

Wärmeversorgung

Das Jahrhundert der Großwärmepumpe

[05.01.2026] Vor einem Jahr ging auf dem Hafengelände der dänischen Stadt Esbjerg die weltweit größte Meerwasserwärmepumpe mit CO₂ als natürlichem Kältemittel in Betrieb. Die Anlage produziert nicht nur klimaneutral Wärme, sondern trägt auch zur Netzstabilisierung bei.

Um die weitere Klimaerwärmung einzudämmen, müssen global und lokal Emissionen gesenkt werden. In der Wärmeversorgung lässt sich das unter anderem mit Großwärmepumpen erreichen. Sie sind eine nachhaltige und technisch ausgereifte Alternative, welche die Verbrennung fossiler Energieträger wie Gas, Öl und Kohle im großen Maßstab ersetzen kann.

Wärmepumpen nutzen eine Wärmequelle wie Wasser oder Luft und erzeugen mit ausgereifter Kompressortechnologie sowie elektrischer Energie eine Wärmesenke. Diese kann ihre Wärmeenergie über ein Wärmenetz an Haushalte und Industrieunternehmen abgeben. Die Energieeffizienz des gesamten Systems wird durch den Coefficient of Performance (COP) definiert. Je höher der COP ist, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Beispielsweise wird bei einem COP von drei das Dreifache der für die Großwärmepumpe aufgewendeten Antriebsleistung als nutzbare Wärmeleistung bereitgestellt. Wie auf dieser Basis eine klimaneutrale Wärmeversorgung realisiert werden kann, zeigt ein aktuelles Beispiel aus Dänemark.

Mit rund 71.500 Einwohnern ist Esbjerg die fünftgrößte Stadt Dänemarks. Die Hafenstadt an der Nordsee hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 klimaneutral zu werden. Die benachbarte Kleinstadt Varde mit ihren etwa 14.200 Einwohnern bezieht sie in das zukunftsweisende Vorhaben mit ein. Eine Großwärmepumpe zählt zu den Schlüsselementen des Projekts.

Weltweites Leuchtturmprojekt

Im November 2024 nahm das Unternehmen [Everllence](#) – ehemals MAN Energy Solutions – auf dem Hafengelände in Esbjerg die weltweit größte Meerwasserwärmepumpe mit CO₂ als natürlichem Kältemittel in Betrieb. Sie ersetzt das stillgelegte Kohlekraftwerk der Stadt und speist ihre Wärme direkt in das Fernwärmenetz Esbjergs ein. Mit einer Gesamtleistung von 70 Megawatt (MW) deckt sie den Wärmebedarf von 25.000 Haushalten und senkt die CO₂-Emissionen von Esbjerg und Varde um 120.000 Tonnen pro Jahr. Betrieben wird sie vom dänischen Energieversorger [DIN Forsyning](#).

Die hochmoderne Anlage nutzt die thermische Energie der Nordsee mit einer Temperatur von circa drei Grad Celsius im Winter als Wärmequelle. Das Fernwärmenetz, das die Bewohner von Esbjerg und Varde versorgt, fungiert als Wärmesenke mit Temperaturen zwischen 70 und 90 Grad Celsius. Herzstück der Anlage ist ein von Everllence entwickeltes Transcritical-Compression-Cycle(TCC)-System. Dieses entzieht dem Nordseewasser die benötigte Wärmeenergie. Als Kältemittel nutzt es CO₂ in einem geschlossenen Wärme-Kältekreislauf.

Zunächst entzieht das flüssige CO₂ dem Nordseewasser Wärme und verdampft. Anschließend wird das gasförmige CO₂ unter Zuführung elektrischer Energie in einem Kompressor wieder verdichtet. Hierdurch steigt die Temperatur. Diese Wärme wird über einen Kondensator an das Fernwärmenetz der Stadt

abgegeben. In einem nachgelagerten Wärmetauscher kühlt das CO₂ wieder ab, ändert dabei seinen Aggregatzustand von gasförmig zu flüssig und der Kreislauf beginnt von Neuem.

Nachhaltig und resilient

Die für den Betrieb der Großwärmepumpe in Esbjerg benötigte elektrische Energie stammt aus Offshore-Windparks vor der dänischen Küste. Doch auch für anhaltende Flauten und Spitzenlasten wurde vorgesorgt: Ein 60 MW-Holzschnitzelkessel, der nachhaltig produzierte Holzschnitzel verwendet, ergänzt die Anlage bei Bedarf. Eine 40 MW-Elektrokesselanlage dient als Spitzen- und Reservelastanlage. Dabei arbeitet das gesamte System hocheffizient. Aus jeder eingesetzten Megawattstunde (MWh) Energie erzeugt die Anlage etwa drei MWh thermische Energie für das Fernwärmenetz. Die Anlage weist somit einen COP von drei und mehr auf.

Wenn die vollen technischen Möglichkeiten der Großwärmepumpen von Everllence ausgeschöpft werden, können diese die natürlichen Schwankungen erneuerbarer Energien ausgleichen. Prinzipiell können Wärmepumpen die in Zeiten der Energieüberproduktion aus Wind- und Sonnenkraft gewonnene Wärme in thermischen Energiespeichern zwischenspeichern. Sie kann dann in Zeiten der Unterproduktion – etwa bei einer Dunkelflaute – wieder abgerufen werden. Doch auch ohne Speicher kann die Wärmepumpe zur Netzstabilisierung beitragen, da sie sich nach Bedarf an- und abschalten lässt.

Neu denken

Ein wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeitsbetrachtung von Fernwärmenetzen ist die Rücklauftemperatur des Wassers, wenn es in die Anlage zurückfließt. In der neuen Anlage in Esbjerg beträgt die Rücklauftemperatur mit leichten saisonalen Schwankungen etwa 40 Grad Celsius. Im Vergleich hierzu ist die Rücklauftemperatur in den deutschen Bestandsfernwärmenetzen im Schnitt 15 bis 20 Grad Celsius höher. Das bedeutet, dass in Deutschland eine Menge thermischer Energie ungenutzt bleibt. Um das zu ändern, müssen Fernwärmenetze neu gedacht und modernisiert werden.

Das ist eine Mammutaufgabe für jeden einzelnen Fernwärmenetzbetreiber. Aber es lohnt sich, denn mit jedem Grad, um das die Rücklauftemperatur gesenkt wird, erhöht sich die Effizienz der Wärmepumpe um bis zu zwei Prozent. Wird die Temperatur beispielsweise um fünf Grad gesenkt, sind Einsparungen von 1,5 Millionen Euro im Jahr möglich. Die Großwärmepumpe vereint alles, was es für eine CO₂-neutrale Zukunft braucht: Sie produziert klimaneutrale Wärme und Kälte und gleicht Schwankungen im Netz aus, die durch erneuerbare Energien verursacht werden. Sie ist die Technologie des 21. Jahrhunderts. Zwar sind die europäischen Antrags- und Genehmigungsverfahren in Deutschland aktuell noch so komplex, dass bereits zu Beginn der Planungsphase Spezialisten hinzugezogen werden sollten. Die gute Nachricht aber ist, dass alle erforderlichen Technologien verfügbar sind, um individuelle regionale Anforderungen erfüllen zu können. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach klimaneutralen Fernwärmeanschlüssen. Das macht die Investition in eine Erneuerung der thermischen Infrastruktur auch langfristig sinnvoll und zukunftsweisend.

()

- Der Beitrag ist in der Ausgabe November/Dezember 2025 von stadt+werk erschienen. Hier können Sie ein Exemplar bestellen oder die Zeitschrift abonnieren.

Stichwörter: Wärmeversorgung, Everllence, Esbjerg, Meerwasserwärmepumpe