

NAHWÄRME – NEUE CHANCEN IN DER ENERGIEWENDE

TEIL 1: REGENERATIV MIT SONNE UND OHNE BIOGAS – ZENTRAL STATT DEZENTRAL

Auch außerhalb der einschlägigen Fachwelt dämmert es nun doch vielen, dass die Energiewende viel mehr ist, als nur die Annäherung der verschwenderisch-nuklear-fossilen Stromversorgung an eine effizient-erneuerbar-smarte Nachhaltigkeit. Im Gegensatz beispielsweise zu unseren französischen Nachbarn, die ca. 40% ihrer benötigten Endenergie als Strom beziehen (Stichwort nuklear versorgte Stromheizungen), deckt in Deutschland der Strom nur etwa ein Fünftel unseres Endenergiebedarfs (Bild 1), besetzt aber die Diskussionen und Streitereien in dem Transformationsprozess der Energiewende über Gebühr.

Nimmt man aber die Energiewende wirklich ernst, sollten wir uns viel mehr Sorgen darum machen, ob und wie wir im Verkehr und vor allem bei der Wärmeversorgung eine Energiewende schaffen. Leider ist die Anzahl der zu überzeugenden Akteure ungleich größer als bei Strom, weil der Wandel mit individuellen Entscheidungen zu tun hat und daher viel Überzeugungskraft, Zeit und gesetzliche Vorgaben benötigt. Gegenargumente und Hemmnisse sind vielschichtiger als bei Strom, der für die meisten mental immer noch nur aus der Steckdose kommt.

Was aber in der Stromerzeugung von vielen schon fast als Mantra der Energiewende verstanden wird und daher unbedingt anzustreben sei, die Dezentralisierung der Versorgungsstruktur, ist bei Wärme ganz selbstverständlich und macht die Wende offensichtlich gerade deswegen beschwerlich. Es gibt aber vorbildhafte Beispiele wie in Dänemark, wo nicht ideologisch auf Dezentralität gepocht, sondern pragmatisch ein intelligenter zentralisierter Weg beschritten wird: der Aufbau einer auf erneuerbaren Energien basierenden leitungsgebundenen Nah- bzw. Fernwärmeversorgung. Sieht man sich die Lösungen wie in Marstal auf der dänischen Ostseeinsel Ærø an, wo zweitausend Einwohner seit et-

lichen Jahrzehnten zentral mit Wärme und seit 2012 komplett regenerativ mit einem solaren Deckungsanteil von fast vierzig Prozent versorgt werden, dann kann man schon ins Grübeln kommen, ob die in Deutschland verfolgten Wärmekonzepte, Umsetzungsschwerpunkte und Energiewendediskussionen wirklich die richtigen sind.

Wir möchten in einer dreiteiligen Serie diese Thematik beleuchten und damit Impulse zum Umdenken geben und aufrufen, offensiver erneuerbare Wärmekonzepte zu diskutieren und umzusetzen.

Status der Fern- und Nahwärmeversorgung in Deutschland

Der Übergang zwischen Nah- und Fernwärme ist fließend und eigentlich auch nicht wirklich wichtig, die Begriffe werden teilweise synonym verwendet. Eine dörfliche leitungsgebundene Wärmeversorgung nennt sich Nahwärme, in Städten spricht man üblicherweise von Fernwärme: hier sind es in Deutschland annähernd 1400 Netze mit zusammen etwa 20.000 km Trassen (Quelle: AGFW 2013). Damit sind vierzehn Prozent der deutschen Wohnungen an einem Fernwärmenetz angeschlossen, diese wurden in 2013 mit 79 TWh Wärme versorgt (pro angeschlossener Wohnung etwa 14.000 kWh im Jahr). Vier Fünftel der Wärme wird in Kraft-Wärme-Kopplungs (KWK)-Anlagen erzeugt, nur zwei Prozent durch Nutzung industrieller Abwärme. Die verwendeten Brennstoffe sind zu sechsdachtzig Prozent fossil (Erdgas, Stein- und Braunkohle) und nur zu vier Prozent regenerative Biomasse. Der Rest kommt aus der Müllverbrennung. Die sogenannte Wärmebelegungsichte der Netze, das ist die durchschnittlich pro Jahr und Trassenmeter an Kunden gelieferte Wärmemenge, betrug in 2013 etwas über 4.000 kWh/(m·a) – ein Wert, der in Nahwärmenetzen mit wenigen Hausan-

schlüssen und eher kleinen angeschlossenen Häusern nicht erreicht werden kann. Fernwärmenetze werden üblicherweise von lokalen Energieversorgungsunternehmen (Stadtwerke) betrieben, in kleinen Orten sind es oftmals kommunale Eigenbetriebe, Genossenschaften oder private Betreiber, die die Wärmeerzeugung und -lieferung im Nahwärmenetz verantworten.

Daten zu vorhandenen Nahwärmenetzen in Deutschland sind sehr schwer systematisch zu generieren. Im Gegensatz beispielsweise zu Biogasanlagen, die aufgrund des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) individuell erfasst werden, gibt es kein Zentral- oder Länderregister über existierende Nahwärmenetze, die ja mehrheitlich von Biogas-Blockheizkraftwerken (BHKW) versorgt werden. In Baden-Württemberg ergaben Auswertungen, dass ca. zwanzig Prozent der Biogasanlagen Nahwärmenetze versorgen – und Wärme überhaupt nur bei der Hälfte der Anlagen genutzt wird. In neunundsiebzig Bioenergie-dörfern mit Nahwärmenetzen wurden nur sieben nicht von Biogasanlagen versorgt. Auch z.B. im bayerischen Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen versorgt nicht mal jede zweite Biogasanlage ein Wärmenetz.

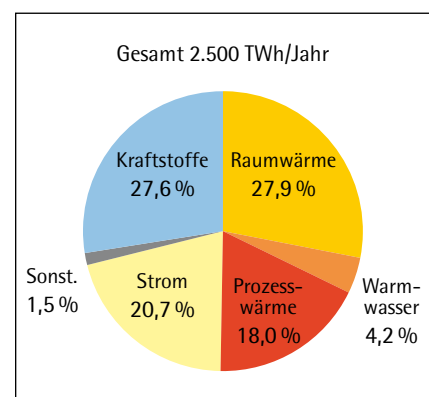


Bild 1: Aufteilung der in Deutschland verbrauchten Endenergie in 2012

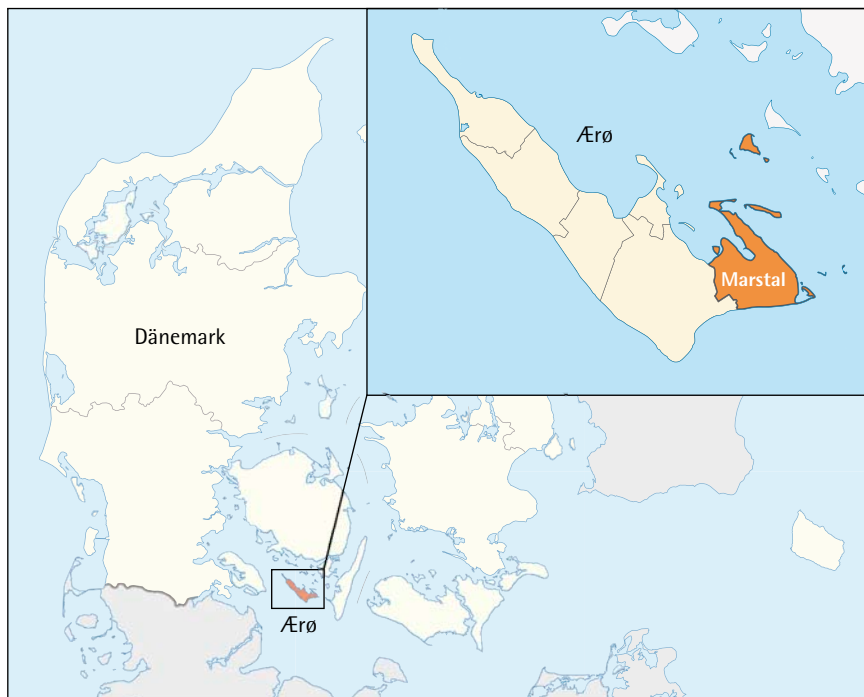


Bild 2: Lage des Ortes Marstal in Dänemark

Hochgerechnet auf Deutschland wären das ungefähr 2.000 Nahwärmenetze. Auch ist die Definition eines Nahwärmenetzes nicht ganz einheitlich: oftmals benutzt schon ein Landwirt Abwärme aus seiner Biogasanlage für die Beheizung eigener und benachbarter Liegenschaften. Und hier sollte man eher von einer Objektversorgung und nicht einer Nahwärme sprechen. Aber Zahlen sind vor allem für Statistiker bedeutsam. Oder für Vergleiche:

In Dänemark sind es nämlich schon fast zwei Drittel aller Wohnungen, die in neunhundert Fernwärmenetzen über insgesamt 50.000 Kilometer Trassenleitungen mit 29,5 TWh jährlich versorgt werden. Das ergibt übrigens eine mittlere Wärmebelegungsichte von 590 kWh/(m·a). Der massive Ausbau der Fernwärme erfolgte bei unserem Nachbarn als Reaktion auf die erste Ölkrise 1973, die in Dänemark als Schock wahrgenommen worden war. Offensichtlich erleben kleinere Länder sichtbar gewordene Abhängigkeiten bedrohlicher als ein großes Land wie Deutschland mit vielen Import- und Exportströmen. Entsprechend systematisch und im großen gesellschaftlichen Konsens geht Dänemark voran: Bau und Erweiterung von neuen Kohlekraftwerken? Verboten! Öl- oder Gasheizung in neuen Privathäusern? Seit 2013 nicht mehr erlaubt. Ab 2016 werden sogar fossile Heizungsanlagen auch in bestehenden (!) Gebäuden verboten, sofern die entsprechende Gemeinde Fernwärme anbietet. „Fernwärme auf Basis Erneuerbarer Energien sowie die Windkraft gehören inzwischen zur industriellen DNA

des Landes, gegen die sich niemand mehr ernsthaft auflehnt“, wie das manager magazin im Oktober 2013 schrieb.

Auch Dänemark nutzt derzeit noch zu fünfundsiebzig Prozent die Abwärme von weitgehend fossil betriebenen KWK-Anlagen, allerdings laufen diese aufgrund des hohen Anteils von Strom aus Windparks im Sommer immer unwirtschaftlicher. Daher erfolgte mittlerweile der Strategiewechsel hin zu den erneuerbaren Energietechnologien Geothermie, Biomasseverwertung und Solarthermie. Dänemark will sich bis 2050 komplett (!) von der fossilen Energieabhängigkeit befreien (Dänische Regierung Februar 2011: Energy strategy 2050 – from coal, oil and gas to green energy). Solarthermie spielt dabei eine große Rolle.

Regenerativ mit Sonne und ohne Biogas oder was machen die Dänen anders?

Solarthermie im europäischen Norden? Die, die sich gern negativ über die vergleichsweise geringe Effizienz einer Stromerzeugung aus Kohle oder Uran auslassen, mögen es in der Regel nicht, wenn man lapidar darauf hinweist, dass Strom oder Wärme aus Biomasse zu erzeugen weit ineffizienter ist. Das ist aber nicht neu. Letztlich kommt Bioenergie aus der Energie unserer Sonne, aber leider werden heute nur ein bis zwei Prozent der im Jahr eingestrahnten Sonnenenergie auf einem Hektar land- oder forstwirtschaftlicher Fläche in Biomasse in Form für uns nutzbarer Energie gespeichert.

Eine kurze Abschätzung verdeutlicht das: Aus der Maisernte eines Feldes von

einem Hektar Größe lassen sich jährlich ca. siebentausend Kubikmeter Biogas erzeugen, was bei einem Heizwert von 7,5 Kilowattstunden pro Kubikmeter, der abhängig vom Methangehalt des Biogases und meistens sogar kleiner ist, und typischen Wirkungsgraden von Biogas-BHKWs (etwa 37% elektrisch und 42% thermisch) zu 19.000 kWh Strom und 22.000 kWh (Ab-) Wärme führt. Bei einem Flächennutzungsgrad von vierzig Prozent schafft dagegen eine aufgeständerte Photovoltaik-Freiflächenanlage auf der gleichen Fläche etwa 280.000 kWh Strom im Jahr, also das Fünfeinfache, und thermische Solarkollektoren, die auf dem Hektar rund 1.720.000 kWh Wärme erzeugen (Faktor 78), lassen Biogasanlagen weit hinter sich. Der energetische Aufwand für die Erzeugung des Mais (Diesel für die Traktoren) sowie des Stromes (Verluste in der Biogasanlage wie etwa fünf Prozent Eigenstromverbrauch des BHKWs) sind da noch gar nicht eingerechnet. Bei der solaren Flächennutzung fällt außer für den Pumpstrom in der Solarthermieanlage (etwa zwei Prozent der gewonnenen Energiemenge) kein weiterer Energieaufwand im Betrieb an, für die PV-Anlage sowieso nicht. Die Sonne strahlt übrigens im Jahr etwa zehn Millionen Kilowattstunden Energie auf einen Hektar ein.

Warum also mit Biogas (Strom und) Wärme erzeugen? Klingt irgendwie wenig sinnvoll, dennoch sind die meisten in Deutschland realisierten Nahwärmenetze um eine existierende Biogasanlage herum aufgebaut, weil natürlich die Abwärme sonst gar nicht genutzt würde. Henne oder Ei?

Der große Vorteil von Biomasse im Energiesystem ist natürlich, da sie gespeicherte Energie darstellt und für einen Nutzen dann abgerufen werden kann, wenn wir diesen benötigen, also z.B. im Winter. Solar erzeugte Energie ohne Speicher muss dagegen dann genutzt werden, wenn sie erzeugt wird.

Beispiele für Solarkollektoren in Nahwärmenetzen kann man also in Deutschland fast an einer Hand abzählen? Nein, ganz so traurig ist das nicht: Im Projekt Solarthermie 2000Plus sind etwa ein Dutzend solarthermisch unterstützte Wärmenetzprojekte realisiert und analysiert worden (u.a. in Crailsheim und am Ackermannbogen in München) und sehr langsam fasst auch im „sonnenarmen“ Mitteleuropa Fuß, was im „sonnenreichen“ Nordeuropa schon fast etabliert ist: solares Denken.

Was wurde also in Marstal aufgebaut? Marstal mit 2.300 Einwohnern liegt etwa auf der Höhe der deutsch-dänischen Grenze auf der Insel Ærø (Bild 2). Dort ist

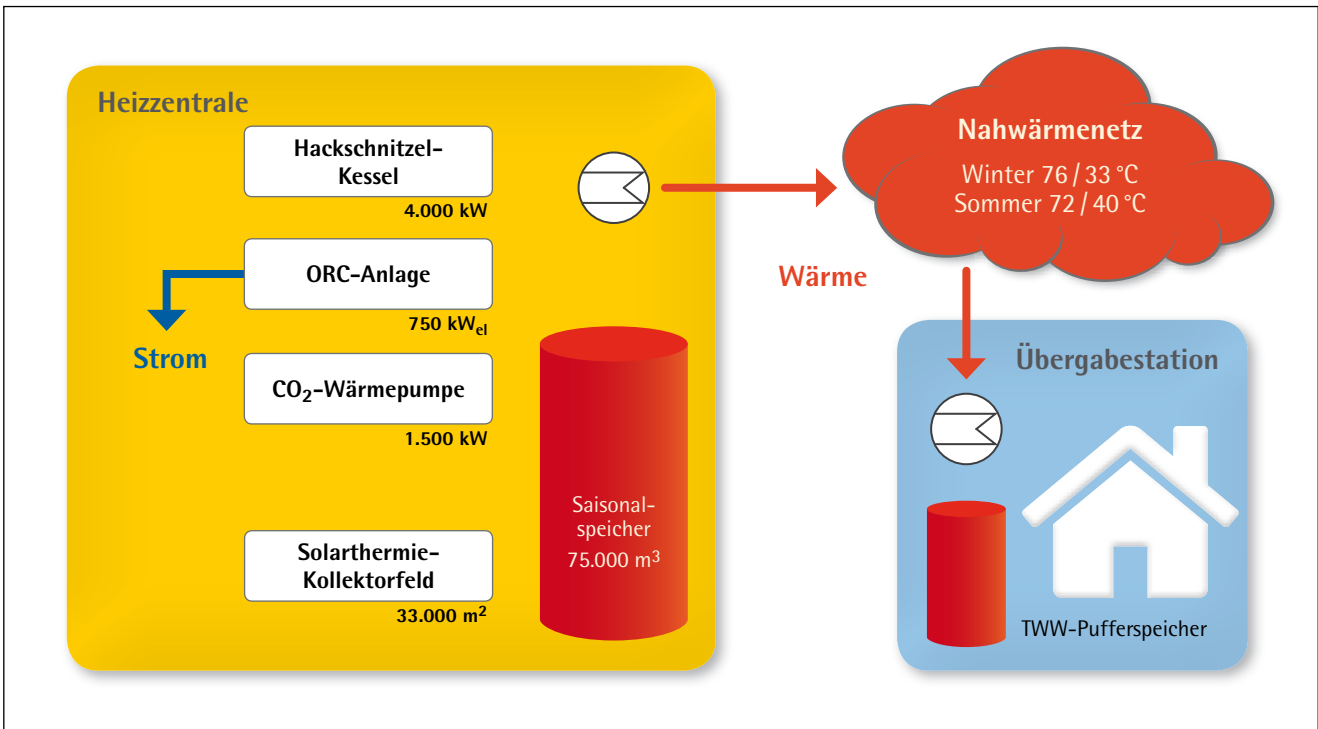


Bild 3: Systemarchitektur der Fernwärmelösung in Marstal

seit 1962 ein Fernwärmenetz mit sieben- und vierzig Kilometer Trassenlänge (inklusive der Hausanschlüsse) aufgebaut, das sukzessive von einer fossilen Versorgung auf die Versorgung mit Hilfe erneuerbarer Energieträger umgestellt wurde. Mittlerweile wird der Ort (und einige Nachbarorte) mit seinen 1.550 Gebäuden komplett mit Wärme aus Biomasse (projektiert 62%) und Sonnenenergie (projektiert 38%) versorgt. Diese Versorgungsanteile wurden durch Messungen im Jahr 2013 recht gut bestätigt.

Im Ort stehen vor allem Einfamilienhäuser, es gibt kaum Gewerbeverbraucher, eigentlich alles Voraussetzungen, unter denen in Deutschland kein Fernwärmenetz aufgebaut würde. Die Gebäudestruktur und die lockere Anordnung sind auch der Hauptgrund dafür, dass die Wärmebelegungsichte nur etwa 410 kWh/(m·a) erreicht, was sogar unter dem deutschen Schwellwert der Förderfähigkeit durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) liegt: Dieser beträgt nämlich fünfhundert Kilowattstunden pro Jahr und Trassenmeter und ist auch schon weit unter dem vom bayerischen Think Tank Carmen e.V. empfohlenen Wirtschaftlichkeitsschwellwert von tausendfünfhundert Kilowattstunden pro Jahr und Trassenmeter.

Als Biomasse werden Hackschnitzel verwendet, ein Teil der bei der Verbrennung entstehenden Abwärme speist eine ORC-Stromerzeugungsanlage (Organic Rankine Cycle), deren Strom wiederum (bilanziell) eine CO₂-Wärmepumpe (1,5 MW) antreibt (Bild 3). Diese Wärme-

pumpe holt jetzt nicht Wärme aus dem Boden, sondern aus einem 75.000 m³-Wasserspeicher, der offen neben der Heizzentrale angelegt wurde. In den Speicher speisen vor allem im Sommer 33.000 m² Freiflächenkollektoren Sonnenwärme ein, die bis in den Winter hinein zur Verfügung steht. Die Größendimensionen deuten den unbedingten Willen hin zu einer regenerativen Wärmeversorgung an. Die Kosten sind überdies überschaubar: Für die Kollektoren muss man in Dänemark etwa 175 Euro pro Quadratmeter hinlegen (rechnerisch zusammen

5,8 Millionen Euro, allerdings waren in Marstal bereits 18.000 Quadratmeter in früheren Ausbauphasen installiert), der Wasserspeicher, der bis zu 7.000 MWh speichern kann, kostete 2,9 Millionen Euro (spezifisch 414 Euro pro MWh Speicherkapazität oder neundreißig Euro pro Kubikmeter, alles netto).

Auffällig an dem Netz, im Vergleich zu typischen deutschen Verhältnissen, sind die etwas geringeren Vorlaufemperaturen (72 °C bis 76 °C). An diesem Projekt kann man auch gleich die bessere Wirtschaftlichkeit großer Solarkol-

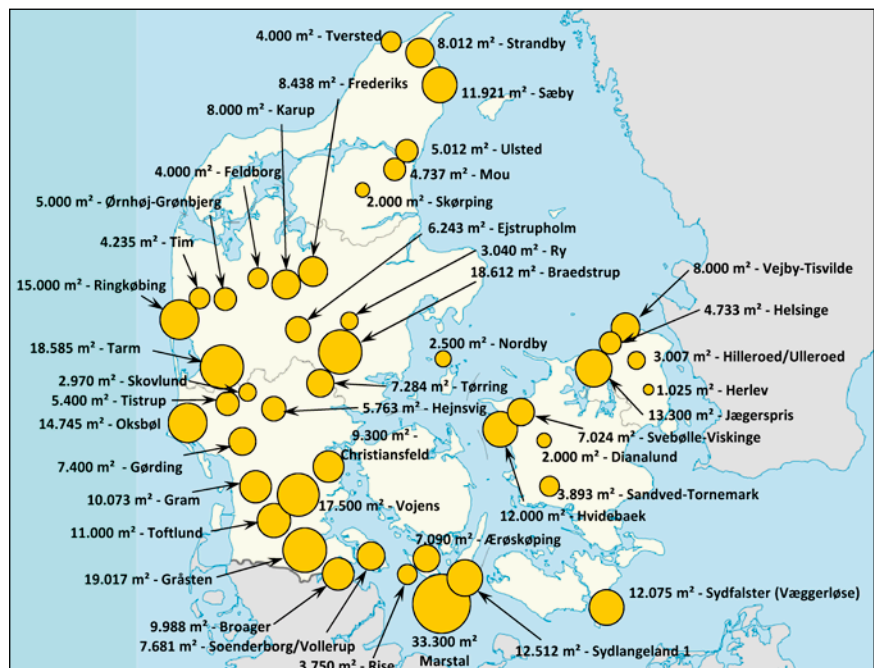


Bild 4: Übersicht der dänischen Fernwärmenetze mit Solarthermie

lektoren und Speicher im Vergleich zu einer Einzelobjektversorgung erkennen. In Marstal werden für die solare Wärmeversorgung etwa vier Cent pro Kilowattstunde Gesteungskosten kalkuliert. In deutschen Dachanlagen liegt man etwa bei zwölf Cent oder sogar mehr. Freiflächenanlagen mit Pufferspeicher erreichen in Deutschland derzeit Werte zwischen sechs und acht Cent pro Kilowattstunde Nutzwärme.

Jetzt könnte man Marstal als ein typisches Leuchtturmprojekt verstehen, wie sie die Politik gerne fördert, ein Projekt also, das zwar weithin strahlt, aber wenig beleuchtet, zum Beispiel die Zukunft. Falsch. Es gibt in Dänemark (Stand 2014) noch sechshundvierzig weitere Fernwärmenetze mit zusammen 355.000 Quadratmetern Solarkollektoren, die beweisen, dass im Norden nicht gekleckert wird und alle in die solare Richtung für Fernwärme ziehen (Bild 4). Und die weitere Planung läuft. Die Verwendung des Speichers in Marstal ist gewiss Neuland, aber pragmatisch und die Richtung vorgehend. In weiteren Projekten, z.B. in Gram, sollen noch größere Speicher integriert werden. Solarthermie im Fernwärmebereich ist natürlich auch in Deutschland nicht unbekannt, aber hier sind es erst vierzehn Netze mit zusammen 35.000 Quadratmetern Solarkollektoren. Wir suchen offensichtlich noch unsere Wärmestrategie.

Sorgenfreie Wärme? – Vorteile und Hemmnisse einer Nahwärmeversorgung

In Diskussionen über Nahwärme taucht natürlich an erster Stelle immer das Kostenargument auf (Bild 5) und als Gegenargument die dann vorhandene Abhängigkeit vom Netzbetreiber. Die heutige Abhängigkeit von Öl oder Gas, die uns aus Gegenden geliefert werden, die uns auch nicht so ganz geheuer sind,

blenden wir da gerne aus. Vielen ist aber nicht klar, dass eine zentralisierte Wärmeversorgung durchaus auch noch andere Vorteile hat, die einen kleinen Kostennachteil durchaus kompensieren können. Die wichtigsten:

Zentraler Umstieg auf die Wärmeversorgung mit Erneuerbaren Energien

Viele Gebäude in ländlichen Kommunen werden heute noch mit Heizöl versorgt. Zuletzt sanken die Ölpreise zwar für viele angenehm überraschend, aber mittel- bis langfristig ist mit steigenden Preisen und Engpässen bei der Versorgung zu rechnen, abgesehen von der Umweltbelastung durch die Ölverbrennung. Eine erneuerbare Wärmebasis wird also dringlicher und ist zentral leichter erreichbar, als wenn jeder den Umstieg selbst organisieren muss.

Skaleneffekte bei der Investition in den Heizkessel (Euro pro Kilowatt)

Betrachten wir ein Nahwärmenetz für dreißig Gebäude, jedes mit dem Bedarf für einen neuen fünfzehn Kilowatt-Pelletkessel. Dreißig solcher Kessel kosten zusammen inklusive Regelung, Peripheriebauteile, Speicher und Montage etwa 450.000 Euro, ein zentraler Hackschnitzelkessel (360 Kilowatt, Gleichzeitigkeitsfaktor 0,8) dagegen ist inklusive des Aufbaus für ca. 200.000 Euro zu haben. Das senkt die Kapitalkosten der Wärmeversorgung. Natürlich gibt es auch noch Skalenvorteile beim Bezug der Brennstoffe.

Einsatz unterschiedlicher Technologien und Brennstoffe möglich (höhere Flexibilität als bei Individualheizungen)

Wir haben individuelle Pelletheizungen mit einer zentralisierten Hackschnitzelversorgung verglichen. Hackschnitzelheizungen für Einfamilienhäuser gibt es

zwar, diese sind aber wesentlich teurer als Pelletheizungen. Das ändert sich bei größeren Leistungen, so dass in einer zentralisierten Versorgung der preiswertere Holz-Brennstoff Hackschnitzel statt Pellets eingesetzt werden kann. Und für die seltene Spitzenlast stellt man einen preiswerten Ölkessel daneben.

Kleinere anteilige Kesselverlustleistung im Vergleich zu dezentralen Kesseln

Je größer ein Kessel ist, desto kleiner sind seine relativen Verluste. Die Effizienz bei der Wärmeerzeugung steigt also. Und wird eine Heizzentrale professionell geplant und betrieben, dann muss man auch nicht befürchten, hinterher in den Medien zu lesen, dass viele Brennwertgeräte gar nicht im Brennwertbereich arbeiten, weil sie überdimensioniert oder falsch eingeregelt sind. Demgegenüber ist allerdings der zusätzliche Verlust im Wärmenetz zu berücksichtigen.

Stabilere Energiepreise

Die Kostenstruktur in einem Nahwärmenetz ist stärker kapitallastig als bei einem individuellen Heizungssystem, wo vor allem die Brennstoffkosten den Hauptkostenblock bilden. Der Ölpreis wird sehr wahrscheinlich bald wieder ansteigen und gleichermaßen die Wärmekosten bei individuellen Ölkesseln vor sich hertreiben. Die Kapitalkosten in einer Nahwärme dagegen bleiben langfristig stabil, und eine Veränderung der Brennstoffkosten macht sich nicht so stark bemerkbar.

In den nächsten Ausgaben der SONNENENERGIE erscheinen die beiden weiteren Teile des Artikels: Teil 2: Beispiele für Nahwärme ohne Biogas und Teil 3: Kennzahlen zur Bewertung und Umsetzung

Nutzenenergie Cent/kWh	Kesselsystem				
	Heizöl alt	Heizöl NiederTemp.	Flüssiggas BrennWert	Scheitholz	Pellets
Energiebezugskosten	11,7	9,5	8,4	7,5	7,1
Kapitalgebundene Kosten	1,7	1,7	2,5	2,8	3,4
Betriebsgebundene Kosten	1,8	1,8	2,3	2,0	2,6
	15,2	13,0	13,1	12,2	13,1

Wärmepreis für Nahwärme

Heizkostenvergleich, Stand 29.08.2014
für ein Haus mit 150 m² und 24.000 kWh/a Wärmebedarf pro Jahr

Quelle: BUND

Bild 5: Vergleich von typischen Vollkosten für unterschiedliche Heizsysteme als zu erreichende Werte für einen Nahwärmepreis

ZUM AUTOR:

► Uwe Dankert
Geschäftsführer von udEEE Consulting GmbH, Haar bei München
uwe.dankert@udeee.de