefertigt und aufeinandergelegt. Anschließend wurde der Deckel hydraulisch angehoben und dann laufend gedreht. Gleichzeitig wurde die Außenwand des Speichers wie eine Spirale abschnittsweise seitlich eingezogen und verschweißt. Dadurch verkürzte sich die Bauzeit erheblich.

Die Inbetriebnahme fand in mehreren Teilabschnitten in dem Zeitraum von Sommer bis Herbst 2018 statt. Anschließend wurden die Leistungstests und der vierwöchige Probebetrieb durchgeführt. Ende 2018 wurde die Anlage an die Stadtwerke übergeben.

Das Ergebnis: Wirtschaftlich und flexibel

Durch den Einsatz der Bilfinger-Zwei-Zonen-Technologie wird im Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerk der Stadtwerke Duisburg in Wanheim nun gleichzeitig Strom und Wärme in effizienter Kraft-Wärme-Kopplung produziert. Wenn der Strom profitabel an der Strombörse verkauft werden kann, die Fernwärmekunden zu diesem Zeitpunkt jedoch keine Fernwärme benötigen, können die Stadtwerke zukünftig die parallel erzeugte Wärme im neuen Speicher „zwischenparken“. Ist die Stromproduktion im Kraftwerk jedoch unrentabel, weil vorrangig eine große Menge Strom aus regenerativen Quellen in das Netz eingespeist wird, kann die gespeicherte Wärme für die Versorgung der Fernwärmekunden genutzt werden. Das Kraftwerk kann während dieser Zeit mit kleinerer Leistung laufen oder sogar ausgeschaltet werden.

Der Wärmespeicher der Stadtwerke Duisburg zählt mit einem Speichervolumen von 43.800 Kubikmetern Wasser und der Bilfinger-Zwei-Zonen-Speichertechnologie zu den größten und modernsten Wärmespeichern Deutschlands. Die Wärmekapazität des Speichers von ca. 1.450 MWh reicht zum Beispiel aus, um in den Sommermonaten die Versorgung der 70.000 Duisburger Fernwärmekunden für 70 Stunden sicherzustellen.

KASTEN

Bauart	Atmosphärischer Zwei-Zonen-Speicher
Bauzeit	Ca. 20 Monate
Investition	Rund 20 Mio. Euro
Höhe	44 Meter
Durchmesser	36 Meter
Fassungsvermögen	43.800 Kubikmeter Wasser
Einspeichertemperatur	115 Grad Celsius
Wärmekapazität	1.450 Megawattstunden

- 11 Umwälzpumpen für Fernwärme (3x60% Pumpen redundant Vor- und Rücklaufpumpen, max. Massenstrom 600kg/s)
- Rund 300 Armaturen (Regelarmaturen, Klappen etc.) und ca. 150 Messstellen
- Länge / Gewicht Rohrleitungen: 1.210 lfm / 200 to
- Dimension Rohrleitungen: DN15 – DN600



Bilfinger ist ein international führender Industriedienstleister. Der Konzern steigert die Effizienz von Anlagen, sichert hohe Verfügbarkeit und senkt die Instandhaltungskosten. Das Portfolio deckt die gesamte Wertschöpfungskette ab: von Consulting, Engineering, Fertigung, Montage, Instandhaltung, Anlagen-Erweiterung und deren Generalrevision bis hin zu Umwelttechnologien und digitalen Anwendungen.

Das Unternehmen erbringt seine Leistungen in zwei Geschäftsbereichen: Technologies sowie Engineering & Maintenance. Bilfinger ist speziell in den Regionen Kontinentaleuropa, Nordwesteuropa, Nordamerika und Naher Osten aktiv. Die Kunden aus der Prozessindustrie kommen u.a. aus den Bereichen Chemie & Petrochemie, Energie & Versorgung, Öl & Gas, Pharma & Biopharma, Metallurgie und Zement. Bilfinger steht mit rund 36.000 Mitarbeitern für höchste Sicherheit und Qualität und erwirtschaftete im Geschäftsjahr 2018 Umsatzerlöse von 4,153 Mrd. €.

Weitere Informationen, Fotos und Videos finden Sie unter

