

Think Denmark
White papers for a green transition

FERNWÄRME UND -KÄLTE

Energieeffizienz für städtische Gegenden

IN DIESEM WEISSBUCH

Kernpunkte der Fernwärme und -kälte
Brennstoffflexibilität und Versorgungssicherheit

**Planung und Regulierung
- eine Grundvoraussetzung**
Regulierungsprozess, Verantwortlichkeiten und
Anforderungen bei der Genehmigung von Fern-
wärmeprojekten in Dänemark

**Brennstoffflexibilität ermöglicht
nachhaltige Fernwärme**
Der Schlüssel zur intelligenten Energienutzung

**Wärmespeicher - ein wichtiger
Teil der Energiewende**
Wärmespeicher sparen Geld
und sichern die Versorgung

**Die Zukunft von
Fernwärme und -kälte**
Verwirklichung eines großen
globalen Potenzials

FERNWÄRME UND -KÄLTE

Energieeffizienz für städtische Gegenden

Version 2.0

Veröffentlicht im März 2018

Titelbild

Das Titelbild zeigt das Heizkraftwerk von Viborg/Dänemark

Architektur: Kjelgaard & Pedersen

Foto: Kontraframe

Chefredakteur

State of Green

Redaktionsausschuss

Dänische Energieagentur Patrizia Yvonne Renoth, pyr@ens.dk
 Dänischer Fernwärmeverband Morten Jordt Duedahl, md@dbdh.dk
 Verband der Dänischen Energieindustrie Hans Peter Slente, hps@di.dk

Autoren dieses Weißbuches

Universität Aalborg Dr. Brian Vad Mathiesen, bvm@plan.aau.dk
 ABB Denmark Martin B. Petersen, martin.b.petersen@dk.abb.com
 Arcon-Sunmark Knud Erik Nielsen, ken@arcon-sunmark.com
 Babcock & Wilcox Vølund Ole Hedegaard Madsen, ohm@volund.dk
 COWI Theodor Møller Moos, tmm@cowi.dk
 Danfoss Jonna Senger, senger@danfoss.com
 Fernwärme Fünen Jan Strømvig, js@fjernvarmefyn.dk
 Grundfos Anders Nielsen, anders@grundfos.com
 HOFOR Henrik Lorentsen Bøgeskov, hbog@hofor.dk
 Fernwärme Høje Taastrup Uffe Schleiss, uffe.schleiss@htf.dk
 Gemeinde Islington Stephen Mirkovic, stephen.mirkovic@islington.gov.uk
 Kamstrup Steen Schelle Jensen, ssj@kamstrup.com
 Logstor Peter Jorsal, pjo@logstor.com
 Logstor Jørgen Ægidius, jae@logstor.com
 Ramboll Anders Dyrelund, ad@ramboll.com
 Ramboll Flemming Ulbjerg, fu@ramboll.com
 Fernwärme Silkeborg Jens Østergaard Jørgensen, jj@silkeborgforsyning.dk

Für weitere Informationen

Bitte kontaktieren Sie State of Green unter info@stateofgreen.com, falls Sie Exemplare dieses Weißbuches bestellen oder Informationen über andere, ähnliche Veröffentlichungen erhalten möchten.

Copyright State of Green 2018



FERNWÄRME UND -KÄLTE – DER SCHLÜSSEL ZU EFFIZIENZ UND WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Fernwärme und Fernkälte sind erprobte Konzepte, die das grüne Wachstum ankurbeln können und ein Herzstück flexibler Energiesysteme sein werden.

Lars Chr. Lilleholt, dänischer Energie-, Versorgungs- und Klimaminister



Eine effiziente und flexible Grundlage – bereit für die Zukunft

Eine wettbewerbsfähige Wirtschaft verwendet ihre begrenzten Ressourcen so effizient wie möglich. Dänemark ist eines der energieeffizientesten Länder der Welt. Die Tatsache, dass Fernwärme 63 % der dänischen Haushalte mit Wärme und Warmwasser versorgt, trägt dazu entscheidend bei. Darüber hinaus werden ca. 60 % unseres Stroms mit Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt, deren Effizienz bis zu 92 % beträgt. Die Fernwärme ist daher ein essentieller Bestandteil der dänischen Wärme- und Stromversorgung. Das System aus Fernwärme und Kraft-Wärme-Kopplung ist wegen seiner hohen Effizienz und Flexibilität ein Schlüsselement der dänischen Vision, im Jahre 2050 von fossilen Brennstoffen unabhängig zu sein.

Zugriff auf Erfahrungen und Lösungen aus vier Jahrzehnten

Die intensiven Bemühungen Dänemarks im Bereich der Fernwärme waren eine Folge der Ölkrise der 70er Jahre, die die dänische Wirtschaft hart traf.

Umfassende Analysen alternativer Wärmeversorgungsoptionen zeigten deutlich, dass die Fernwärme in vielen Gegenden die beste Lösung war. Daher wurde 1979 das erste dänische Wärmeversorgungsgesetz verabschiedet. Auf Grundlage dieses Gesetzes haben die dänischen Akteure die politischen Rahmenbedingungen geschaffen, um Fernwärme erfolgreich in ganz Dänemark einzuführen. Die Akteure verfügen nun über wertvolle Erfahrungen, die sie im Laufe der letzten vier Jahrzehnte gesammelt haben. Die Entwicklung hat auch das Wachstum zahlreicher Firmen gefördert, die für alle Teile der Wertschöpfungskette im Bereich Fernwärme und -Kälte hochmoderne Technologien und neuestes Knowhow liefern.

Ein erprobtes und sich ständig weiterentwickelndes Konzept – bereit für die Welt

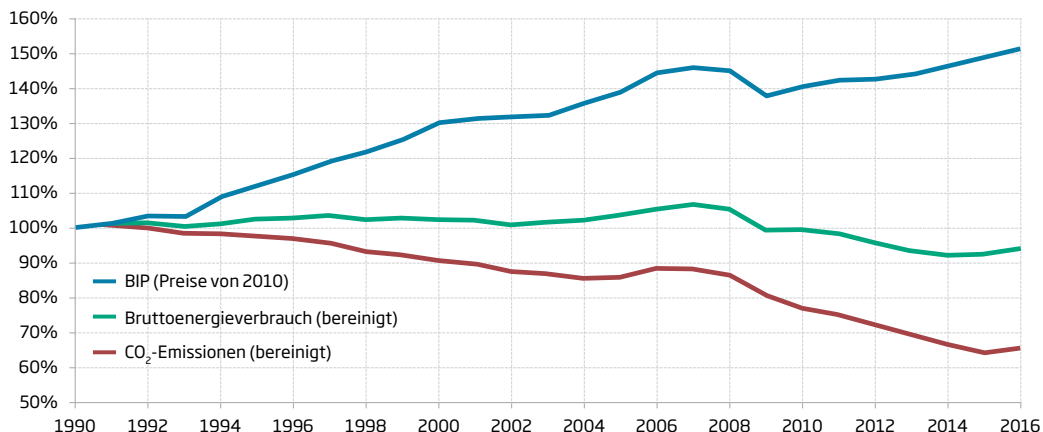
Dieses Weißbuch wird zu einem Zeitpunkt veröffentlicht, an dem großer internationaler Bedarf an energieeffizienten Lösungen besteht. Energieeffiziente Fernwärme ist für die Mitgliedsländer der EU von strategischer

Bedeutung und besitzt in der restlichen Welt enormes Potenzial.

Dänemark arbeitet mit mehreren Ländern zusammen, um seine Erfahrungen mit ihnen zu teilen und die Fernwärme und -kälte weiterzuentwickeln. Obwohl Fernwärme und -kälte erprobte Konzepte sind, werden sie ständig weiterentwickelt. Es reifen immer noch innovative Technologien heran, die neue Möglichkeiten schaffen! Ich freue mich, dieses Weißbuch mit Ihnen teilen zu können. Zum ersten Mal beschreibt ein Weißbuch die politischen Rahmenbedingungen, vermittelt Schlüsselemente anhand von Musterbeispielen und gibt zudem einen Überblick über die Zukunft von Fernwärme und -kälte, indem es u. a. die Entwicklung von Niedertemperatur-Fernwärme sowie von Fernkälte beschreibt.

Ich hoffe, dass Sie davon inspiriert werden.

Lars Chr. Lilleholt



2016 wurden in Dänemark mehr als 67 % der Fernwärme von Heizkraftwerken erzeugt. Die weit verbreitete Nutzung der Fernwärme und der hohe Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung haben dazu beigetragen, die Energieeffizienz zu steigern, die Entwicklung des Energieverbrauchs vom Wirtschaftswachstum (BIP) abzukoppeln und die Kohlenstoffemissionen mehrere Jahrzehnte lang zu reduzieren.

ÜBER DIESES WEISSBUCH

Fernwärme und -kälte ersetzen individuelle Versorgung mit Wärme und Kälte durch gemeinschaftliche Versorgung, schaffen so zusätzlichen Nutzen und tragen gleichzeitig dazu bei, dass wir unsere Klimaziele erreichen. Wärme (oder Kälte), die an einem Ort keinen oder nur einen sehr geringen Wert hat, wird durch den Transport an einen anderen Ort, an dem sie benötigt wird, äußerst wertvoll. Fernwärme und -kälte sorgen für diese Wertschöpfung. Erwärmtes oder gekühltes Wasser wird dabei als Transportmedium genutzt. Einfach gesagt: Fernwärme- und Fernkältesysteme transportieren Energie mithilfe von Wasser, das eine gewünschte Temperatur hat, vom Ort der Herstellung zum Ort des Verbrauchs.

Fernwärme und -kälte sind an vielen Orten machbar, an denen ein hoher Bedarf an Wärme oder Kälte besteht, z. B. in Industriegebieten oder dicht bevölkerten Bereichen großer und kleiner Städte. Ein Großteil der Erstinvestitionen in Fernwärme- und Fernkältesysteme wird für die Schaffung der Infrastruktur (Verlegen der Rohre im Erdboden) verwendet. Die Verwendung hochwertiger vorgedämmter Rohre gewährleistet, dass diese Investition über Jahrzehnte hinweg genutzt werden kann und mit der Zeit zu einem unbedeutenden Teil der Gesamtbetriebskosten des Fernwärme- bzw. Fernkältesystems wird. Korrekte Installation, Messung und Wärmeregulierung beim Endkunden sorgen für eine mühelose Verwendung und Zahlung und ein erheblich verbessertes Innenklima.

Dieses Weißbuch nutzt Kompetenzen, die aus mehr als 100-jähriger Erfahrung mit Fernwärme und -kälte in Dänemark und aller Welt entstanden sind. Indem es relevante Fallbeispiele aus aller Welt anführt, hebt es einige der wichtigsten Lehren hinsichtlich des Systems, der rechtlichen Rahmenbedingungen, der Planung, der Effizienz, der Flexibilität bezüglich der Energiequelle, der Lagerung und der Zukunftsperspektiven hervor, die berücksichtigt werden sollten, wenn man die Nutzung der Fernwärme und -kälte ausweiten möchte. Da Fernwärme nach wie vor diesen Bereich dominiert und der Großteil der Technologie für Fernwärme und Fernkälte identisch ist, wird der Begriff „Fernwärme“ nachfolgend als Synonym für beide Formen verwendet.



INHALTSVERZEICHNIS

Fernwärme und -kälte - der Schlüssel zu Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit3

Fernwärme und Fernkälte sind erprobte Konzepte, die das grüne Wachstum ankurbeln können und ein Herzstück flexibler Energiesysteme sein werden

Kernpunkte der Fernwärme und -kälte6

Brennstoffflexibilität und Versorgungssicherheit

Moderne Fernwärmerohrsysteme - der effizienteste Weg, Energie zu sparen	8
Intelligente Fernwärme	9
Historischer Überblick über Fernwärme und -kälte in Dänemark.....	10
Der Schlüssel zum Erfolg im Bereich der Fernwärme und -kälte	11
Karte über die Wärmeversorgung Dänemarks	12

Planung und Regulierung - eine Grundvoraussetzung.....13

Regulierungsprozess, Verantwortlichkeiten und Anforderungen bei der Genehmigung von Fernwärmeprojekten in Dänemark

Das integrierte Fernwärmesystem im Großraum Kopenhagen.....	14
Silkeborg - Symbiose aus der größten Solarheizungsanlage der Welt und einem Heizkraftwerk	15
Fernwärme in der HafenCity Hamburg.....	16
Bunhill Heat and Power	17
Steigerung der Energieeffizienz in Shangri-La	18-19

Brennstoffflexibilität ermöglicht nachhaltige Fernwärme 20-21

Der Schlüssel zur intelligenten Energienutzung

Preisgekrönte solare Fernwärme	22-23
Abwärme sorgt für warme Häuser	24
Wie aus Feuchtigkeit Fernwärme wird	25

Wärmespeicherung - ein wichtiger Teil der Energiewende 26- 27

Wärmespeicherung spart Geld und sichert die Versorgung

Großangelegte Speicherung eröffnet Möglichkeiten	28-29
--	-------

Die Zukunft von Fernwärme und -kälte30-31

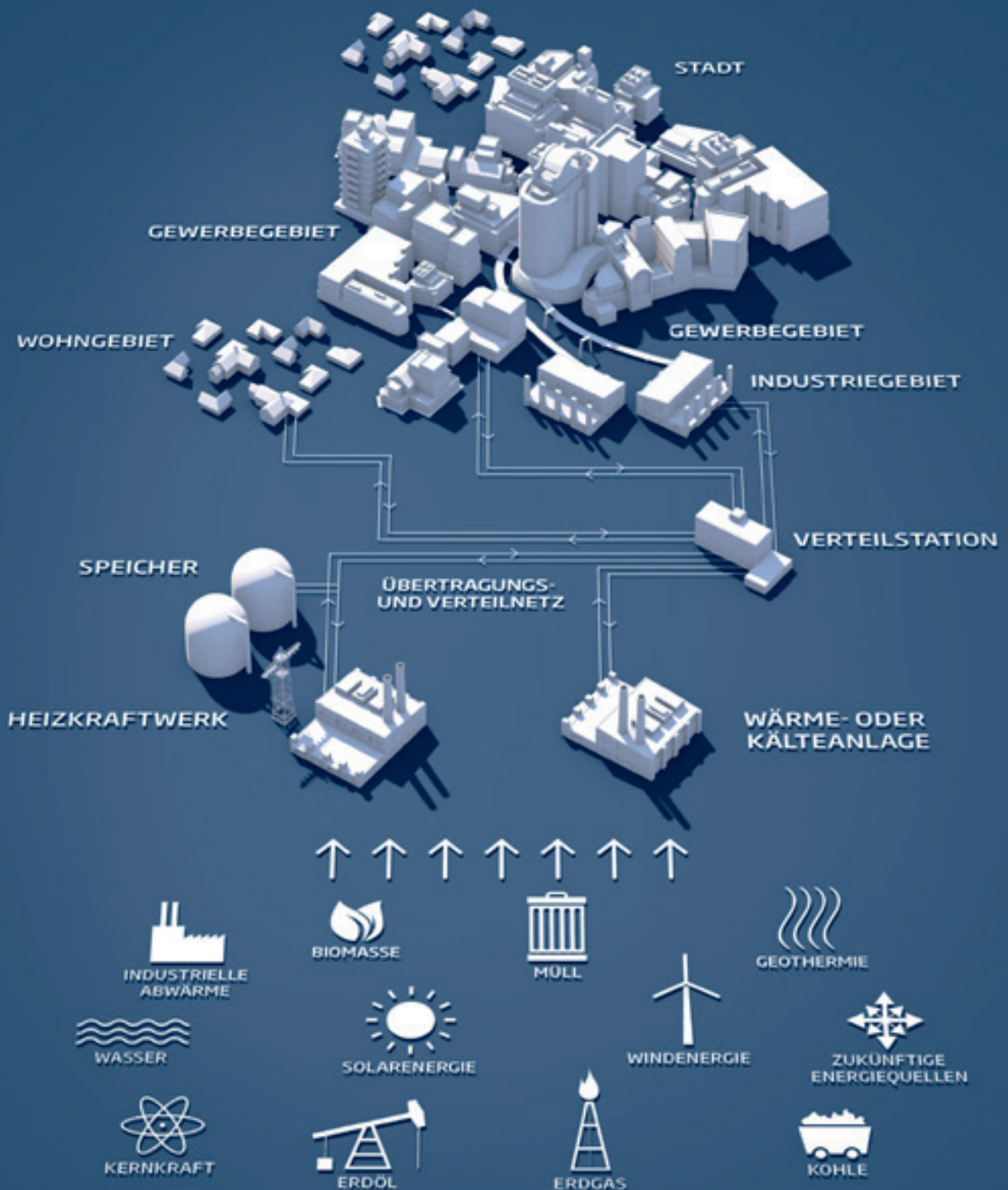
Verwirklichung eines großen globalen Potenzials

Erneuerbare Energie und Energiesicherheit - globale Schwerpunkte der Wärmewirtschaft	32
Copenhagen Markets	33
Fernkälte reduziert die CO ₂ -Emissionen in der Stadtmitte von Kopenhagen	34-35
Umstellung einer Gemeinde auf Niedertemperatur-Fernwärme.....	36-37

Über State of Green38-39

Die Dänische Energieagentur, der Dänische Fernwärmeverband (DBDH),
der Verband der Dänischen Energieindustrie

ÜBERSICHT EINES FERNWÄRMESYSTEMS



Übersicht eines Fernwärmesystems

Wärme wird von mehreren Quellen (unterer Teil der Abbildung) entweder produziert oder gesammelt, um danach durch hocheffektive Fernwärmeleitungen zum Endverbraucher gefördert zu werden. Mit Hilfe von Speichern ist es möglich, die Produktion über einen längeren Zeitraum zu entkoppeln - sogar über Monate.

Mit verschiedenen Erzeugungsanlagen kann die Wirtschaftlichkeit eines Fernwärmesystems dauerhaft verbessert werden. Endverbraucher nutzen so Wärme aus der besten verfügbaren Quelle anstatt an eine Brennstoffquelle gebunden zu sein.

KERNPUNKTE DER FERNWÄRME UND -KÄLTE

Brennstoffflexibilität und Versorgungssicherheit

Fernwärme ist beständig. Sie wird seit mehr als 100 Jahren verwendet. Heute ist sie ein wesentliches Element bei der Entwicklung nachhaltiger Städte.

Jan Strømvig, Geschäftsführer von „Fernwärme Fünen“ und Vorsitzender des Dänischen Fernwärmeverbands (DBDH)

Fernwärmesysteme nutzen im Wesentlichen Wärme, die an zentralen Orten produziert wird, und verteilen sie durch Rohre an eine große Anzahl Endkunden. Auf diese Weise kann Wärme, die an einem Ort keinen oder nur einen sehr geringen Wert hat, z. B. industrielle Abwärme, an anderen Orten, an denen eine hohe Nachfrage nach Wärme besteht, wie z. B. kleinen Ortschaften oder großen städtischen Gebieten, einen hohen Wert erhalten.

Vorteile der Fernwärme gegenüber individuellen Lösungen

Individuelle Heizlösungen lassen lediglich eine bestimmte Art Brennstoff zu, z. B. Kohle, Öl oder Erdgas. Der Endkunde ist daher Preissteigerungen eines bestimmten Brennstoffs ungeschützt ausgesetzt. Fernwärme ermöglicht es, den Umstand auszunutzen, dass Marktkräfte Preisänderungen für verschiedene Arten von Brennstoff verursachen. Zudem ermöglicht Fernwärme, andere gesellschaftliche Prioritäten und politische Ziele, wie z. B. die Unabhängigkeit von Brennstoffimporten und das Erreichen von CO₂-Zielen, umzusetzen. Kurz gesagt – es ist viel einfacher, die Brennstoffart, z. B. Erdgas,

an einem zentralen Ort zu ändern, als Gasheizkessel in Tausenden von Häusern auszutauschen. Heutzutage wird sogar Strom zur Wärmeproduktion genutzt, wenn die Strompreise aufgrund von überschüssiger Kapazität von z. B. Windenergieanlagen fast auf null fallen.

Flexibilität ist einer der entscheidenden Vorteile

Die Produktion von Fernwärme und -kälte in zentralen Anlagen ermöglicht die Nutzung mehrerer Brennstoffarten. Die Produktion ist daher sehr flexibel. Die große Flexibilität erhöht wiederum sowohl die Versorgungssicherheit als auch die Produktionseffizienz. Sollte eine Anlage ausfallen, sind Alternativen vorhanden, wobei die Fernwärmegesellschaft den zu diesem Zeitpunkt billigsten Brennstoff wählen kann. Die Einrichtung eines Fernwärmenetzwerkes ermöglicht es unserer Gesellschaft zudem, minderwertige Wärme zu nutzen. Dabei kann es sich um Abwärme der Industrie oder der Müllverbrennung oder um Wärme aus Heizkraftwerken handeln.

Quicklebendige 100 Jahre alte Technologie

Die optimale Nutzung aller vorhandenen nachhaltigen Energieressourcen muss weltweit immer mehr im Blickpunkt stehen. Dies bedeutet, dass Abwärme aus allen verfügbaren Quellen genutzt, fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energien wie Solar- und Bioenergie ersetzt und Strom- und Wärmesysteme ineinander integriert werden müssen.

In Zukunft wird auch groß angelegte Wärmespeicherung vom Sommer für den Winter zunehmend möglich sein. Fernwärme ist eine Antwort auf diese Herausforderungen und sollte daher als Rückgrat städtischer Gemeinschaften und intelligenter Städte von morgen in Betracht gezogen werden. Fernwärmesysteme können zunächst in kleinem Maßstab angelegt und anschließend nach und nach erweitert werden, bis sie das gesamte Stadtgebiet umfassen. Kopenhagen ist hierfür ein gutes Beispiel. Dort wurde 1903 ein kleines lokales System angelegt. Heute werden 98 % der Stadt mit Fernwärme versorgt.



MODERNE FERNWÄRMEROHRSYSTEME – DER EFFIZIENTESTE WEG, ENERGIE ZU SPAREN

Die Gesamtbetriebskosten sind für zukünftige Fernwärmeprojekte von entscheidender Bedeutung

Die Gestaltung von Fernwärmenetzwerken und die Systemwahl haben großen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, was Energieeffizienz, CO₂-Emissionen und Betriebskosten betrifft.

Jørgen Ægidius, Vertriebsdirektor Fernwärme und -kälte, und Peter Jorsal, Produktmanager, LOGSTOR

Die finanziellen Ergebnisse und die Auswirkungen auf die Umwelt werden durch das Rohrsystem beeinflusst

Die Rohrsysteme für die Übertragung und Verteilung von Fernwärme sind für die Gesellschaft und den Fernwärmeversorger Anlagegüter. Die Kunden werden mithilfe des Rohrsystems mit Wärme und folglich auch mit Komfort und Behaglichkeit versorgt. Die Funktionsweise des Fernwärmenetzwerkes hat großen Einfluss darauf, was der Fernwärmeversorger im Hinblick auf Energieeffizienz, CO₂-Emissionen und Betriebs- und Instandhaltungskosten leistet. Die technische Lebensdauer hochmoderner vorgedämmter Rohrsysteme beträgt heute mehr als 30 Jahre. Daher ist es heutzutage wichtig, die langfristigen Gesamtbetriebskosten (TCO) zu bewerten und zu optimieren und so die Funktionalität sicherzustellen und die Energieeffizienz der Rohrsysteme und des Fernwärmebetriebs über die Zeit

zu verbessern. Ein modernes Rohrsystem sichert so die erheblichen Investitionen ab, die mit der Übertragung und der Verteilung von Fernwärme verbunden sind.

Die Gesamtbetriebskosten haben bei der Wahl des optimalen Rohrsystems entscheidende Bedeutung

Die lange technische Lebensdauer eines Rohrsystems bewirkt, dass die Wahl einer hochwertigen Lösung die höheren Anfangskosten mehr als ausgleicht. Berechnungen, Tests und Erfahrung belegen, dass der Großteil der Gesamtbetriebskosten von Wärmeverlusten der Rohrsysteme herrührt. Eine Minimierung der Wärmeverluste während der gesamten Betriebsdauer des Systems verbessert daher die Effizienz entscheidend und senkt so die Betriebskosten des Netzwerkes. Dies zeigt auch das Beispiel der dänischen Stadt Hillerød.

Die Hauptpunkte bei der Optimierung eines Rohrsystems.

Die Gesamtbetriebskosten werden von mehreren Parametern beeinflusst:

Die Gestaltung des Rohrsystems muss so auf den tatsächlichen Betriebsannahmen beruhen, dass die erwartete Mindestlebensdauer von mehr als 30 Jahren sichergestellt wird. Dies wird durch die Anwendung der Richtlinien der europäischen Norm EN 13941 sichergestellt, wodurch das System vereinfacht und die Zahl der Kompensatoren, U-Schleifen usw. reduziert wird.

Die Komponenten müssen so ausgewählt werden, dass sie die Funktionsanforderungen des Rohrsystems erfüllen. Dies gilt für die Rohre, die T-Stücke, die Ventile usw. und besonders für das Dichtungssystem, dessen Lebensdauer nicht nur vom Produkt, sondern auch von einer sachgemäßen Installation abhängt.

Der größte Kostenfaktor der Gesamtbetriebskosten sind die Wärmeverluste des Rohrsystems. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass Rohrsysteme mit optimalen Dämmeigenschaften gewählt werden. Wärmeverluste können zudem durch die Verwendung von TwinPipe-Systemen statt Einzelrohrsystemen, einer größeren Dämmdicke und von Rohrsystemen mit einer Diffusionssperre zwischen dem äußeren Mantel aus PE und dem PUR-Schaum reduziert werden. Die Diffusionssperre gewährleistet, dass sich die anfänglich niedrigen Wärmeverluste während der gesamten Lebensdauer nicht ändern.

Damit das Rohrsystem während seiner gesamten Lebensdauer konstant überwacht werden kann, sollte das System ein Überwachungssystem enthalten, das jederzeit erfassen kann, ob im System ein Defekt vorliegt und Feuchtigkeit in den Schaum eindringt. Falls dies der Fall ist, wird umgehend ein Alarm ausgelöst, damit rechtzeitig eine Reparatur durchgeführt werden kann. Dies gewährleistet die erwartete, lange Lebensdauer.

Niedrige Gesamtbetriebskosten in Hillerød

Vor der Wahl des vorgedämmten Rohrsystems für die dänische Stadt Hillerød wurden die Gesamtbetriebskosten berechnet.

Einzelheiten des Projekts:

- 14 km Rohrgraben, hauptsächlich DN 80-DN 150
- Betriebsbedingungen TV/RT/AT 80/40/8 °C
- Energiekosten: 27 EUR/MWh

Vorgeschriebenes System: TwinPipe

Die unterschiedlichen von LOGSTOR erwogenen Lösungen:

- TwinPipe der Dämmserie 1, 2 oder 3

Die gewählte Lösung:

Neben den direkten Investitionskosten bildeten die Betriebskosten durch Wärmeverluste des Übertragungssystems während eines 30-jährigen Zeitraums, die ca. 40 % der gesamten Investitionskosten entsprechen, die Grundlage für die Bewertung der eingegangenen Angebote. Der technische Wert der vorgeschlagenen Produkte und Lösungen floss auch in die Bewertung ein.

Der Eigentümer des Projekts entschied, ein TwinPipe-System der Dämmserie 2 zu installieren, das von LOGSTOR angeboten wurde. Dieses System bot unter Berücksichtigung der Investitionskosten und der Wärmeverlustkosten während eines 30-jährigen Zeitraums die niedrigsten Gesamtbetriebskosten.

Vorteile:

Ein energieeffizientes System mit einer Energieeinsparung von ca. 20 % (verglichen mit TwinPipe der Dämmserie 1) bzw. 40 % geringeren Wärmeverlusten (verglichen mit herkömmlichen Einzelrohrpaaren der Dämmserie 2).

INTELLIGENTE FERNWÄRME

Verbesserte Effizienz durch die Verwendung von Zählerdaten

Das Wärmeversorgungsunternehmen der zweitgrößten Stadt Dänemarks rechnet damit, die Amortisationszeit seiner 33 Mio. Euro teuren Investition mithilfe von Optimierungen zu halbieren, die auf häufig ausgelesenen Zählerdaten beruhen.

Steen Schelle Jensen, Leiter des Produktmanagements, Kamstrup

Intelligente Zähler eröffnen neue Möglichkeiten

Als 2012 zwei Drittel der ausgedienten Wärmezähler ersetzt werden mussten, entschied AffaldVarme Aarhus (AVA), dass die Umstellung so intelligent wie möglich durchgeführt werden sollte. Daher wurden im Rahmen einer intelligenten Zählerlösung von Kamstrup sämtliche 56.000 Zähler durch stündlich fernausgelesene Zähler ersetzt, Leckageüberwachung eingeführt und die Einbeziehung der Kunden verbessert. Die größere Datenmenge hebt die Analyse, die Störungsbehebung und die Verbesserungsmöglichkeiten auf ein neues Niveau.

„Wir erstellten damals einen Business-Case für das Projekt. Die Ergebnisse übertreffen bereits jetzt unsere Erwartungen. Wenn wir auch weiterhin solche Ergebnisse erzielen, rechne ich damit, dass sich die Investition bereits nach der Hälfte der erwarteten 16-jährigen Lebensdauer der Zähler amortisiert hat“, sagt Erik Brender, Projektleiter bei AVA.

Echtzeitsentscheidungen erfordern Echtzeitdaten

Die steigenden Anforderungen an Fernwärmeversorgungsunternehmen, ihren Betrieb und ihre Energieeffizienz zu optimieren, bewirken, dass AVA und andere Unternehmen laufend ihre Produktion und ihr Leitungsnetz managen und verbessern müssen.

Häufig ausgelesene, genaue Zählerdaten

bilden die unerlässliche Grundlage für diese Optimierungen. Zusammen mit Visualisierungstools und Analytik bieten sie einen detaillierten Überblick über das Netzwerk und gestatten Versorgungsunternehmen, alle Aspekte ihres Geschäfts entsprechend anzupassen. Auf diese Weise wird zudem sichergestellt, dass die Versorgungsunternehmen ihre Daten optimal nutzen.

Datengestützte Optimierung

Intelligente Fernwärme reduziert die Verwaltungsarbeit bei der Erhebung und Handhabung von Zählerdaten und beseitigt nahezu vollständig die Kosten für die Berichtigung fehlender oder falsch abgelesener Werte. Daten, die öfter und direkt aus dem Netzwerk ausgelesen werden, gestatten den Versorgungsunternehmen auch, präzisere Produktionsvorhersagen zu machen und ihre Produktion sowohl im Normalbetrieb als auch bei Belastungsspitzen besser und enger an den Bedarf anzupassen.

Die Kenntnis des aktuellen Zustands des Leitungsnetzes – stündliche Werte über Durchfluss, Temperatur und Druck – ermöglicht den Versorgungsunternehmen außerdem, Verluste zu minimieren und ihre Anstrengungen und Investitionen maßzuschneidern. Sie erhalten detaillierten Einblick in die Leistung bestimmter Bereiche und einzelner Gebäude in ihrem Versorgungsgebiet – u. a. in die Effizienz von Nebenstellen und die Leistung von Gebäudehüllen. So können sie das Optimierungspotenzial der vorhandenen Gebäudesubstanz identifizieren.

Öfter ausgelesene Zählerdaten kommen letztendlich auch dem Endkunden zugute, indem sie den Versorgungsunternehmen ermöglichen, maßgeschneiderten Kundenservice, Online-Energiemanagement wie z. B. eButler oder neue Abrechnungsmodelle anzubieten. Je mehr Daten dem Versorgungsunternehmen zur Verfügung stehen, umso größeren Mehrwert kann es letztlich schaffen.

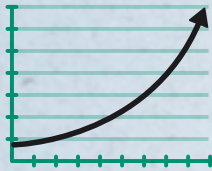


Verbesserte Einbeziehung der Kunden mit eButler

eButler ist Kamstrups Onlinelösung für die Visualisierung von Zählerdaten. Die Lösung zeichnet sich als praktisches Tool aus, das greifbare Ergebnisse für Endkunden liefern kann. Eine Studie des Dänischen Technologischen Instituts, der Interviews mit ca. 1.200 Kunden zugrunde liegen, zeigt, dass 73 % der Kunden, die eButler genutzt haben, dies mehr als einmal getan haben. Sie sind generell sehr zufrieden und haben erhebliche Einsparungen erzielt, da sie ihren Wärmeverbrauch dank der Informationen in eButler reduzieren konnten.

HISTORISCHER ÜBERBLICK ÜBER FERNWÄRME UND -KÄLTE IN DÄNEMARK

SCHWERPUNKT AUF ENERGIEEFFIZIENZ UND VERSORGUNGSSICHERHEIT



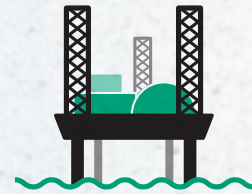
1973-74. Die hohen Energiepreise, die durch die internationale Energiekrise verursacht werden, sorgen dafür, dass in Dänemark die Unabhängigkeit von Brennstoffimporten verstärkt in den Blickpunkt gerät, und spornen zu Verbesserungen der Energieeffizienz an.

1976-79. Dänemarks erster landesweiter Energieplan bildet die Grundlage für eine langfristige Energiepolitik. Die Dänische Energieagentur wird gegründet. Das erste Gesetz zur Wärmeversorgung läutet eine neue Ära der öffentlichen Wärmeplanung ein, die bis heute andauert.

1981-82. Die nationale Wärmeplanung wird im ganzen Land umgesetzt. Im Zuge der Wärmeplanung wird eine Zonierung durchgeführt, die zur Etablierung effizienter, emissionsarmer Energiesysteme führen soll.



SCHWERPUNKT AUF EINHEIMISCHE BRENNSTOFFE



1990. Politische Vereinbarung über die verstärkte Verwendung von sowohl erdgasbetriebenen Heizkraftwerken als auch Biomasse bei der Fernwärmeerzeugung sowie über die verstärkte Installation von Windenergieanlagen.

1985-86. Parlamentarische Entscheidung, die Kernkraft nicht bei der öffentlichen Energieplanung zu nutzen. Kohle ist nicht mehr Teil der Wärmeplanung. Die Energiesteuern werden angehoben, da die Ölpreise gefallen sind. Die Vereinbarung zur Kraft-Wärme-Kopplung hebt kleine Heizkraftwerke als Priorität der Energiepolitik hervor.

1984. Die Erdgasproduktion im dänischen Teil der Nordsee beginnt. Das Energieministerium weist Kraftwerke an, Erdgasinstallationen einzurichten.

ÜBERGANG VON NATIONALER PLANUNG ZU PROJEKTDENKWEISE



1990. Mit der Änderung des Gesetzes zur Wärmeversorgung wird ein neues Planungssystem eingeführt. Planungsrichtlinien und Leitfäden zur Brennstoffwahl und Kraft-Wärme-Kopplung werden allen lokalen Behörden/den Gemeinden zur Verfügung gestellt.

1992. Es werden verschiedene Subventionen eingeführt, um Energieeinsparungen, Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energiequellen zu unterstützen.

1993-2000. Politische Vereinbarung über die Verwendung von Biomasse bei der Stromerzeugung. Änderung des Gesetzes zur Wärmeversorgung. Eine Mehrheit im dänischen Parlament beschließt, die Bedingungen für 250 kleine und mittelgroße, außerhalb großer Städte gelegene Heizkraftwerke zu verbessern.

DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG IM BEREICH DER FERNWÄRME UND -KÄLTE

Ein kurzer Blick auf die Lehren aus vier Jahrzehnten Fernwärme in Dänemark

Die großflächige Verwendung von Fernwärme und Kraft-Wärme-Kopplung ist einer der Hauptgründe für die Verbesserung der Energieeffizienz und die Reduzierung der CO₂-Emissionen in den letzten Jahrzehnten.

Morten Bæk, Generaldirektor der Dänischen Energieagentur

Fernwärme - ein Eckpfeiler der grünen Neuausrichtung Dänemarks

1903 wurde das allererste Heizkraftwerk in Dänemark gebaut. Es handelte sich um eine Müllverbrennungsanlage, die nicht nur Müll verbrannte, sondern auch ein nahegelegenes Krankenhaus mit Strom und Wärme versorgte und auf diese Weise zwei Leistungen gleichzeitig erbrachte.

Während der 20er und 30er Jahre wurde ein gemeinschaftliches Fernwärmesystem entwickelt, das die Abwärme der lokalen Stromproduktion nutzte. Seitdem nahm die Nutzung der Fernwärme aus Heizkraftwerken weiter zu. In den 70er Jahren wurden bereits ca. 30 % aller Haushalte mit Wärme aus Fernwärmesystemen versorgt.

Geringere Abhängigkeit von importierter Energie und niedrigere Kosten für die Kunden

Die Energiekrise in den Jahren 1973/74 zeigte deutlich, dass Energieeinsparungen von entscheidender Bedeutung waren, um die Abhängigkeit von importierten Brennstoffen und die Heizkosten der Kunden zu reduzieren. Daher wurde entschieden, die brennstoffsparende Kraft-Wärme-Kopplung in mehreren dänischen Städten einzuführen.

Erstes Wärmeversorgungsgesetz im Jahre 1979

Bis zum Jahre 1979 war die Wärmeversorgung in Dänemark nicht gesetzlich reguliert. Die meisten Haushalte hatten kleine Ölkessel oder andere individuelle Heizlösungen. 1979 wurde das erste dänische Wärmeversorgungsgesetz verabschiedet, um politische Ziele zu verwirklichen. Das Gesetz reguliert Form und Inhalt der Wärmeplanung in Dänemark und läutete eine neue Ära der öffentlichen Wärmeplanung ein, die bis heute andauert.

Hohe Energieeffizienz ist eines der Ergebnisse der langfristigen Planung

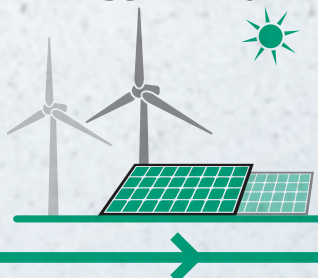
Heute nutzen 63 % aller dänischen Haushalte Fernwärme zum Beheizen von Räumen und für Warmwasser. Durch die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung bei der Produktion von Wärme und Strom ist die Energieeffizienz insgesamt deutlich höher, als wenn Wärme und Strom unabhängig voneinander produziert werden. Liegt die Gesamteffizienz eines Heizkraftwerkes beispielsweise bei 85-90 % kann dies - verglichen mit der separaten Produktion von Wärme und Elektrizität - zu Brennstoffeinsparungen von insgesamt ca. 30 % führen.

Fernwärme und Heizkraftwerke waren und sind Schlüsselbestandteile der Energiewende in Dänemark.

Flexibilität, verschiedene politische Ziele weiterzuentwickeln und laufend zu unterstützen

Die Fernwärme gewährleistet, dass Dänemark über eine stabile und verlässliche Wärmeversorgung verfügt. Sie trägt außerdem in hohem Maße dazu bei, einen nachhaltigen dänischen Energiesektor aufrechtzuerhalten und langfristige energiepolitische Zielsetzungen zu erfüllen. Auch in Zukunft wird Fernwärme ein Schlüsselement des dänischen Energiesystems sein. Die Windenergie wird 2020 ungefähr die Hälfte des dänischen Stromverbrauchs decken. Dadurch sind flexible Fernwärmesysteme, die die Integration der Windkraft in das Energiesystem unterstützen, stärker ins Blickfeld gerückt. Fernwärme trägt daher nicht nur dazu bei, die dänischen Klimaziele zu erreichen, sondern spielt auch eine wichtige Rolle dabei, das zukünftige Energiesystem auszubalancieren.

SCHWERPUNKT AUF KLIMA, ERNEUERBARE ENERGIEN UND ENERGIEEFFIZIENZ



2008. Politische Vereinbarung, die Bedingungen für Windenergie und andere erneuerbare Energiequellen zu verbessern.

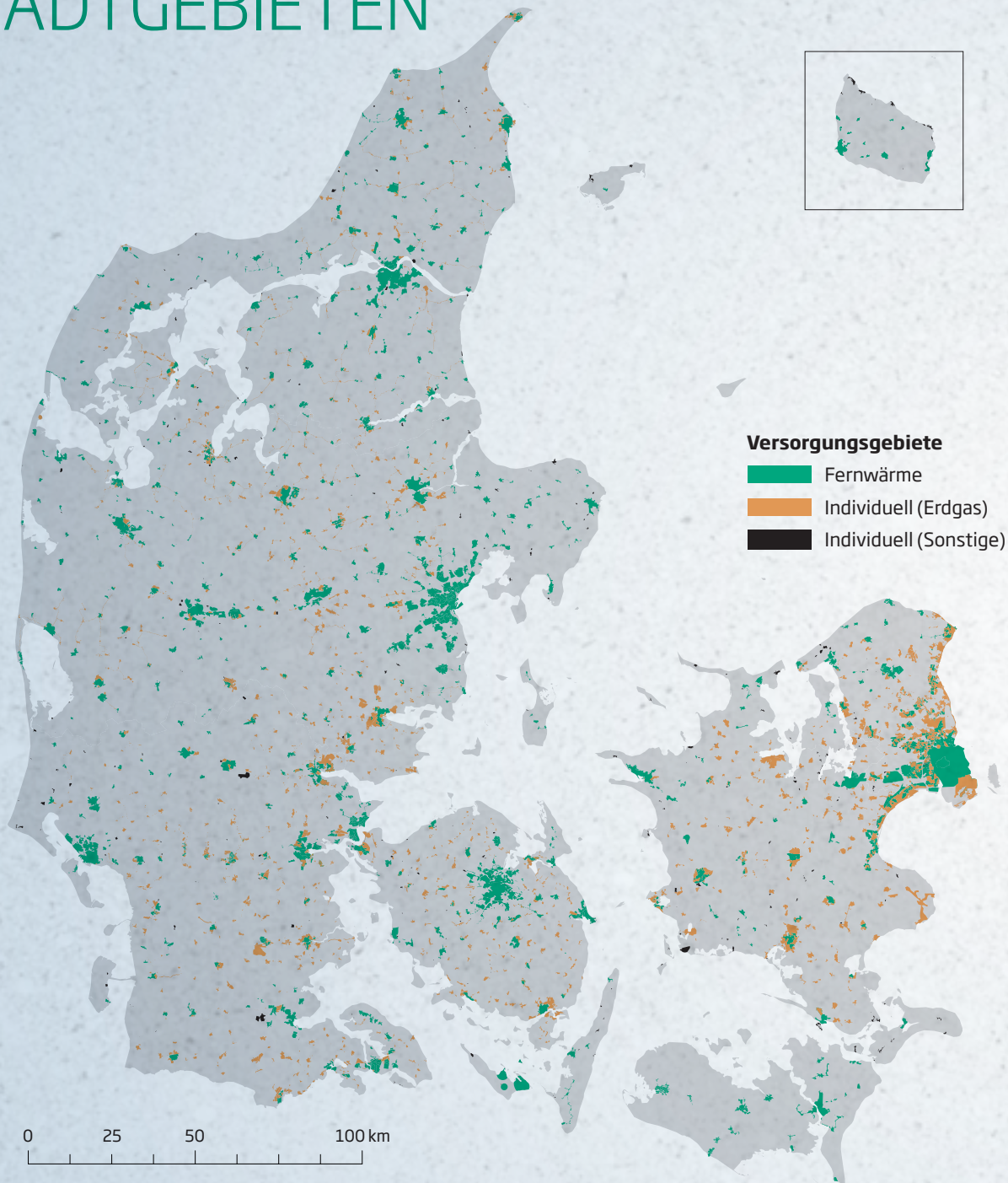


2012. Eine wichtige politische Vereinbarung über die dänische Energiepolitik für den Zeitraum von 2012 bis 2020 enthält eine breite Palette an ehrgeizigen Initiativen und Investitionen in Energieeffizienz, erneuerbare Energie und das Energiesystem.

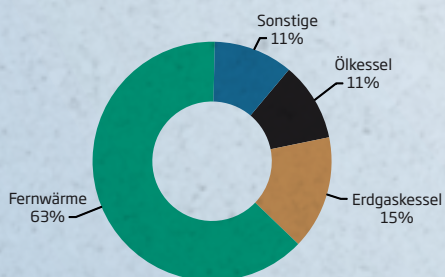


2020. Durch die Umsetzung der Vereinbarung sollen bis 2020 ca. 50 % des Stromverbrauchs aus Windenergie und mehr als 35 % des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Der Energieverbrauch soll im Vergleich zu 2006 um 12 % gesenkt werden.

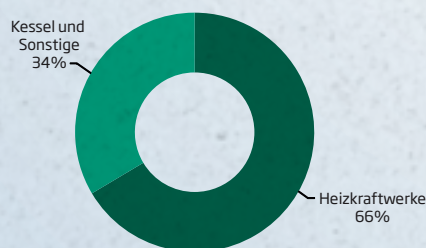
WÄRMEVERSORGUNG IN STADTGEBIETEN



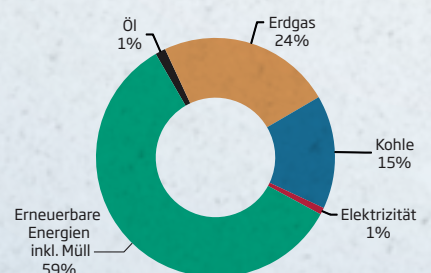
Heizanlagen in Haushalten



Fernwärmeproduktion



Energiequellen der Fernwärmeproduktion



Quellen: Jährliche Energiestatistik 2015 - Dänische Energieagentur, PlansystemDK, Stand: 01.08.2017 - Das Dänische Gesellschafts- und Gewerbeamt (Erhvervsstyrelsen). Ramboll/TSR

PLANUNG UND REGULIERUNG – EINE GRUNDVORAUSETZUNG

Regulierungsprozess, Verantwortlichkeiten und Anforderungen bei der Genehmigung von Fernwärmeprojekten in Dänemark

Das erste Wärmeversorgungsgesetz aus dem Jahre 1979 definiert die Aufteilung der Befugnisse und Verantwortlichkeiten. Bei der Regulierung der Wärmeplanung und der Umsetzung von Wärmeprojekten nimmt es die wichtigste Position ein.

Morten Bæk, Generaldirektor der Dänischen Energieagentur

Klare Rollenverteilung und Verantwortlichkeiten

Die dänische Fernwärmegesetzgebung wird durch das Wärmeversorgungsgesetz aus dem Jahre 1979 abgesteckt, das die Wärmewirtschaft reguliert. Es ermächtigt lokale Behörden, sich mit der lokalen Wärmeplanung zu beschäftigen und Entscheidungen zur Energieinfrastruktur und zur Ressourcenpriorisierung zu treffen. Lokale Entscheidungsträger haben die uneingeschränkte Befugnis über die Gestaltung lokaler Wärmesysteme, müssen dabei aber eine zentrale Politik und technische Rahmenbedingungen, die auf nationaler Ebene bereitgestellt werden, beachten. So wird sichergestellt, dass die Fernwärmeprojekte mit den übergreifenden nationalen Zielen zur Entwicklung der Wärmewirtschaft übereinstimmen. Die Dänische Energieagentur (DEA) entwickelte die Gesetzgebung und die begleitenden Richtlinien. Die Bewertung von und die Entscheidungen über individuelle Wärmeprojekte werden jedoch von den lokalen Behörden getroffen, die die lokale Stadtentwicklung, den Wärmebedarf und alle anderen relevanten lokalen Überlegungen genau kennen.

Hauptprinzipien des ursprünglichen dänischen Wärmeversorgungsgesetzes aus dem Jahre 1979:

- Die lokalen Behörden sind für die Genehmigung neuer Wärmeversorgungsprojekte verantwortlich.
- Die lokalen Behörden müssen sicherstellen, dass das Wärmeprojekt gewählt wird, das die größten sozioökonomischen Vorteile verspricht.
- Wo es möglich ist, muss die Wärme durch Kraft-Wärme-Kopplung produziert werden.
- Der Gesamtpreis für die Wärmeversorgung muss in Verbraucherpreise auf der Grundlage „notwendiger Kosten“ umgerechnet werden, d. h. der Wärmepreis darf nicht höher oder niedriger als die tatsächlichen Wärmeproduktionskosten sein.

Im dänischen Wärmeversorgungsgesetz wird das ganze Land zudem in Wärmeversorgungszonen unterteilt. In allen Zonen wird jeweils ein Wärmeversorgungstyp durch die dänische Wärmeversorgungsgesetzgebung begünstigt. Es gibt folgende Zonen:

- Individuelle Wärmeversorgung
- Erdgas
- Dezentrale Fernwärme
- Zentrale Fernwärme

Wahl der Wärmeversorgung beruht auf sozioökonomischen Kosten-Nutzen-Analysen

Die Wahl der Wärmeversorgung muss auf sozioökonomischen Kosten-Nutzen-Analysen beruhen. Die DEA bietet Richtlinien und Methodiken mit mehreren sozioökonomischen Annahmen an, um die lokalen Behörden bei der Anfertigung relevanter ökonomischer Analysen zu unterstützen. Zu diesen Annahmen zählen u. a. Brennstoffpreise, Strompreise, externe Kosteneffekte der Emissionen und Zinssätze. Die DEA bietet auch Technologiedaten an, die als Referenzangaben genutzt werden können. So entsteht eine einheitliche Grundlage, von der aus lokale Behörden in ganz Dänemark ihre Wärmeversorgungsmöglichkeiten bewerten können.

Regulierung des Wärmepreises für die Kunden

Die Wärmepreise in den dänischen Fernwärmegebieten sind unterschiedlich. Die Prinzipien zur Bestimmung des Wärmepreises sind jedoch überall gleich.

Die Berechnungsmethode ist gesetzlich festgelegt. Die Gesetzgebung bestimmt, dass der Wärmepreis für den Kunden alle für die Wärmeversorgung erforderlichen Kosten decken soll. Die Wärmeversorgungsunternehmen müssen jedoch nach dänischem Recht gemeinnützig bleiben.

Die Heizwerke dürfen keinen höheren Preis als die tatsächlichen Kosten für die Produktion der Wärme und ihren Transport zu den Kunden berechnen. Es gilt jedoch festzuhalten, dass diese Kosten auch den Wertverlust der Anlagegüter und die Finanzierungskosten einschließen, damit die Wärmegesellschaften kurz- und langfristig finanziell tragfähig sein können. Die Heizkosten der Kunden werden daher durch folgende Parameter beeinflusst:

- Investitionen in Produktionsanlagen
- Investitionen in das Fernwärmenetzwerk
- Betrieb und Instandhaltung der Produktionsanlagen
- Betrieb und Instandhaltung des Fernwärmenetzwerkes
- Brennstoffpreise
- Effizienz der Produktionsanlagen
- Wärmeverluste im Fernwärmenetzwerk
- Steuern und Mehrwertsteuer
- Finanzhilfen/Darlehen
- Strompreis (relevant für Fernwärmeproduktionsanlagen, die Strom verwenden oder produzieren)

Investitionskosten contra Betriebskosten

Verglichen mit individuellen Wärmeversorgungslösungen erfordert die Einrichtung eines Fernwärmesystems große Investitionen in die Infrastruktur. Die Betriebskosten und die Auswirkungen auf die Umwelt sind in den meisten Fällen jedoch deutlich niedriger. Dies gilt vor allem, wenn die Wärme von energieeffizienten Heizkraftwerken produziert wird oder die Abwärme einer Industrieanlage, wie z. B. eines Stahl- oder Zementwerkes, für die Wärmeproduktion genutzt wird.

Energiegestehungskosten

Die dänischen Erfahrungen zeigen, dass es wichtig ist, bei Machbarkeitsstudien zur Fernwärme die Kosten während der gesamten Lebensdauer eines Wärmeversorgungssystems (normalerweise Energiegestehungskosten oder LCOE genannt) zu berücksichtigen. Oft ist die Fernwärme über den gesamten Lebenszyklus gesehen die beste Lösung. Hohe Investitionen in die Infrastruktur werden nach einigen Jahren durch die niedrigeren jährlichen Kosten ausgeglichen. Die Durchführbarkeit hängt natürlich von mehreren Faktoren ab, z. B. vom Wärmebedarf und der Wärmedichte des jeweiligen Gebiets.

Die Verwendung hochwertiger Komponenten erhöht zwar zunächst die Investitionskosten, führt aber in der Regel dank niedrigerer Instandhaltungskosten und einer längeren Lebensdauer zu niedrigeren jährlichen Kosten und daher oft zu niedrigeren Lebenszeitkosten. Dadurch sinken auch die jährlichen Heizkosten der Wärmekunden. Es gilt zu berücksichtigen, dass die technische Lebensdauer eines hochwertigen Fernwärmenetzwerkes üblicher Weise 40-50 Jahre beträgt.

Natürliches Monopol

Die Kosten eines Fernwärmesystems hängen – sowohl was die Wärmeerzeugungsanlagen als auch die Netzwerkkosten betrifft – in hohem Maße von Größenvorteilen ab. Es wäre nicht rentabel, wenn für die Wärmeversorgung von Einzelkunden ein paralleles Versorgungsnetz vorhanden wäre. Daher wird eine gründliche und detaillierte Planung benötigt, um Verbraucherschutz und Vorteile für die Gesellschaft zu gewährleisten und gleichzeitig verlässliche Investitionsbedingungen für eine Technologie zu schaffen, die bei der grünen Neuausrichtung eine wichtige Rolle spielt.

DAS INTEGRIERTE FERNWÄRME-SYSTEM IM GROSSRAUM KOPENHAGEN

Kostengünstige, kohlenstoffarme Wärmeversorgung für 1 Million Einwohner in 22 Gemeinden

Kommunale und im Kundenbesitz befindliche Fernwärmegesellschaften haben ein integriertes Fernwärmesystem aufgebaut. Die Wärme wird effizient von Müllverbrennungsanlagen (25 %) und Kraftwerken (70 %) produziert. Nur 5 % stammen aus Kesselanlagen. Das System wird zurzeit auf Fernwärme der vierten Generation umgestellt.

Anders Dyrelund, Leitender Marktmanager, Ramboll

Die historische Entwicklung

Von 1903 bis 1979 entwickelte sich die Fernwärme auf der Grundlage von Abwärme von Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen sowie Schwerölbrennern stetig weiter und bildete eine gute Alternative zu individuellen Heizkesseln. Das System wird seit 1979 durch das Wärmeversorgungsgesetz reguliert und wurde seitdem in Zusammenarbeit mit den Sektoren Strom und Abfall erheblich erweitert. In letzter Zeit sind viele Erdgasbezirke zu Fernwärme übergegangen. Die Wärmeübertragung wurde ausgebaut, um eine kostengünstige Wärmeversorgung zu gewährleisten, die die Kosten von CO₂-Emissionen berücksichtigt.

Besitzverhältnisse

Die Wärmeübertragungs- und Abfallwirtschaftsgesellschaften befinden sich im Besitz der Gemeinden, die sie beliefern. Die 20 Wärmevertriebsgesellschaften befinden sich im Besitz der Gemeinden oder der Verbraucher. Daher sind alle Gesellschaften sehr daran interessiert, zusammenzuarbeiten, um die kostengünstigsten Lösungen für die Verbraucher im Großraum Kopenhagen zu finden.

Das Fernwärmesystem

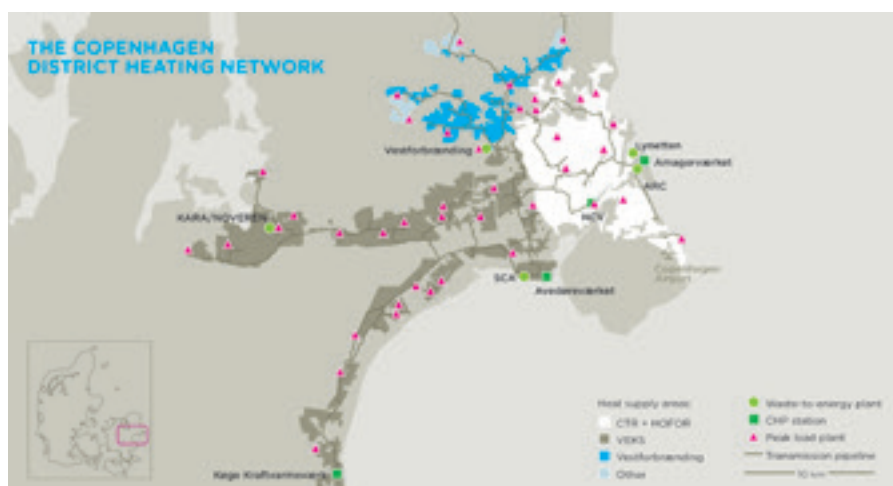
Das Übertragungssystem, die Wärmespeichertanks und die Wärmetauscher sind für die optimale Nutzung der Ressourcen und wettbewerbsfähige Wärmepreise von entscheidender Bedeutung. Das System versorgt 75 Millionen m² beheizte Nettogeschossfläche. Jährlich werden 10.000 GWh Wärme erzeugt und 8.500 GWh Wärme verkauft. Das 160 km lange Übertragungssystem (25 bar, max. 110 °C) und drei, jeweils 24.000 m³ große Wärmespeichertanks bilden das Rückgrat des Systems. Das System ist über Wärmetauscher mit den Verteilsystemen verbunden. Eine von den Übertragungsgesellschaften betriebene Wärmemarkteinheit ist für die Optimierung der Wärmeerzeugung der Heizkraftwerke, Müllverbrennungsanlagen und mehr als 50 Spitzenlastkesselanlagen sowie anderer kleiner Wärmeerzeuger verantwortlich.

Zukünftige Entwicklung

Das System wird zurzeit auf Fernwärme der vierten Generation umgestellt:

- Die Heizkraftwerke werden Kohle und Erdgas ersetzen – in erster Linie durch Stroh und Holz.
- Die Wärmespeicherkapazität wird durch große Tanks und Speicherbecken erheblich ausgebaut.

- Die Zahl der Fernkältesysteme wird von 5 auf mehr als 20 Systeme erhöht. Dies geschieht hauptsächlich durch Kaltwasserspeicher, Kälte-Wärme-Kopplung und Saisonspeicherung (ATES) zusammen mit Fernwärme.
- Kunden mit einem Gesamtverbrauch von mehr als 1.000 GWh werden voraussichtlich individuelle Erdgaskessel durch Fernwärme ersetzen.
- Das Übertragungsnetz wird auf benachbarte Vertriebsgesellschaften in zwei zusätzlichen Gemeinden ausgeweitet.
- Es werden zusätzliche große Wärmepumpen und Elektrokessel installiert, um schwankende Mengen Windenergie zu integrieren.
- Kurz nach 2020 werden die verbleibenden Teile des ursprünglichen Dampfsystems vollständig durch ein Heißwassersystem ersetzt.
- Das einzige Hochtemperaturnetzwerk (165 °C) wird teilweise auf Niedertemperaturwärme umgestellt, da das Hochtemperaturwasser des Heizkraftwerkes zukünftig ausschließlich als Prozessenergie an die Industrie geliefert wird.
- Die Verbraucher werden ihre Heizungsanlagen renovieren, um die Rücklauftemperatur und die benötigte Vorlauftemperatur zu senken.
- Die Temperatur und die Wärmeverluste im Versorgungsnetz werden entsprechend reduziert.



Das Wärmeübertragungssystem von CTR und VEKS, die beiden Heizkraftwerke und die drei größten Müllverbrennungsanlagen sind miteinander verbunden. 20 Vertriebsgesellschaften sorgen für optimale Produktion und optimalen Betrieb. Die größte Vertriebsgesellschaft, HOFOR, betreibt auch ein Dampfsystem, das zurzeit durch ein Heißwassersystem ersetzt wird. Die Abfallwirtschaftsgesellschaft „Vestforbrænding“ versorgt ihre eigenen Kunden mit Wärme und überträgt im Sommer Abwärme in die 20 km entfernt gelegene Stadt Hillerød.

SYMBIOSE AUS DER GRÖSSTEN SOLARTHERMIEANLAGE DER WELT UND EINEM HEIZKRAFTWERK

Solarthermieranlage und Heizkraftwerk teilen sich einen großen Wärmespeicher und eine Wärmepumpe

Zusammen mit der neuen Solarthermieranlage wird das Heizkraftwerk dank Investitionen in die Erweiterung des Wärmespeichers und eine Wärmepumpe zu einer effizienteren Reserve für die schwankende Windenergieproduktion.

Manager Jens Jørgensen, Fernwärmegesellschaft Silkeborg

Erster Schritt - ein effizientes Heizkraftwerk

Die Fernwärmegesellschaft Silkeborg befindet sich im Besitz der Stadt. Sie versorgt 21.000 Gebäude und ca. 95 % der 45.000 Bürger von Silkeborg mit Fernwärme. Vor zwei Jahrzehnten investierte das Versorgungsunternehmen in das größte dezentrale gasbefeuerte Heizkraftwerk Dänemarks (108 MWel und 85 MWth), um die Ziele der nationalen Energiepolitik zu erfüllen. Dank der Kraft-Wärme-Kopplung wurde der Brennstoffverbrauch für die Wärme im Vergleich zu Erdgaskesseln reduziert.

Zweiter Schritt - Solarthermieranlage und Reserve für die Windenergie

Niedrige Strompreise verringerten die Wettbewerbsfähigkeit des Heizkraftwerkes und führten zu einem Rückgang der Produktion. Darüber hinaus entschieden die Regierung und der Stadtrat, den Verbrauch fossiler

Brennstoffe noch weiter zu reduzieren. Statt einer Schließung der Anlage wurde beschlossen, sie in windarmen Zeiträumen mit höheren Strompreisen als Reserve zur Sicherung der Stromversorgung zu nutzen. Dazu wurde 2015 zunächst ein Elektrokessel (30 MW) installiert. Der Kessel nutzt die überschüssige Windenergie und hilft, Angebot und Nachfrage auf dem Strommarkt auszugleichen.

Symbiose aus Solarthermieranlage und Heizkraftwerk

Danach wurde das Heizkraftwerk nachgerüstet, und es wurden zusätzlich eine große Solarthermieranlage, ein größerer Wärmespeicher und eine große Wärmepumpe installiert. Beide Anlagen - die Solarthermieranlage und das Heizkraftwerk - profitieren vom größeren Wärmespeicher und der Wärmepumpe. Die Wärmepumpe ist eine Absorptionswärmepumpe. Sie verbessert die

Wärmeerzeugung des Heizkraftwerkes (+30 MWth), indem sie die Abgastemperatur senkt (von 65 °C auf 23 °C), und steigert dank niedriger Betriebstemperaturen die solarthermische Produktion. Die Solarthermieranlage war 2017 zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme die größte der Welt.

Die Verdopplung der Kapazität der Wärmespeichertanks von 2 x 16.000 m³ auf 4 x 16.000 m³ gewährleistet, dass Produktionsschwankungen der Solarthermieranlage ausgeglichen werden. Die Speicherung ermöglicht zudem, das Heizkraftwerk stärker zu nutzen.

Die Kühlkapazität der Absorptionswärmepumpe (25 MW) steigert die Produktion der Solarthermieranlage um 15 % und den Gesamtwirkungsgrad des Heizkraftwerkes durch Abgaskondensation von 87 % auf 102 % (beruhend auf dem unteren Heizwert).



Die weltweit größte Solarthermieranlage am Rande von Silkeborg optimiert das ganze Fernwärmesystem. Die dazwischenliegenden Grünflächen wurden freigehalten für eine geplante Autobahn.

FERNWÄRME IN DER HAFENCITY HAMBURG

Nachhaltige und rentable Fernwärme für ein hochinteressantes, neues Stadtentwicklungsprojekt

Die HafenCity ist ein komplett neuer Stadtteil, der im Herzen von Hamburg gebaut wird. Sie ist zurzeit das größte innerstädtische Entwicklungsprojekt in Europa und setzt im Bereich der Stadtentwicklung neue Maßstäbe.

Jonna Senger, Kommunikationsberaterin, Danfoss Heating Segment

Stadtentwicklung der Superlative

In Deutschland sind ungefähr 14 % aller Haushalte an Fernwärmesysteme angeschlossen. Die Stadt Hamburg nimmt dabei eine Führungsposition ein. Das ausgedehnte Fernwärmenetzwerk der Stadt versorgt 19 % aller Haushalte. Die verantwortlichen Politiker haben bekanntgegeben, dass die Fernwärmeinfrastruktur weiter ausgebaut werden soll. Ihr Ziel ist, bis zum Jahr 2020 weitere 50.000 Haushalte an das Fernwärmenetzwerk anzuschließen.

Im Herzen von Hamburg entsteht das komplett neue Stadtviertel HafenCity. 155 Hektar Hafengelände werden zu einer Mischung aus Wohnungen, Büros, Einzelhandel sowie Freizeit- und Kultureinrichtungen. Hinsichtlich der Wärmeversorgung haben sich die Stadtplaner für die nachhaltigste und wirtschaftlich vorteilhafteste langfristige

Lösung entschieden – alle Gebäude werden mit Fernwärme versorgt.

Ziel war, ein Energieversorgungskonzept zu entwickeln, dass die strengsten wirtschaftlichen und umweltbezogenen Anforderungen erfüllt. Das Konzept beruht im Wesentlichen auf einer Kombination des vorhandenen und bewährten Fernwärmesystems in Hamburg mit dezentralen, lokalen Wärmeübergabestationen. Als Brennstoff werden in erster Linie Kohle sowie Haus- und Industriemüll, Erdgas und sehr kleine Mengen leichtes Heizöl verwendet.

Um die CO₂-Emissionen weiter zu reduzieren, enthält der Wärmeplan der HafenCity eine Pilotanlage mit einer Dampfturbine und einer Brennstoffzelle. Zusätzlich sind im Überseequartier und im Kreuzfahrtterminal zwei neue Heizkraftwerke geplant. In Gebäuden, die in erster Linie als Wohnungen genutzt

werden, werden für die zentrale Warmwasserversorgung thermische Solaranlagen installiert.

Die HafenCity setzt im Bereich der nachhaltigen Stadtentwicklung neue Maßstäbe

Die Kraft-Wärme-Kopplung gewährleistet, dass Abwärme des Kraftwerkes für die Gebäudebeheizung im Bereich HafenCity verwendet wird, anstatt verloren zu gehen. So können 90 % der Primärenergie genutzt werden. Dieses Konzept könnte problemlos auf andere Wohngebiete und Städte ausgedehnt werden. Verglichen mit einer konventionellen, auf fossilen Brennstoffen beruhenden Wärmeversorgung werden jährlich ungefähr 3,7 Mio. Euro an Brennstoffkosten und 14.000 Tonnen CO₂ eingespart.



Die Fernwärme wird durch Nebenstellen und Warmwassersysteme von Danfoss auf die Gebäude der HafenCity verteilt. So wird sichergestellt, dass die gesamte Energie zum Wohl der Hauseigentümer, Mieter und Versorgungsunternehmen so effizient wie möglich genutzt wird. Die Gebäude sind auch mit zusätzlicher Technologie von Danfoss ausgestattet, die den Energieverbrauch und die Heiz- und Kühlsysteme überwacht und so für ein angenehmes Innenklima sorgt.

BUNHILL HEAT AND POWER

Innovation schafft Vorteile für die Bevölkerung

Die Gemeinde Islington stellt ein weltweit führendes städtisches Wärmenetz bereit, um die Bevölkerung mit billiger, CO₂-armer, nachhaltiger Wärme zu versorgen.

Lucy Padfield, Managerin für Energiedienstleistungen, Gemeinderat von Islington

Die Stadt Islington legt in zwei Bauabschnitten ein stadteigenes Wärmenetz an. Der erste Bauabschnitt wurde 2012 in Betrieb genommen. Er umfasst 1,4 km Rohrleitung und versorgt 820 Wohnungen, zwei Freizeitzentren und vier Bürogebäude. Das Wärmenetz wird von einem KWK-Motor (1,95 MWe) versorgt und umfasst auch einen 115 m³ großen Wärmespeicher. Durch den ersten Bauabschnitt werden jährlich 2.000 Tonnen CO₂ eingespart.

Während des zweiten Bauabschnitts wird das Netz zurzeit um 1 km erweitert, wodurch 450 Sozialwohnungen, 150 Neubauwohnungen und eine Volksschule angeschlossen werden. Der zweite Bauabschnitt umfasst außerdem einen 50 m³ großen Wärmespeicher und ein Energiezentrum mit einer Wärmepumpe (1 MW), die die Abwärme der Londoner U-Bahn nutzt. Das zweistufige Hochtemperatursystem der Wärmepumpe ist an einen Zwei-Wege-Ventilator gekoppelt, der sowohl die warme Luft in den Londoner U-Bahn-Tunneln ansaugen als auch abgekühlte Luft in die Tunnel abgeben kann.

Am gleichen Ort wie die Wärmepumpe befinden sich zwei NOx-arme KWK-Gasmotoren (237 kWe), die die Wärmepumpe mit Strom versorgen (die also im Grunde eine „gasbeheizte“ Wärmepumpe ist) und Strom an das Stromnetz abgeben.

Ein neues intelligentes Kontrollsystem wird die Wärmepumpe und die Gasmotoren steuern und den Stromverbrauch aus dem nationalen Stromnetz bzw. die Stromeinspeisung in das nationale Stromnetz so regulieren, dass entweder

- Strom verbraucht wird (alleiniger Betrieb der Wärmepumpe),
- Strom weder entnommen noch eingespeist wird (Betrieb der Wärmepumpe und des Heizkraftwerkes) oder
- Strom in das nationale Stromnetz eingespeist wird (alleiniger Betrieb des Heizkraftwerkes).

Der Ausbau des Rohrsystems des Fernwärmenetzwerkes mit Rohren der Dämmserie 3 ist das größte Projekt seiner Art in Großbritannien. Durch den zweiten Bauabschnitt werden in Zukunft jährlich 500 Tonnen

CO₂ eingespart. Laut den Schätzungen zur Kohlenstoffemission des nationalen Stromnetzes wird die Kohlenstoffintensität des Netzwerkes 0,107 kg/kWh betragen.

Das Netzwerk bietet einen kundenorientierten Zugang zum Thema Energie. Dazu zählen u. a. unbegrenzte Erreichbarkeit und eine vierstündige Antwortzeit für schutzbedürftige Kunden.

Die festen Heizkosten liegen mindestens 33 % unter dem von der Regierung festgelegten Grenzwert zur Energiearmut. Die Leistung von „Bunhill Heat and Power“ hat letztes Jahr alle Erwartungen übertroffen und im Wohnungsamt zu Einsparungen von 87.000 £ geführt. Diese Einsparung wird an die Mieter weitergegeben, indem die Auswirkung der gestiegenen Großhandelspreise für Erdgas reduziert wird und die Grundgebühren der an das Netzwerk angeschlossenen Mieter herabgesetzt werden. Die Kostenbelastung der Mieter wurde 2016/17 im Vergleich zu 2015/16 um 18 % gesenkt und für 2017/18 eingefroren.

Das Energiezentrum Bunhill 1 umfasst einen 115 m³ großen Wärmespeicher und einen KWK-Motor (1,95 MW).



Gerendertes Bild des fertiggestellten Energiezentrums Bunhill 2



Shangri-La lag wegen seiner zahlreichen Kohleheizöfen lange unter einer dicken Smogdecke. Heute können die Bürger dank der Einführung energieeffizienter Fernwärme wieder diese himmlische Aussicht vom Dach der Welt genießen.



STEIGERUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ IN SHANGRI-LA

Ein neuer Maßstab für energieeffiziente Wärmeverteilung in China

Der Übergang von ineffizienten individuellen Heizöfen zu einem zusammenhängenden Fernwärmesystem hilft der Umwelt, belebt die ökonomische Entwicklung und verbessert die Lebensqualität.

Martin B. Petersen, Regionaler Marketing- und Vertriebsleiter, ABB Northern Europe

Fernwärme reduziert die Luftverschmutzung und verbessert die lokale Umwelt

Shangri-La litt unter der Luftverschmutzung durch individuelle Heizöfen, da die 50.000 Einwohner der Stadt fossile Brennstoffe und Holz als Primärenergiequelle nutzten. Durch die Einführung von Fernwärme wurde die Luftverschmutzung wesentlich verringert und der Schutz der lokalen ökologischen Umwelt verbessert. Shangri-La liegt im Nordwesten der chinesischen Provinz Yunnan in 3.300 Metern Höhe. In Shangri-La besteht erheblicher Heizbedarf. Die Temperaturen sind niedrig und können im Winter stark schwanken – zwischen -27 °C und +1 °C.

Realisierung des gesamten Fernwärmesystems

Es wurde ein neues und großangelegtes Fernwärmesystem eingerichtet, um fünf Bezirke von Shangri-La zu versorgen. ABB

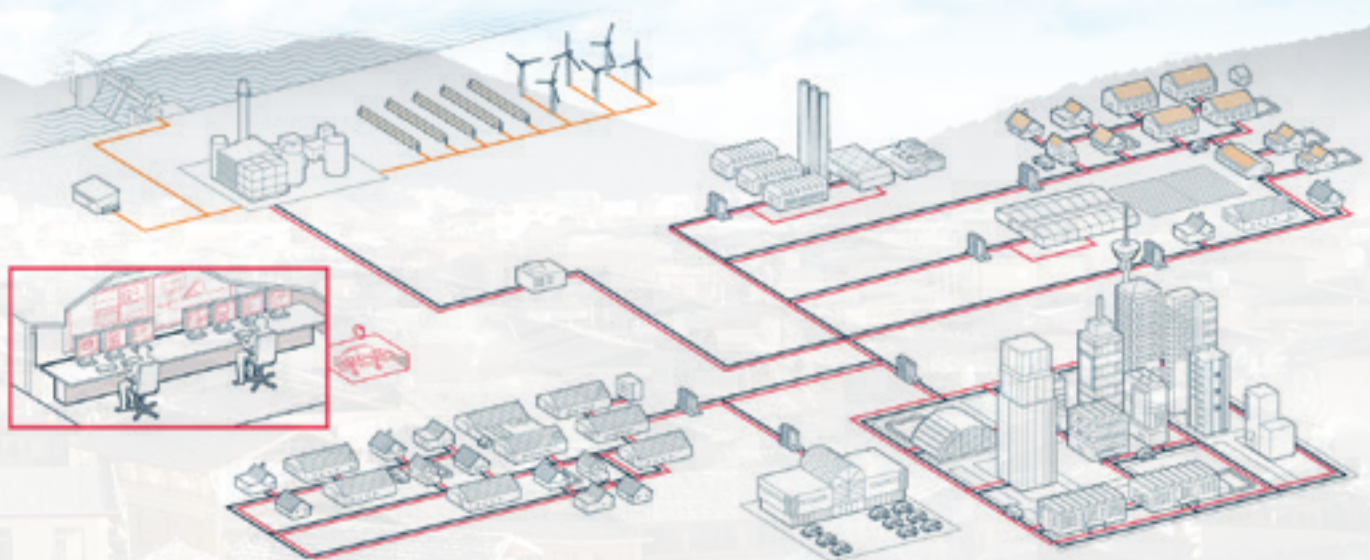
lieferte die Ausrüstung für das System – vom Dampf-Wasser-Wärmetauscher im Kesselraum bis zur Installation beim Endkunden. Dies umfasste auch die elektrische und mechanische Ausrüstung, die benötigt wurde, um die Bürger mit ausreichender Wärme zu versorgen. Die Automatisierung und die elektrische Lösung verbinden und überwachen die neuen Heizwerke, um eine maximale Effizienz zu gewährleisten. Dies trägt dazu bei, dass den ca. 50.000 Einwohnern eine sichere und verlässliche Wärmequelle zur Verfügung steht.

Zusätzlich wurden Luftwärmepumpen installiert und dadurch ein Wechsel von individuellen, ausschließlich Wärme produzierenden Kesseln und Heizöfen zu Kesseln, die CO₂-neutralen Strom aus Wasserkraft nutzen, vollzogen. Die Pumpen steigern die Energieeffizienz des Systems und tragen dazu bei, die Lebensqualität erheblich zu verbessern, indem die durch Kohle

verursachten Emissionen reduziert werden. Fünf lokale Automatisierungs- und Kontrollsysteme kommunizieren mit einem zentralen Kontroll- und Überwachungssystem, damit sichergestellt wird, dass ausreichend Wärme so effektiv wie möglich geliefert und so der Heizbedarf der Einwohner gedeckt wird.

Der Übergang von Heizöfen zu Fernwärmesystemen sorgt für wesentliche Umweltvorteile. Jährlich werden u. a. 17.000 Tonnen Kohle weniger verbrannt, wodurch die jährlichen CO₂-Emissionen um 105.000 Tonnen und die jährlichen Staubemissionen um 460 Tonnen reduziert werden.

Dänische Unternehmen, u. a. ABB, entwickeln und realisieren seit Jahrzehnten energieeffiziente und umweltfreundliche Fernwärmelösungen in Nordeuropa, die eine erhebliche Verringerung der CO₂-Emissionen bewirken.



Entwurf eines Fernwärmesystems, das flexible Energiequellen nutzt, um für ein ausgedehntes Stadtgebiet zentral Wärme zu produzieren.



Die Effizienz des Müllheizkraftwerkes „Amager Resource Center“ in Kopenhagen liegt bei über 90 %. Abbildung: Amager Resource Center

BRENNSTOFFFLEXIBILITÄT ERMÖGLICHT NACHHALTIGE FERNWÄRME

Der Schlüssel zur intelligenten Energienutzung

Fernwärme und -kälte ermöglichen Nachhaltigkeit und Flexibilität. Eine große Vielfalt an Energiequellen kann genutzt werden, u. a. schwankende erneuerbare Energiequellen und Abwärme.

Morten Jordt Duedahl, Geschäftsentwicklungsleiter des Dänischen Fernwärmeverbands (DBDH)

Eine Vielzahl an Energiequellen

Fernwärme ist extrem flexibel, was die Wahl der Wärmequelle betrifft. Sie kann an alle Wärmequellen angepasst werden – sogar an schwankende Energiequellen wie Wind- oder Solarenergie oder an die Abwärme industrieller Prozesse. Große Fernwärmesysteme mit mehreren Wärmequellen ermöglichen, den Brennstoff je nach lokaler Situation, Preis oder grünen Zielsetzungen zu wechseln. Ist ein Fernwärmesystem vorhanden, müssen nicht jedes Mal in sämtlichen Häusern alle kleinen individuellen Brenner ausgetauscht werden, wenn neue, brauchbare Brennstoffquellen zur Verfügung stehen. Dies kann an einem zentralen Ort geschehen.

Integration von elektrischen und thermischen Energiesystemen

Ein wachsender Teil der Elektrizität wird von schwankenden Energiequellen wie Sonne und Wind erzeugt. Ausgleichleitungen und elektrische Speicherung können einige der Versorgungsschwankungen dämpfen, reichen aber nicht aus und sind oft nicht die wirtschaftlichste und effizienteste Lösung. Die Integration der elektrischen und thermischen Energiesysteme kann ein Teil der

Lösung sein. Werden Elektrokessel und große industrielle Wärmepumpen bei der Wärmezeugung für Fernwärmenetzwerke genutzt, wirken die Netzwerke wie große Energiespeicher. Überschüssige erneuerbare Energie kann für die Wärmezeugung genutzt werden, wenn die Strompreise aufgrund von Überkapazität von Windenergieanlagen und Photovoltaikanlagen fallen.

Abwärme

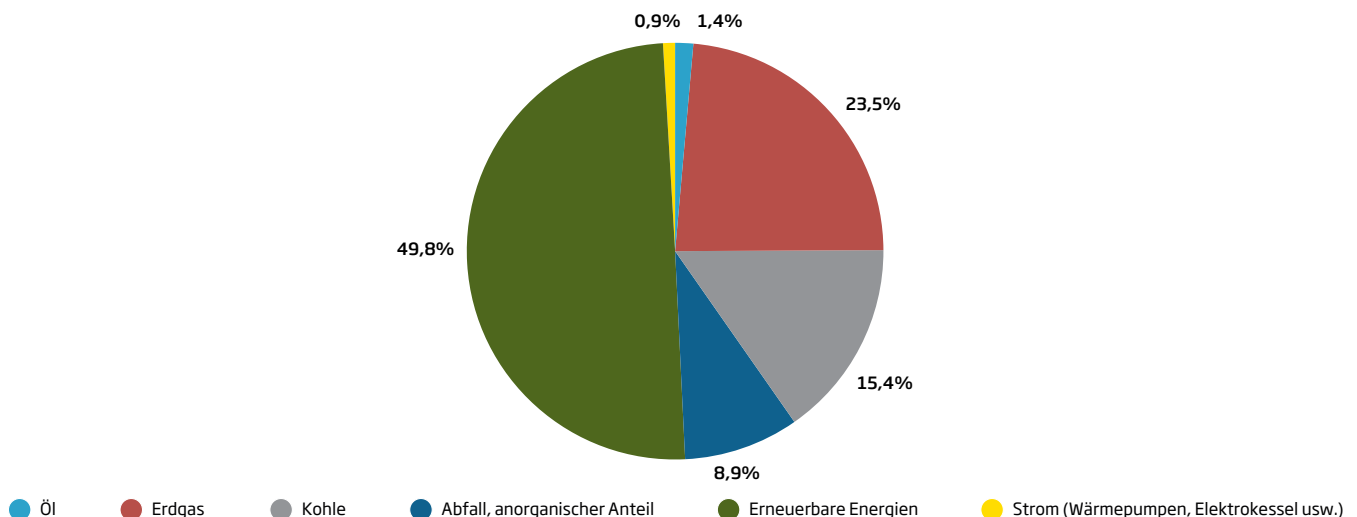
Überschüssige Wärme oder Kälte, z. B. aus industriellen Prozessen, wird selten genutzt, ist aber eine wertvolle Ressource, die leicht in einem Fernwärme- oder Fernkältesystem genutzt werden kann. Liegen Industrie- oder Gewerbegebäude in der Nähe eines Wärmenetzes, kann es vorteilhaft sein, mit dem lokalen Versorgungsunternehmen zusammenzuarbeiten und so die Abwärme zu nutzen. So wird nicht nur ein finanzieller Vorteil erzielt – die Abwärme kann zudem bei der Wärmezeugung fossile Brennstoffe ersetzen.

Energie aus Müll

Müll ist eine Ressource mit riesigem Potenzial. Je mehr Nutzen eine Gesellschaft aus

ihrem Müll ziehen kann, umso besser. Müll, der nicht vermieden, wiederverwertet oder recycelt werden kann, kann thermisch verwertet werden. Moderne Müllheizkraftwerke lösen ein Abfallproblem und erzeugen Strom und Wärme für nahegelegene Städte. Die Energieeffizienz der besten und modernsten Systeme liegt dank fortschrittlicher Technologie bei fast 100 %. Diese Anlagen beeinflussen die lokale Umwelt dank der fortschrittlichen Verwendung von Filtern und anderen Technologien nur minimal, weshalb sie – wie in Kopenhagen – sogar in den Zentren großer Städte liegen können.

Bei der Stromerzeugung gehen häufig enorme Mengen Abwärme verloren. Diese Energieressource wird in steigendem Maße in Fernwärmesysteme integriert und für die Erwärmung und Kühlung von Gebäuden genutzt.



In Dänemark wurden 2015 fast 50 % der Fernwärme aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt. Dazu zählen Biomasse (Holz, Müll, Stroh, Bioöl), Biogas, Solarenergie, geothermische Energie und Strom (Wärmepumpen und Elektrokessel).



In Dronninglund wurde ein ungenutztes Grundstück für den Bau einer thermischen Solaranlage genutzt. Die Kollektorfläche der Solaranlage beträgt insgesamt 37.537 m². Der unterirdische Saisonspeicher hat eine Gesamtkapazität von 62.000 m³. Die jährliche Leistung der Anlage beträgt 18.000 MWh. Die Solarkollektoren wurden so aufgestellt, dass sie den Konturen der Landschaften folgen und die Umwelt dadurch so wenig wie möglich stören. Die Solaranlage ist zudem geräusch- und geruchlos.

PREISGEKRÖNTE SOLARE FERNWÄRME

Die Nutzung thermischer Solarenergie bei der Fernwärmeerzeugung spart Geld und hilft der Umwelt

In Dronninglund in Dänemark deckt eine große thermische Solaranlage zusammen mit einem großen Saisonwärmespeicher 40 % des jährlichen Fernwärmebedarfs.

Knud Erik Nielsen, Vertriebsdirektor von Arcon-Sunmark A/S

Solarheizung senkt die Heizkostenrechnung der Kunden

Seit den 80er Jahren wurden in zahlreichen Fernwärmekraftwerken große Solarheizungsanlagen integriert. Die Sonne ist die sauberste Energiequelle, die kraftvollste Quelle nachhaltiger Energie und zudem CO₂-neutral. Die Kosten der Sonne sind stets gleich – null! Selbst wenn die Kosten für die Anlagen berücksichtigt werden, verursachen großangelegte thermische Solaranlagen die niedrigsten Heizkosten. Sie sind zudem geräusch- und geruchlos und schaden der Umwelt nicht.

Die neuesten Innovationen ermöglichen außerdem die großangelegte Speicherung der Solarenergie und heben dadurch diese Technologie auf eine neue Ebene. Die 1.350 Fernwärmekunden in Dronninglund sind zufrieden und stolz auf ihre saubere und erneuerbare Technologie, da sie der Umwelt zugutekommt und ihre Heizkostenrechnungen um ca. 20 % gesenkt hat.

Neue Entscheidungen mit großer Wirkung

Es begann damit, dass der 40 Jahre alte Ölkessel ausgetauscht werden musste. Dies war ein guter Anlass, den gesamten Aufbau der Anlage zu hinterfragen und die Installation zu wählen, die für das Fernwärmewerk zukünftig die effektivste Lösung darstellt. Gemeinsam mit Beratern kam man zu dem Schluss, dass es sowohl hinsichtlich der Finanzen als auch hinsichtlich der Umwelt Sinn machen würde, einen Teil der fossilen Brennstoffe durch thermische Solarenergie zu ersetzen. Die Solarthermieranlage besteht aus 2.982 Solarkollektoren, was einer Gesamtfläche von 37.573 m² entspricht. Zusätzlich wurde ein riesiger Saisonwärmespeicher angelegt. Dabei handelt es sich um ein Speicherbecken mit verschweißter Ummantelung und gedämmtem Deckel, das mit 62.000 m³ Wasser gefüllt wird. Im Speicherbecken, das wie eine Thermosflasche funktioniert, wird die Energie vom Sommer für den Winter

aufbewahrt. Während des Sommers erzeugt die Anlage das Zehnfache der benötigten Wärmemenge. Die überschüssige Wärme wird für den späteren Gebrauch gespeichert. So können 40-50 % des jährlichen Wärmebedarfs durch thermische Solarenergie gedeckt werden. Von Mai bis Oktober wird ausschließlich Solarenergie verwendet. Während des Winters wird die thermische Sonnenenergie durch Erdgas und Bioöl ergänzt. Die Anlage hat die CO₂-Emissionen pro versorgtem Haushalt um ca. 2 Tonnen pro Jahr reduziert. Die Fernwärmegesellschaft Dronninglund wurde 2015 von EUROSOLAR mit dem Preis „European Solar Prize Award“ ausgezeichnet. Der Preis würdigt und fördert Pioniere und Vorreiter aus dem Bereich der Solarenergie und verleiht der Energiewende, die auf erneuerbare Energien und Dezentralität ausgerichtet ist, neuen Schwung.



ABWÄRME SORGT FÜR WARME HÄUSER

Optimale Zusammenarbeit: Wie man Grundwasser für die Kühlung und die Wärmerückgewinnung nutzt

Die Partnerschaft zwischen der Industrie und der Fernwärmegeellschaft verschafft den Partnern erhebliche Einsparungen und hilft der Umwelt. Werden Wärmespeicher genutzt, um Energieverschwendung in bestehenden Fernwärmesystemen zu beseitigen, bringt uns energieneutralen Gebäuden näher.

Anders Nielsen, Applikationsmanager, Grundfos

2013 nahmen das Industrieunternehmen Grundfos und die Fernwärmegeellschaft der dänischen Stadt Bjerringbro ein gemeinsames System in Betrieb, das Wärme, die den Kühlkompressoren in den Fabriken entnommen wird, für die Fernwärme nutzt. Der Betrieb der Kompressoren erfordert viel Energie und ist daher teuer. Zudem müssen große Mengen Abwärme mithilfe von Kühltürmen an die Atmosphäre abgegeben werden. So war es jedenfalls früher.

Das Wärmespeichersystem

Das neue System beruht auf drei Elementen: Verwendung der Abwärme der Kühlmaschinen, indirekte Wärmespeicherung in einem unterirdischen Aquifer und Verwendung einer Wärmepumpe, um die Temperatur der gelagerten Energie anzuheben. Die Abwärme wird im lokalen Fernwärmesystem genutzt. Während der Sommermonate benötigt Grundfos keine Wärme. Daher wird die gesamte Kondensatorwärme der Kühlkompressoren

an den Aquiferspeicher abgegeben und dort gelagert. Im Herbst benötigt das Fernwärmesystem Wärme. Zu diesem Zeitpunkt stehen noch 80-85 % der im Sommer gelagerten Wärme zur Verfügung.

Die Fernwärmegeellschaft Bjerringbro erwärmt das Wasser mithilfe einer Wärmepumpe auf die Temperatur, die für das Fernwärmenetzwerk benötigt wird. Während des Winters erhält die Fernwärmegeellschaft die Abwärme sowohl vom Speicher als auch direkt von den Kompressoren.

Erhebliche Kosten- und Emissionseinsparungen

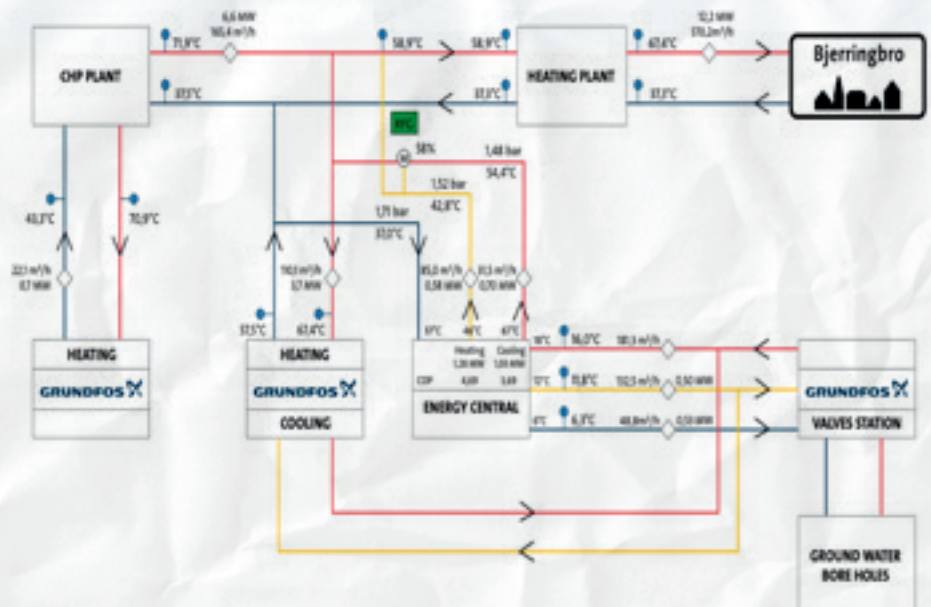
Es war von Anfang an klar, dass die jetzige Kapazität des Systems nicht ausreicht, um den gesamten Kühlbedarf der Produktion von Grundfos zu decken. Nach nur wenigen Betriebsjahren steht bereits fest, dass die Wirtschaftlichkeit des Systems zulässt, das System zu erweitern. Die Erweiterung unterstützt auch das Gesamtziel von Grundfos, die

Kohlenstoffemissionen durch eine Senkung des Energieverbrauchs für konventionelle Kälteanlagen zu reduzieren.

Grundfos wird bis zu 90 % der Energie einsparen, die bisher in den Kühltürmen verbraucht wurde. Die Fernwärmegeellschaft wird den Gasverbrauch ihres Heizkraftwerkes reduzieren können. Insgesamt werden von den Partnern 6 Mio. USD investiert. Beide Partner tragen jeweils die Hälfte der Kosten. Jährlich werden Energiekosten in Höhe von 0,5 Mio. USD eingespart, dazu kommen die gesparten Wasserkosten.

Die Amortisationszeit beträgt somit 12-13 Jahre - für eine Fernwärmegeellschaft ein ausgezeichneter Zeitraum, für ein Industrieunternehmen jedoch ein wenig lang. Da aber gleichzeitig 3.700 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden und dies zur Strategie von Grundfos hinsichtlich Energieeinsparung und Nachhaltigkeit passt, ist dieses Ergebnis für das Unternehmen akzeptabel.

In der Fabrik von Grundfos wird Grundwasser für die Kühlung genutzt. Die Wassertemperatur beträgt bei der Ankunft 6-12 °C und nach der Verwendung 18 °C. Das Wasser wird mithilfe von Wärmepumpen auf 46-67 °C erwärmt und in das Fernwärmenetzwerk eingespeist. Die Leistungszahl (COP) für die Heizleistung von Wärmepumpen beträgt 4,60. Während des Sommers ist der Wärmebedarf gering - die überschüssige Wärme wird für den späteren Gebrauch gespeichert.



WIE AUS FEUCHTIGKEIT FERNWÄRME WIRD

Müllheizkraftwerke der nächsten Generation steigern die Energierückgewinnung um 20 %

Die meisten Müllheizkraftwerke in Skandinavien sind mit Abgaskondensatoren ausgestattet. Die Kondensatoren werden oft zusammen mit Wärmepumpen installiert, die die Energierückgewinnung noch weiter steigern.

Ole Hedegaard Madsen, Vertriebs- und Technologieleiter, Babcock & Wilcox Vølund

Macht es Sinn, das Kerngehäuse eines Apfels zu verbrennen?

Dank der Technologie, auf der die Abgaskondensation beruht, kann man heute die folgende Frage mit „ja“ beantworten: Macht es Sinn, das Kerngehäuse eines Apfels oder anderen Biomüll zu verbrennen? Es macht Sinn, weil der Energiegehalt des Kerngehäuses in Wärme und Strom umgewandelt werden kann und auch der Feuchtigkeitsgehalt zurückgewonnen werden kann. Genau genommen macht es genauso viel Sinn, Hausmüll zu nutzen, wie andere Arten von Biomasse, z. B. Holzhackschnitzel. Der Feuchtigkeitsgehalt ist identisch – ca. 35 %.

Während der Müllverbrennung verdampft der Wassergehalt, und ein erheblicher Teil der Energie des Brennstoffs wird genutzt. Später wird diese Energie mithilfe des Abgaskondensationssystems der Anlage zurückgewonnen. Auch das Wasser wird aus dem Prozess zurückgewonnen.

Abgaskondensation steigert die Energierückgewinnung um 20-25 %

Die Abgaskondensation sowohl in den Wärmetauschern als auch den Absorptionswärmepumpen steigert die Energierückgewinnung erheblich.

Die Abgase werden im Waschturm kondensiert. Das Gas wird abgekühlt, die Wärme extrahiert und danach an das Fernwärmenetz weitergegeben. Dieser Prozess besteht aus zwei Schritten. Zunächst werden die Abgase in einen Wärmetauscher geleitet, der die Abgase auf ca. 50 °C abkühlt. Eine Absorptionswärmepumpe kühlt die Abgase danach weiter auf ca. 30 °C ab. Die zusätzliche Wärmeabgewinnung durch die hinzugefügte Absorptionswärmepumpe führt zu einer Verbesserung der Energierückgewinnung aus dem Müll um 20-25 %. Dies gewährleistet, dass sich die Investition schnell bezahlt macht. Das System kann sowohl in neuen als auch in bereits vorhandenen Müllheizkraftwerken installiert werden.

Das Müllheizkraftwerk „Filbörnaverket“ – thermische Effizienz von fast 100 %

Bis 2013 wurde der Hausmüll der schwedischen Stadt Helsingborg zu anderen schwedischen Müllheizkraftwerken transportiert. Nun können die Einwohner von Helsingborg jedoch Strom und Wärme nutzen, die aus ihrem eigenen Müll gewonnen werden. Der wichtigste Brennstoff des Filbörnaverket sind brennbare Haus-, Industrie- und Gewerbemüllfraktionen. Die Anlage ermöglicht, dass große Mengen brennbaren Mülls aus der Region für die Erzeugung von Strom und Fernwärme für das lokale Netz genutzt werden. Im Filbörnaverket können jährlich ca. 200.000 Tonnen Müll verbrannt werden. Die thermische Gesamteffizienz liegt dabei dank des hochentwickelten Abgaskondensationssystems bei fast 100 %. Daher macht es Sinn, Biomüll zu verbrennen und auf diese Weise Restmüll als wertvolle Energiequelle anzuerkennen.

Die Technologie, auf der die Abgaskondensation beruht, lässt sich einfach erklären, indem man beobachtet, was nach der Dusche mit dem Spiegel im Badezimmer geschieht. Die Wassertropfen auf dem Spiegel werden durch Kondensation verursacht, die dadurch entsteht, dass die Temperatur feuchter Luft fällt. Die fallende Lufttemperatur verursacht Kondensation, weil warme Luft mehr Feuchtigkeit enthalten kann als kalte Luft. Im Abgaskondensationssystem läuft genau der gleiche Prozess ab.

**ÖRESUNDS
KRAFT**



Zwei große Speichertanks für kurzfristige Speicherung beim Heizkraftwerk Avedøre (Großraum Kopenhagen). Diese Speicher sollen dem Eigentümer des Kraftwerkes in erster Linie ermöglichen, Strom zu produzieren, wenn der Preis stimmt, und überschüssige Wärme zur späteren Verwendung zu speichern, wenn die Strompreise niedriger sind. Das Speichersystem trägt so zur Optimierung der Ökonomie des Kraftwerkes bei.

WÄRMESPEICHER – EIN WICHTIGER TEIL DER ENERGIEWENDE

Wärmespeicher sparen Geld und sichern die Versorgung

Wärmespeicher haben viele Vorteile. Die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmesystemen kann verbessert werden, der Verbrauch kann von der Erzeugung abgekoppelt werden und es können nachhaltigere Wärmequellen eingeführt werden.

Morten Jordt Duedahl, Geschäftsentwicklungsleiter des Dänischen Fernwärmeverbands (DBDH)

Der Nutzen der Wärmespeicherung

Ein einzigartiges Merkmal der Fernwärme ist, dass heißes Wasser aufbewahrt werden kann – sowohl von Tag zu Tag als auch von Jahreszeit zu Jahreszeit.

Wärmespeicherung unterscheidet sich nicht von der Aufbewahrung anderer Produkte – der Zeitpunkt der Produktion wird vom Zeitpunkt des Verbrauchs getrennt. Fernwärme kann Wärme speichern, wenn sie durch z. B. Heizkraftwerke, Solarkollektoren, überschüssige Windenergie oder industrielle Abwärme zur Verfügung gestellt wird, und die gespeicherte Wärme verwenden, wenn sie benötigt wird. In Dänemark verfügen sowohl Heizkraftbezirke mit zentraler Fernwärme als auch Heizkraftbezirke mit dezentraler Fernwärme über Wärmespeicher.

Die laufende Speicherung gestattet den Heizkraftwerken vor allem, die Kraft-Wärme-Kopplung optimal an den Strombedarf anzupassen – und dennoch Wärme zu liefern, wenn sie benötigt wird.

Mit großen Wärmespeichern kann viel mehr Energie genutzt werden, die sonst verlorengegangen wäre. Große Wärmespeicher ermöglichen, die Wärme, die in warmen Jahreszeiten anfällt, für kältere Jahreszeiten zu speichern. Die Wärme kann aus vielen verschiedenen Quellen wie z. B. Sonnenkollektoren, Heizkraftwerken oder industriellen Prozessen stammen, die nicht unbedingt über eine gleichbleibende Produktion verfügen.

Kurzfristige Speicherung

Die kurzfristige Wärmespeicherung ist ein sehr wichtiges Element aller dänischen Fernwärmenetze. Der Hauptzweck dieser kurzfristigen Speicherung ist, die Stromproduktion der Heizkraftwerke abzukoppeln. Dadurch können die Heizkraftwerke ihre Kraft-Wärme-Kopplung optimal an die schwankenden Strommarktpreise anpassen, ohne die Wärmeversorgung zu gefährden. Das Heizkraftwerk kann dann ausschließlich Strom (und Wärme) produzieren, wenn die Strompreise hoch sind (normalerweise morgens und nachmittags), und das heiße Fernwärmewasser aufbewahren, bis es im Laufe des Tages benötigt wird. In Dänemark wird die kurzfristige Wärmespeicherung sowohl für große als auch für kleine Fernwärmesysteme genutzt. Die kurzfristige Wärmespeicherung macht das Energiesystem flexibler. Dies ist für die Optimierung des gesamten Systems entscheidend – sowohl was die Finanzen als auch was die Umwelt betrifft.

Kurzfristige Speicherung wird auch verwendet, wenn externe Wärmeproduktion, die nicht durch die Fernwärmegesellschaft kontrolliert werden kann, in das Fernwärmesystem importiert wird. Dabei kann es sich um industrielle Abwärme handeln, deren Produktion im Laufe des Tages oder der Woche schwankt – z. B. um Abwärme der Fischindustrie, die nur dann Wärme erzeugt, wenn Fischerboote Fisch entladen. Falls während dieser Zeiträume Abwärme anfällt, kann sie in kleinen Speichern, die für eine kurzfristige Speicherung gedacht sind, gespeichert werden.

Saisonspeicher

In Dänemark wird Saisonspeicherung zurzeit in erster Linie für großangelegte Sonnenkollektoranlagen genutzt, die während des Sommers viel mehr Wärme produzieren, als sofort benötigt wird. In der Regel werden mit Wasser gefüllte Gruben als Saisonspeichertanks genutzt, wobei die Gruben mit einer Ummantelung versehen und mit einer schwimmenden Dämmschicht abgedeckt werden. Grundwasserspeichersysteme sind eine andere Lösung. Dabei wird Abwärme mit einer niedrigeren Temperatur gespeichert und später mithilfe von Wärmepumpen mit höheren Temperaturen genutzt. Grundwassersysteme können in Städten relevant werden, in denen nicht genug Platz für große Speicherbecken vorhanden ist. Für beide Systeme gilt, dass die Wärme wochen- oder monatelang gespeichert wird, bis die Wärmenachfrage steigt und die Wärme während des Herbstes und des Winters verbraucht wird. Für viele dänische Fernwärmesysteme wird die Saisonspeicherung in Zukunft immer wichtiger werden, da die Nutzung von Energie, die sonst verlorengehen würde, ein wichtiges Element der grünen Neuausrichtung ist.

Überschüssige Windenergie

In Dänemark werden mehr als 42 % des Stroms von Windenergieanlagen erzeugt. Wegen der schwankenden Produktion durch Windenergieanlagen steht in Dänemark oft überschüssiger Strom zu sehr niedrigen Preisen zur Verfügung, der bis heute nicht effizient als Strom gespeichert werden kann.

Der überschüssige Strom kann zusammen mit kurz- und langfristiger Speicherung für die Erzeugung von Fernwärme genutzt werden. Wenn der Preis stimmt, verwenden die Fernwärmegesellschaften Strom, um entweder direkt mit Kesseln oder mit Wärmepumpen heißes Wasser zu produzieren.



Saisonspeicher sind sehr groß - so groß wie mehrere Swimmingpools. Das Speicherbecken wird mehrere Monate lang mit Wasser gefüllt und danach mit einer schwimmenden Dämmschicht abgedeckt. Die nachfolgende Erwärmung des Wassers und der Wände des Speichers dauert auch Monate. Der Speicher kann genutzt werden, sobald er komplett erwärmt ist.

GROSSANGELEGTE SPEICHERUNG ERÖFFNET MÖGLICHKEITEN

Saisonwärmespeicherung - wenn die Größe wichtig ist

Das größte Wärmespeicherbecken der Welt (205.000 m³) und eine Solarthermieranlage (70.000 m²) bilden gemeinsam eine effiziente und kostengünstige Lösung, wie CO₂-Emissionen reduziert werden können.

Flemming Ulbjerg, Leitender Berater, Ramboll Energy

Fossile Brennstoffe und Verbraucherpreise werden reduziert

Die Fernwärmeversorgung der dänischen Stadt Vojens versorgt den Großteil der Stadt mit Wärme, die von ihrer neuen Produktionsanlage – der Solaranlage – erzeugt wird. Bis vor Kurzem war Erdgas der wichtigste Brennstoff. Die Wärme wurde teils mithilfe von Kraft-Wärme-Kopplung und teils mit reinen Wärmekesseln erzeugt.

Aufgrund der niedrigeren Strompreise ist die Wärmeerzeugung für die Wirtschaftlichkeit immer wichtiger geworden. Diese Änderung hat die Suche nach alternativen Methoden zur Wärmeerzeugung vorangetrieben. Heute liefert die Solarthermieranlage einschließlich des Wärmespeicherbeckens 45 % des jährlichen Wärmebedarfs der Verbraucher in Vojens.

Dänische Fernwärmanlagen unterliegen mehreren Gesetzen und Regeln. Anlagen wie die in Vojens dürfen nicht die Brennstoffquelle Erdgas austauschen. Einsparungen durch einen Wechsel zu z. B. Biomasse sind daher nicht möglich.

Energiesparmaßnahmen wie die Nutzung von Solarwärme, Wärmepumpen oder Abwärme sind jedoch zugelassen. Nach sorgfältiger Prüfung wurde daher die Solarwärme als neue Wärmequelle gewählt, um den Erdgasbedarf zu reduzieren. Die Gesamtinvestitionen für die Solaranlage und den Wärmespeicher beliefen sich auf 16 Mio. Euro. Der Preis für die Wärme, die diese Anlage erzeugt, beträgt 40 Euro/MWh. Dies liegt unter dem dänischen Durchschnittspreis für Wärme, die von Erdgasanlagen erzeugt wird (60 Euro/MWh).

Saisonspeicherung erhöht die Flexibilität

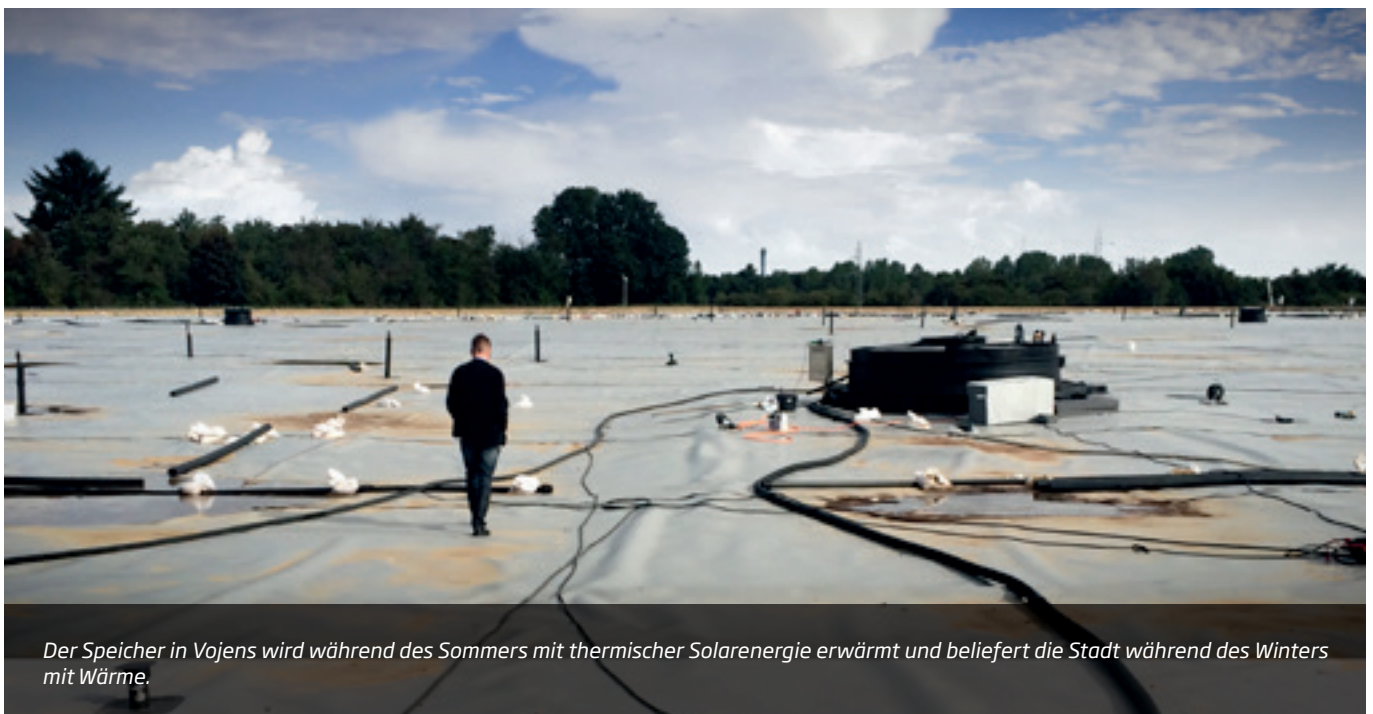
Während des Sommerhalbjahrs (Mitte April bis Ende September) deckt die Solaranlage den gesamten Wärmebedarf (hauptsächlich an Warmwasser). Die Solaranlage hat während des Sommers zusätzlich eine enorme, überschüssige Produktionskapazität und gibt deshalb Wärme an das große Wärmespeicherbecken ab.

Ab Oktober werden die Verbraucher teils

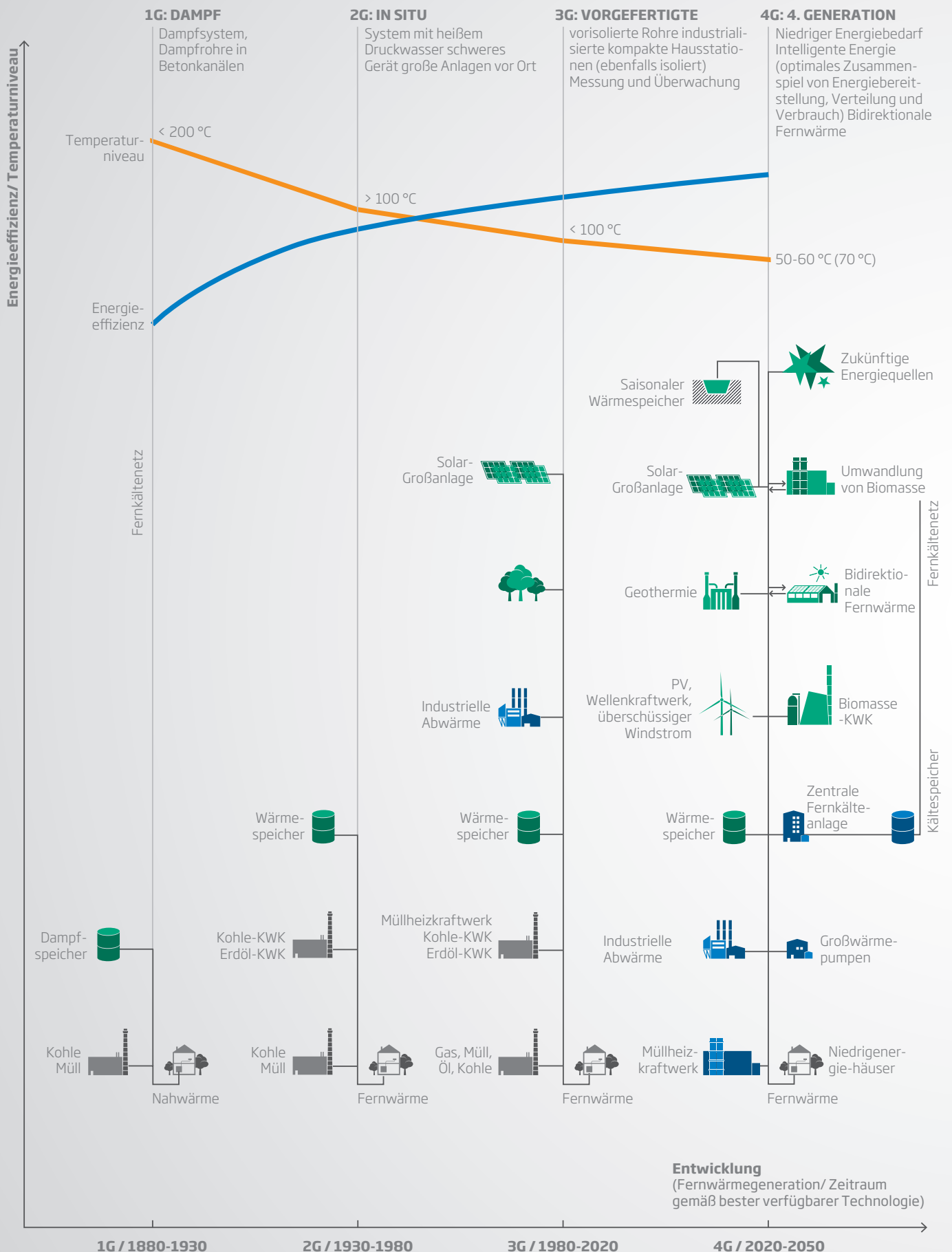
durch die Solarthermieranlage und teils durch den Wärmespeicher versorgt. Ende des Jahres ist die gespeicherte Wärme in der Regel vollständig aufgebraucht. Der Wärmeverlust des Wärmespeichers wurde als lediglich 6-8 % des Gesamtbedarfs berechnet.

Der Wärmespeicher ermöglicht, die Wärme des Heizkraftwerkes und des Elektrokessels zu speichern, falls es möglich ist, diese Einheiten während des Sommers zu betreiben. Diese Eigenschaft erhöht die Flexibilität der Anlage und steigert die Einnahmen, die durch Stromverkauf erzielt werden.

Aufgrund der großen Vorteile, sowohl hinsichtlich der Flexibilität als auch hinsichtlich der Verbraucherpreise, gilt es als wahrscheinlich, dass in Zukunft zahlreiche Solaranlagen und große Wärmespeicher wie in Vojens gebaut werden – sogar ohne Subventionen.



Der Speicher in Vojens wird während des Sommers mit thermischer Solarenergie erwärmt und beliefert die Stadt während des Winters mit Wärme.



Die historische Entwicklung der Fernwärmenetzwerke. Der Schwerpunkt der Fernwärme der vierten Generation liegt auf Energieeffizienz, Flexibilität und der Integration aller verfügbaren erneuerbaren und überschüssigen Energiequellen. Quellen: Universität Aalborg und Danfoss District Energy.

DIE ZUKUNFT VON FERNWÄRME UND -KÄLTE

Verwirklichung eines großen globalen Potenzials

Die Nutzung von Fernwärmesystemen wird in den nächsten Jahren voraussichtlich zunehmen - steigende Urbanisierung, technologische Fortschritte, eine stärkere Schwerpunktsetzung auf Ressourceneffizienz und höhere Komfortansprüche der Verbraucher tragen zu dieser Entwicklung bei.

Hans Peter Slente, Leitender Berater, Verband der Dänischen Energieindustrie

Steigende Nachfrage

Fernwärme wird von Land zu Land sehr unterschiedlich stark genutzt. Dies ist nur teilweise durch gegebene Umstände wie das Klima, die städtische Bevölkerungsdichte oder die verfügbaren Energieressourcen begründet. Unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen, Bau Traditionen und Energiestrategien tragen auch zu den großen Unterschieden bei der Nutzung der Fernwärme bei. Laut „Euroheat & Power“ gibt es in Europa ca. 6.000 Fernwärmesysteme. Sie decken insgesamt 12 % des europäischen Wärmebedarfs.

Der Anteil der Fernwärme an der Gesamtwärmeversorgung in der EU kann aus mehreren Gründen steigen. Der Urbanisierungsgrad in der EU wird voraussichtlich bis 2020 auf 75 % und bis 2050 auf fast 84 % steigen, wodurch der Markt für Fernwärme wächst, da Fernwärme in dicht besiedelten Gebieten am effizientesten betrieben werden kann.

Selbst in Dänemark, wo zurzeit mehr als 60 % aller Haushalte mit Fernwärme versorgt werden, zeigen Analysen, dass es wirtschaftlich machbar ist, den Marktanteil zu erhöhen. Das Potenzial liegt in der gestiegenen städtischen Verdichtung und einer stärkeren Nutzung der Fernwärme in bestehenden Versorgungsbereichen.

Die Energieeffizienzrichtlinie der EU verpflichtet die Mitgliedsländer, das Potenzial für die Verwendung hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung und effizienter Fernwärme und -kälte gründlich zu prüfen. Die EU-Kommission führt an, dass der Anteil der Wärme, die durch

hocheffiziente Heizkraftwerke erzeugt wird, sowie hocheffiziente Fernwärme und -kälte weiter von den Mitgliedsländern vorangetrieben werden müssen. Die Bestrebungen der EU, die Wirtschaft zu dekarbonisieren, rücken also die Fernwärme in den Brennpunkt. Zurzeit erstellen die Mitgliedsländer weitere nationale Wärmeversorgungskarten und Handlungspläne für Fernwärme.

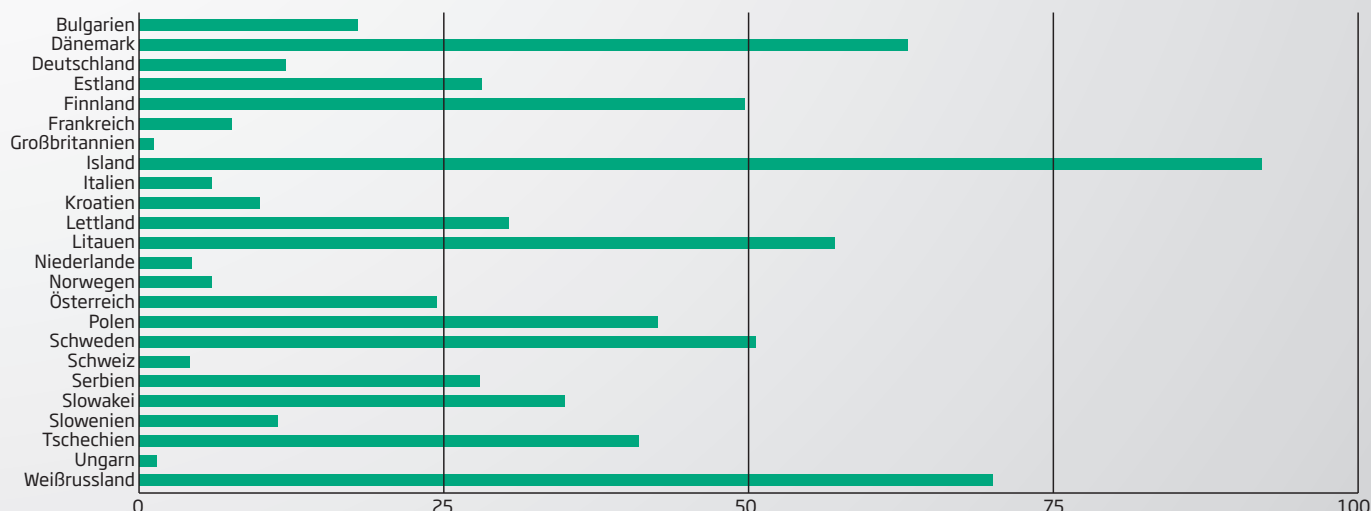
Fernwärme der vierten Generation

Technologische Fortschritte begünstigen die Verwendung der Fernwärme. Die für das Fernwärmesystem benötigte Wassertemperatur fällt weiter, wodurch die Energieeffizienz verbessert wird. Dies liefert ökonomische Argumente für die verstärkte Verwendung industrieller Abwärme und die Verwendung von Wärmeenergiespeichern. Gebäude werden in Zukunft voraussichtlich immer energieeffizienter werden und daher einen niedrigeren Wärmebedarf pro Quadratmeter haben. Die Platz- und Komfortansprüche steigen jedoch, wodurch der Wärmebedarf wächst. Daher werden effiziente Niedertemperatur-Fernwärmelösungen in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Fernwärme der vierten Generation baut auf die langjährige Erfahrung und das langjährige Engagement des Fernwärmesektors auf, alle verfügbaren Energiequellen zu integrieren. Es wird laufend mehr erneuerbare Energie und Abwärme aus verschiedenen Quellen in die Fernwärme integriert. Energiespeicherung und die dynamische Interaktion mit Erzeugern

und Verbrauchern sorgen für eine zusätzliche Flexibilität und Effizienz des Systems. Die Wärmeverluste werden durch niedrigere Wassertemperaturen und immer bessere Rohrsysteme minimiert. Dies macht Fernwärme an immer mehr Orten realisierbar. Die modernen Prinzipien der Fernwärme der vierten Generation werden heute sowohl bei neugebauten Fernwärmesystemen als auch bei der Nachrüstung und der Erweiterung bestehender Systeme angewandt.

Fernkälte

Der Kühlbedarf ist weltweit gesehen viel größer als der Wärmebedarf. Die gegenwärtige Praxis, in jedem Gebäude oder jedem Raum individuelle Kühlösungen zu verwenden, wird voraussichtlich durch Fernkältelösungen ersetzt werden. Fernkälte funktioniert nach den gleichen Prinzipien wie Fernwärme. Sie verbessert die Energieeffizienz, schafft dringend benötigten Platz in städtischen Gegenden und ist benutzerfreundlicher als die vorhandenen Kühlsysteme. Der Markt für Fernkälte ist zurzeit kleiner als der Markt für Fernwärme - Fernkälte wird bisher in erster Linie in Gewerbegebäuden verwendet. Er wächst aber stark und wird in Zukunft voraussichtlich weiter wachsen - auch in Ländern mit gemäßigttem Klima, aber noch schneller in Ländern mit einem wärmeren Klima. Dort wird mit dem größten Wachstum gerechnet, was Bevölkerung, Baumasse und Einkommen und somit auch den Kühlbedarf betrifft.



Anteil der Einwohner, die von Fernwärme in Prozent bedient werden

Quelle: Euroheat & Power: "2017 Country by Country Report"

ERNEUERBARE ENERGIE UND ENERGIESICHERHEIT - GLOBALE SCHWERPUNKTE DER WÄRMEWIRTSCHAFT

Die Forschung hilft, Energieeinsparungen in Gebäuden und bei der Fernwärme zu erzielen

Klimawandel, Wettbewerbsfähigkeit, Energiesicherheit und Abhängigkeit von Importen von z. B. Erdgas rücken das Thema „Gebäude und Heizen“ in den Blickpunkt - in Europa und weltweit.

Dr. Brian Vad Mathiesen, Professor, Universität Aalborg, Dänemark, www.brianvad.eu

Das auf der UN-Klimakonferenz COP 21 in Paris geschlossene Abkommen, das Thema Energiesicherheit und wesentliche gesundheitliche Effekte durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen oder Bioenergie haben dazu geführt, dass viele Länder den Themen Fernwärme und Energieeffizienz in Gebäuden mehr Aufmerksamkeit schenken. Traditionell haben die erneuerbaren Energien im Stromsektor das meiste Interesse geweckt – und die Energieeffizienz im Gebäudebereich. 40-50 % des Endenergieverbrauchs in Europa und weltweit werden jedoch für das Heizen und Kühlen in Gebäuden verwendet. Daher untersuchen zurzeit Städte und Länder in aller Welt, wie sie Gebäudestandards verbessern und Fernwärme nutzen können, um diesen Herausforderungen zu begegnen. 2050 werden voraussichtlich zwei Drittel der Menschheit in Städten wohnen. Dadurch wird die Bevölkerungsdichte in städtischen Gegenden steigen. Die Lösungen von morgen erfordern gemeinsame lokale und nationale Anstrengungen auf politischer Ebene.

Es ist von entscheidender Bedeutung, die Rollen der einzelnen Technologien zu verstehen: Welche Rolle spielen Einsparungen, flexible Nachfrage oder Speicherung im Gebäudebereich? Inwieweit benötigen wir Versorgung durch erneuerbare Energie vor Ort? Benötigen wir in Zukunft Fernwärme? Welche Rolle spielen Bioenergie und Wärmepumpen? Wie können wir minderwertige

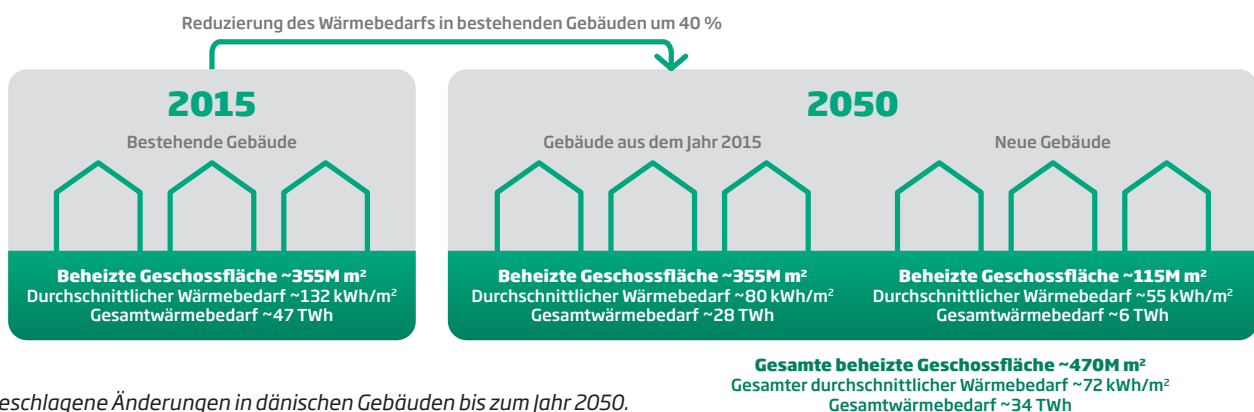
Wärme nutzen? Welche Strategien und Planverfahren können die Umstellung erleichtern? Diese und viele andere Fragen stehen im Mittelpunkt der Forschung, die am „Strategic Research Centre for 4th Generation District Heating Technologies and Systems (4DH)“ betrieben wird. Die Forschung hat u. a. die EU-Kommission zu Initiativen zu Heizen und Kühlung und auf globaler Ebene die UNEP zur „Global District Energy in Cities Initiative (DES Initiative)“ inspiriert.

Die Forschung zeigt, dass Einsparungen in Gebäuden sowie Fernwärme in kostengünstigen, mit erneuerbarer Energie betriebenen Systemen von entscheidender Bedeutung sind. Ein drastischer Kurswechsel der europäischen und der globalen Wärmewirtschaft ist in naher Zukunft erforderlich, falls eine kostengünstige Neuausrichtung erreicht werden soll. Mit der Wärme, die zurzeit in Europa verschwendet wird, könnte man den Wärmebedarf nahezu sämtlicher Gebäude decken. Die Energiesektoren müssen miteinander integriert werden (Smart Energy System), damit diese Potenziale genutzt werden können. „Heat Roadmap Europe“ ist eine Reihe von Studien, die von 4DH gemeinsam mit den wichtigsten Industrie- und Universitätspartnern in die Wege geleitet wurde. Die Studien kombinieren die Analyse von Energiesystemen mit Geographischen Informationssystemen (GIS). Sie liefern Strategien und Methoden, die zusammen

mit dem europäischen Wärmeetlas „Pan European Thermal Atlas (Peta4)“ weltweit angewendet werden können. Die Studien weisen darauf hin, dass in Europa bis 2050 Wärmeeinsparungen von 30-50 % und ein Fernwärme-Versorgungsgrad von 50 % machbar sind. In ländlichen Gebieten sind zudem umfassende Sanierungsmaßnahmen und die Nutzung individueller Wärmetechnologien wie z. B. Wärmepumpen notwendig.

Literatur:

- Connolly, David; Mathiesen, Brian Vad; Østergaard, Poul Alberg; Møller, Bernd; Nielsen, Steffen; Lund, Henrik; Persson, Urban; Werner, Sven; Grözinger, Jan; Boermans, Thomas; Bosquet, Michelle; Trier, Daniel (2013): Heat Roadmap Europe 2: Second Pre-Study for the EU27. Department of Development and Planning, Aalborg University.
- Mathiesen, Brian Vad; Drysdale, David William; Lund, Henrik; Paardekooper, Susana; Ridjan, Iva; Connolly, David; Thellufsen, Jakob Zinck; Jensen, Jens Stissing (2016): Future Green Buildings: A Key to Cost-Effective Sustainable Energy Systems. Department of Development and Planning, Aalborg University.
- Die Veröffentlichungen sind unter www.heatroadmap.eu, www.4dh.eu und www.smartenergysystems.eu erhältlich.



Vorgeschlagene Änderungen in dänischen Gebäuden bis zum Jahr 2050.

COPENHAGEN MARKETS

Der größte Kühlraum Nordeuropas sorgt für günstigere Fernwärme und -kälte

Nordeuropas größter und fortschrittlichster Kühlraum in Høje Taastrup/Dänemark hält Blumen, Obst und Gemüse frisch und versorgt gleichzeitig seine Nachbarn mit grüner, billiger Fernwärme.

Uffe Schleiss, Technischer Leiter, Fernwärme Høje Taastrup

Auf dem alten Markt hatte jeder Geschäftsinhaber sein eigenes Kühlsystem. Die Effizienz dieser Systeme war unterschiedlich. Im neuen, 67.000 m² großen Gebäude von Copenhagen Markets, das im April 2016 in Høje Taastrup eröffnet wurde, wurde ein 15.000 m² großer Kühlraum eingerichtet, der von einer großen, gemeinsamen Fernkälteanlage versorgt wird. Das System ist das umfangreichste seiner Art in Nordeuropa. Es hat mehrere positive Auswirkungen auf den Energieverbrauch, das Klima und die Arbeitsumgebung.

Obwohl die Gesellschaft, die Copenhagen Markets mit Energie versorgt, Fernwärme Høje Taastrup heißt, liefert sie auch Fernkälte. Die Kälte wird von einem neu installierten Kühlkompressor erzeugt, der mit Strom und Ammoniak betrieben wird. Eine Wärmepumpe erzeugt mithilfe der Energie, die durch den Kühlprozess entsteht, grüne und billige Fernwärme.

Copenhagen Markets muss mit Wasser mit einer Wassertemperatur von 2 bis 5°C beliefert werden. Dies erfordert, dass das Wasser auf -8 °C abgekühlt wird. Fernkälte wird normalerweise mit einer Vorlauftemperatur von 6 °C und einer Rücklauftemperatur von 16 °C geliefert. Daher wurde ein zusätzlicher Wärmetauscher installiert, um den Anforderungen von Copenhagen Markets zu genügen.

Bei der Produktion von Kälte wird gleichzeitig auch eine erhebliche Menge Wärme erzeugt. Eine elektrisch angetriebene Wärmepumpe erwärmt das Wasser zusätzlich und leitet es mit einer Temperatur von 73 °C - einer zufriedenstellenden Vorlauftemperatur - an das nahegelegene Fernwärmesystem weiter. Das System produziert also Kälte und Wärme gleichzeitig, wobei das eine Produkt nicht ohne das andere erzeugt werden kann.

Die Kühlkapazität beträgt 2 MW. Bei einer Wassertemperatur von 73 °C wird eine

Wärmemenge erzeugt, die 2,3 MW entspricht. Dies entspricht ungefähr 2,5 % des Gesamtwärmeverbrauchs der 6.700 Kunden von Fernwärme Høje Taastrup und unterstreicht, dass Systemdenken und die Nutzung der Ressourcen höchste Priorität genießen.

Das Kühlsystem von Copenhagen Markets wurde so konzipiert, dass die Kühlung je nach Bedarf unterschiedlich stark genutzt werden kann. Der Markt ist in 80 Mieteinheiten unter einem Dach unterteilt, von denen 55 Kühlung verwenden. Alle Mieter können Kühlung verwenden und entscheiden, wo genau in ihrem jeweiligen Bereich Kühlung geliefert werden soll. Der Verbrauch wird mithilfe einer innovativen Zählerlösung individuell abgerechnet.

Die Kühlkapazität kann erhöht werden, falls es mit der Zeit erforderlich sein sollte.



Fakten zur Fernkälte

- Wird mit Fernkälte statt mit einem Kompressor vor Ort gekühlt, werden bis zu 70 % der CO₂-Emissionen und bis zu 40 % der Gesamtkosten eingespart.
- Niedrigere Betriebs-, Wartungs-, Energie- und Kapitalkosten.
- Hohe Versorgungssicherheit.
- Fernkälte sorgt für eine hohe Wohnqualität ohne Lärm und Vibrationen.
- Fernkälte benötigt weniger Platz als traditionelle Kühlmethoden. Wird ein Kühlsystem mit einem Verbrauch von 1 MW entfernt, werden auf dem Dach 115 m² frei. Zudem werden im Keller nur ca. 10 m² für einen Wärmetauscher statt 90 m² für ein traditionelles Kühlsystem benötigt.

Für konventionelle Kühlung und Klimatisierung werden große individuelle Kühleinheiten benötigt, die in der Regel einen Teil der Dach- und Wandfläche einnehmen. Auf dem Dach des neurenovierten „Hauses der Industrie“ in Kopenhagen können sich die Mitarbeiter nun stattdessen auf grünen Dachterrassen erholen.

FERNKÄLTE REDUZIERT DIE CO₂-EMISSIONEN IN DER STADTMITTE VON KOPENHAGEN

Eine grüne und kostengünstige Alternative zu konventioneller Kühlung

In der dänischen Hauptstadt reduziert Fernkälte die CO₂-Emissionen im Vergleich zu konventioneller Kühlung um bis zu 70 % - und die Gesamtkosten um bis zu 40 %.

Henrik Lorentsen Bøgeskov, Leiter Fernkälte, HOFOR

Steigende Nachfrage nach Kühlung

Wie in vielen anderen Städten in aller Welt steigt auch in Kopenhagen die Nachfrage nach Klimatisierung und Kühlung. Das Kopenhagener Versorgungsunternehmen HOFOR hat ein Fernkältesystem gebaut, das aus einem Verteilnetz und zwei Kühlanlagen besteht. Zur Kühlung des Wassers, das an die Kunden geliefert wird, nutzt das Fernkältesystem Meerwasser. Das System versorgt das ganze Jahr hindurch Geschäftshäuser wie z. B. Banken, Kaufhäuser und Büroräume und sorgt für die Kühlung von Servern und anderen Prozessen.

So kann HOFOR die gestiegene Nachfrage nach Kühlung in Kopenhagen befriedigen und die CO₂-Emissionen um bis zu 30.000 Tonnen jährlich reduzieren. Das Kühlsystem versorgt zurzeit die Stadtmitte von Kopenhagen mit kaltem Wasser, und es wird weiter

ausgebaut, damit es zukünftig weitere Kunden versorgen kann.

Die Fernkälteaktivitäten von HOFOR sind die umfassendsten ihrer Art in Dänemark. Die erste Kühlanlage wurde 2010 eröffnet, die zweite Anlage 2013 - und das System wird weiter ausgebaut. Es ist geplant, die Fernkälte von 2015 bis 2020 weiter auszubauen, indem die Zahl der Kunden verdoppelt wird, und so zusätzlich zum Ziel Kopenhagens beizutragen, 2025 CO₂-neutral zu sein.

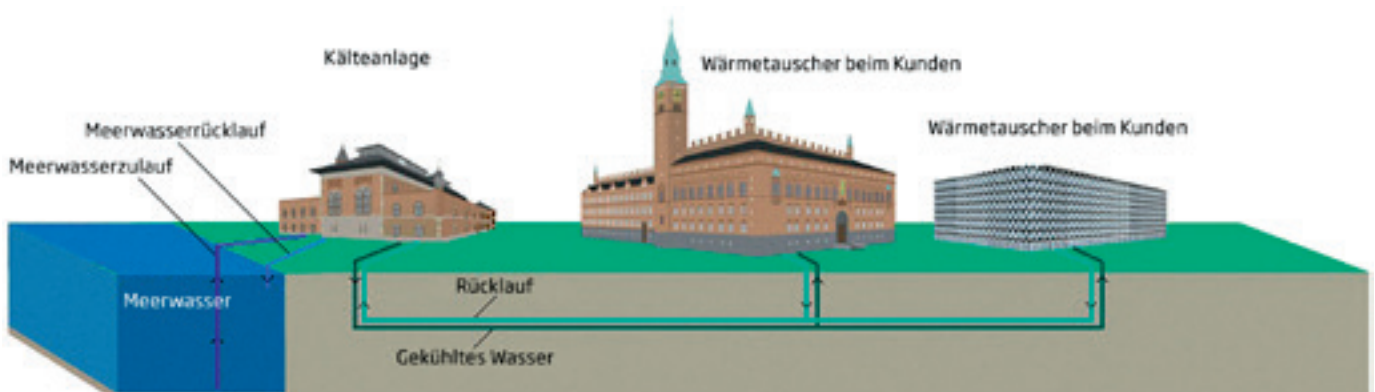
Die Kälte wird zentral mithilfe dreier verschiedener Methoden erzeugt:

Im Winter wird das Wasser, mit dem die Kunden versorgt werden, mithilfe von Meerwasser gekühlt. Das Meerwasser wird durch eine Rohrleitung vom Hafen in die Kühlanlage gepumpt. Meerwasser, das direkt für die Kühlung des Wassers für die Kunden

verwendet wird, darf maximal 6°C warm sein. Diese Methode wird CO₂-neutrale Kühlung genannt - obwohl ein wenig Strom benötigt wird, um das Meerwasser zur Kühlanlage zu pumpen. Im Sommer ist das Meerwasser zu warm. Daher muss Energie verwendet werden, um das Wasser zu kühlen. Das Meerwasser wird verwendet, um die Effizienz der übrigen Installationen zu steigern. Werden die Maschinen mit Meerwasser gekühlt, wird der Stromverbrauch verglichen mit einem Kompressor vor Ort um bis zu 70 % gesenkt.

Während des Sommers wird zudem Abwärme von Kraftwerken für die Kühlung verwendet. Diese sogenannte Absorptionskühlung wird nur dann verwendet, wenn Abwärme von Kraftwerken zur Verfügung steht. Der Absorber minimiert die CO₂-Emissionen.

Das Fernkältesystem von Kopenhagen





In Albertslund versorgt ein Fernwärmesystem der vierten Generation, das maximale Effizienz mit minimalen Wärmeverlusten verbindet, die Kunden mit Komfort und sauberer Energie.

UMSTELLUNG EINER GEMEINDE AUF NIEDERTEMPERATUR-FERNWÄRME

Von Fernwärme der zweiten zu Fernwärme der vierten Generation - in einem bestehenden Versorgungsbereich

Die Verwendung von Niedertemperatur-Fernwärme ist realistisch und ermöglicht, Energie zu sparen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.

Theodor Møller Moos, Leitender Projektleiter, COWI

Die Fernwärmegesellschaft Albertslund

Die Fernwärmegesellschaft Albertslund wurde 1964 gegründet. Der Fernwärmeversorgungsbereich wurde seitdem im Zuge der Stadtentwicklung erweitert. Das Fernwärmenetzwerk wurde für eine Versorgungstemperatur von 110 °C ausgelegt. Die Temperatur wurde jedoch im Laufe der Jahre gesenkt. Heute wird das System mit einer Vorlauftemperatur von ca. 90 °C betrieben.

Fernwärme der vierten Generation

Die Umstellung auf Niedertemperatur-Fernwärme der vierten Generation und die damit verbundene Senkung der Vorlauftemperatur von 90 °C auf 55 °C sind Teil der Vision der Gemeinde Albertslund, 2020 über eine CO₂-neutrale Wärme- und Stromversorgung zu verfügen. Die Umstellung ermöglicht, die vorhandene Wärmeerzeugungsanlage effizienter zu nutzen, und senkt zudem die Wärmeverluste der Rohrleitungen. Beides

trägt dazu bei, das gesteckte Ziel einer CO₂-neutralen Wärmeversorgung zu erreichen. Nach dem Erfolg des ersten Bauabschnitts traf Albertslund vor Kurzem die mutige Entscheidung, die gesamte Stadt (ca. 30.000 Einwohner) bis 2026 auf Niedertemperatur-Fernwärme umzustellen.

Herausforderungen

Es ist relativ leicht, neugebaute Wohnungen mit Niedertemperatur-Fernwärme zu versorgen. Ältere Wohnungen sind in der Regel schlecht isoliert und benötigen eine hohe Vorlauftemperatur, um eine angemessene Komfortstufe zu erreichen. Die Gemeinde Albertslund hat daher ein Renovierungsprogramm eingeleitet, das ermöglicht, die Wohnungen auf Niedertemperatur-Fernwärme umzustellen und so ihre Energieeffizienz zu erhöhen.

Das Verteilsystem

Die Wohnungen werden in Übereinstimmung

mit dem Renovierungsplan und der Außerbetriebnahme des Hochtemperatur-Verteilsystems schrittweise angeschlossen. Der Rücklauf des „alten“ Fernwärmesystems versorgt den Niedertemperatur-Kreislauf. Mithilfe eines Nebenventils wird eine Mischtemperatur von 55 °C erreicht.

Installationen in den Wohnungen

In den Wohnungen werden neue Niedertemperatur-Durchlauferhitzer installiert, die die Kunden mit Warmwasser (45 °C) versorgen. Legionellen werden mithilfe einer Installation nach dem deutschen Standard DVGW W55 kontrolliert. Dabei verbleibt stets nur eine äußerst geringe Wassermenge im Wärmetauscher und im Heißwassersystem. Nach der Renovierung werden die Wohnungen mit Fußbodenheizung und Heizkörpern beheizt. Die Vorlauftemperatur des Fernwärmesystems liegt insgesamt bei 55 °C und die Rücklauftemperatur bei ca. 30 °C.





State of Green

Die dänische Wirtschaft wird in eine grüne Wachstumswirtschaft umgewandelt und im Jahre 2050 vollständig von fossilen Brennstoffen unabhängig sein. State of Green, die offizielle grüne Marke Dänemarks, vereint alle führenden Akteure der Bereiche Energie, Wasser, Klima und Umwelt und fördert Beziehungen zu internationalen Interessenten, die gerne von den dänischen Erfahrungen lernen möchten.

Stateofgreen.com ist Ihr Onlineportal für alle relevanten Informationen über grüne Lösungen in Dänemark und in aller Welt. Dort können Sie mehr als 1.400 Lösungen und mehr als 600 Unternehmensprofile kennenlernen. Viele der aufgeführten Unternehmen empfangen Gäste und bieten Investitionsmöglichkeiten an.

Andere zu inspirieren und zu zeigen, wie eine grüne Gesellschaft sowohl möglich als auch rentabel ist, sind Eckpfeiler der dänischen Vision – wir laden die Menschen ein, uns zu besuchen und umgesetzte grüne Lösungen mit eigenen Augen zu sehen. Sie können alle Arten von grünen Initiativen besuchen – von Windparks auf See über moderne, energiesparende Gebäude bis zu Müllheizkraftwerken, die Dänemark mit Strom und Fernwärme versorgen.

Unter www.stateofgreen.com/en/tours können Sie mehr über State of Green Tours erfahren.

State of Green ist eine öffentlich-private Partnerschaft, die von der dänischen Regierung, dem Verband der Dänischen Industrie, dem Verband der Dänischen Energiewirtschaft, dem Dänischen Landwirtschafts- und Nahrungsmittelrat und dem Verband der Dänischen Windkraftindustrie gegründet wurde. Seine Königliche Hoheit Kronprinz Frederik von Dänemark ist Schirmherr von State of Green.

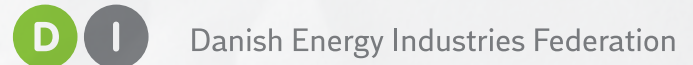
Die Dänische Energieagentur

Die Dänische Energieagentur ist für die Handhabung sämtlicher nationaler und internationaler Vereinbarungen und Aufgaben verantwortlich, die in Zusammenhang mit der Energieerzeugung, der Energieversorgung und dem Energieverbrauch in Dänemark stehen. Die Agentur befasst sich auch mit Bemühungen, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, und überwacht die gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen für eine zuverlässige, erschwingliche und saubere Energieversorgung Dänemarks. Darüber hinaus ist die Agentur dafür verantwortlich, die ökonomische Effizienz des Versorgungssektors zu unterstützen, der neben der Energie auch Wasser, Abfall und die Telekommunikation umfasst.

Das globale Kooperationsprogramm der Dänischen Energieagentur arbeitet mit Partnerländern zusammen, um dort Wirtschaftswachstum mit einer nachhaltigen zukünftigen Energieversorgung zu kombinieren. Die Initiative, die auf jahrzehntelangen dänischen Erfahrungen mit erneuerbarer Energie und Energieeffizienz beruht, stellt Energiesektoren auf einen steigenden Anteil kohlenstoffarmer Technologien um.

Die Agentur ist Teil des dänischen Energie-, Versorgungs- und Klimaministeriums.

Unter www.ens.dk/en/policy/Global-cooperation können Sie mehr über die Partnerschaften erfahren.



Der Dänische Fernwärmeverband (DBDH)

Die Mission des Dänischen Fernwärmeverbandes lautet, Fernwärme und -kälte zu fördern und dadurch die nachhaltige Umgestaltung der Städte voranzutreiben. Unsere Aufgabe ist, Partnerschaften zwischen unseren Mitgliedern und Partnern aus mehr als 50 Ländern zu bilden, zu informieren und zu fördern.

Wir laden Sie ein, von unseren Mitgliedern zu lernen, indem Sie an unseren Aktivitäten teilnehmen und uns einladen, an Ihren Events teilzunehmen. Falls Sie daran interessiert sind, das fortschrittlichste Fernwärme- und Fernkühlsystem der Welt näher kennenzulernen, laden wir Sie ein, Dänemark zu besuchen. Wir helfen Ihnen gerne dabei, ein relevantes Programm für Ihren Besuch zusammenzustellen.

Der Dänische Fernwärmeverband vertritt die führenden Akteure des dänischen Fernwärmesektors. Dazu zählen:

- Unternehmen, die in den Bereichen Wärmeerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung und Müllverbrennung tätig sind
- Wärmeübertragungs- und Wärmeverteilungsunternehmen
- Private Beratungsunternehmen, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen und Schulungseinrichtungen
- Hersteller von Anlagen, Systemen, Komponenten und Produkten für den Sektor

Der Dänische Fernwärmeverband veranstaltet Konferenzen, Seminare und Ausstellungen, um die gemeinsamen Erfahrungen weltweit zur Verfügung zu stellen.

Darüber hinaus entwickelt und unterhält der Dänische Fernwärmeverband gegenseitige Vereinbarungen mit Fernwärmeorganisationen aus dem Ausland, um Informationen zu allen Aspekten der Fernwärme auszutauschen. Unter www.dbdh.dk können Sie mehr über den Dänischen Fernwärmeverband erfahren.

Der Verband der Dänischen Energieindustrie (DI Energy)

Der Verband der Dänischen Energieindustrie (DI Energy) vertritt die gesamte dänische Energieindustrie einschließlich aller Energietechnologien und der gesamten Wertschöpfungskette von der Erforschung und Erzeugung von Energie bis zu der Entwicklung und Herstellung moderner Energietechnologien und -lösungen und dem Bau von Gesamtlösungen und -systemen.

Dänemark ist die Heimat eines starken Clusters im Bereich Innovation, Herstellung und Export nachhaltiger, langlebiger und kostengünstiger Energielösungen. DI Energy möchte Dänemark als Standort einer starken Energieindustrie mit signifikanter internationaler Reichweite und Wirkung weiterentwickeln.

DI Energy unterstützt eine dänische, europäische und weltweite Energiepolitik, die einen Übergang zu höherer Energieeffizienz und die stärkere Verwendung erneuerbarer Energie ermöglicht.

DI Energy ist ein starkes Netzwerk für die Geschäftsentwicklung mit ausländischen Partnern und verschafft mehreren Untergruppen des Sektors wie Energieeffizienz, Bioenergie, Windenergie, Fernwärme und -kälte, intelligentes Stromnetz, Öl und Gas Möglichkeiten zum Dialog und zur Förderung.

DI Energy kooperiert mit internationalen Partnern, um im Bereich der Energie den Austausch von Ideen, Mitarbeitern, Waren, Dienstleistungen und Investitionen zu ermöglichen. Durch die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen und Behörden in Dänemark und im Ausland tragen wir dazu bei, die ständig steigende globale Nachfrage nach Energie zu befriedigen.

DI Energy ist Teil des Verbandes der Dänischen Industrie (DI) – die Stimme der dänischen Unternehmen.

Erfahren Sie mehr über dänische Lösungen zu
FERNWÄRME UND -KÄLTE, finden Sie mehr Beispiele aus der
ganzen Welt und verbinden Sie sich mit dänischer Expertise unter:

www.stateofgreen.com/heating-and-cooling

State of Green ist eine gemeinnützige, öffentlich-private Partnerschaft, die gegründet wurde von:



Confederation of Danish Industry

 DANISH
ENERGY ASSOCIATION



Danish Agriculture
& Food Council



DANISH WIND
INDUSTRY ASSOCIATION


MINISTRY OF INDUSTRY, BUSINESS
AND FINANCIAL AFFAIRS


Danish Ministry
of Energy, Utilities
and Climate



Ministry of Environment
and Food of Denmark



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS
OF DENMARK