

Kerstin Becker, Ernst-Peter Jeremias

Nachhaltigkeitsaspekte einer zukunftssicheren Energieversorgung von Städten und Gemeinden

1 Nachhaltigkeit bei der kommunalen Energieversorgung – Eine globale Herausforderung

Das Ingenieurunternehmen tetra ingenieure – www.tetra-ingenieure.de –, u.a. kooperatives Mitglied im VBIW, ist seit 1994 auf dem Gebiet der ingenieurtechnischen Planung und Beratung für die Energie- und Gebäudetechnik tätig. Die Leistungen werden anbieter- und produktneutral erbracht. Betrachtungen zu einer nachhaltigen, zukunftssicheren Energieversorgung von Städten und Gemeinden haben sich in den letzten Jahren für das Unternehmen zu einem sehr marktrelevanten und nachgefragten Thema entwickelt. In der immer komplexeren Welt auch der Energieversorgung suchen Städte und Gemeinden nach Strategien, wie sie die Energieversorgung in ihrem Einflussbereich langfristig sichern können.

Das sogenannte Zieldreieck der öffentlichen Energieversorgung setzt sich aus der Versorgungssicherheit, der Preiswürdigkeit und dem Umweltschutz zusammen (siehe Abb. 1). Heute bezieht man auch den Aspekt der Akzeptanz mit in die Betrachtung ein. Diese Aspekte beschreiben den allgemeinen Anspruch an die Versorgung mit Energie. Jeder Haushalt oder Betrieb möchte zu jedem Zeitpunkt bedarfsgerecht mit Energie versorgt werden. Dabei soll der Preis für die Bereitstellung mit Energie marktgerecht, möglichst niedrig sein. Dass Energie umweltschonend erzeugt und verteilt wird, wird vorausgesetzt und soll aus Kundensicht möglichst ohne deutliche Zusatzkosten erfolgen. Dass sich die Wünsche und Anforderungen durchaus diametral entwickeln, ist eine wesentliche Erkenntnis der letzten Jahre. Berechtigt sind Vermögensenergien Kohle und Kernenergie auf Grund ihrer klimaschädlichen und sicherheitspolitischen Wirkungen in die Kritik geraten. Inzwischen hat sich fehlende Akzeptanz der Bevölkerung auch auf die Einkommensenergien Wind, Sonne und Biomasse ausgeweitet. Die Diskussionen dazu sind in Deutschland derzeit intensiv und kontrovers. Sie konzentrieren sich dabei auf die kommunale Ebene und insbesondere dort, wo

die jeweiligen Belastungen „vor der Haustür“ anzutreffen sind. Aus unserer Sicht gibt es aber noch eine andere Betrachtungsweise, nämlich die globale Betrachtungsebene. Es ist aus der Sicht der Verfasser notwendig, zukünftig den Betrachtungsrahmen weiter zu ziehen. Die Ursachen für die aktuellen Probleme der Migrationsbewegung in die EU sind ein beachtenswertes Indiz für diese Auffassung.

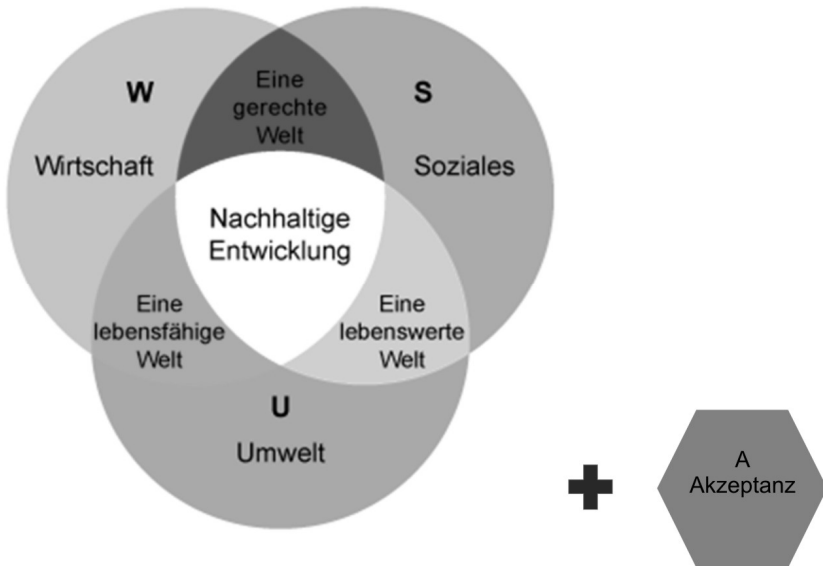


Abb. 1: Energetisches Zieldreieck

Quelle: modifiziert nach <http://www.solidarisch-einkaufen.de/index.php?content=Nachhaltigkeit> [2016]

Für eine Beurteilung der Nachhaltigkeit der Energieversorgung sind neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten vor allem die sozialen und gesellschaftlichen Wirkungen zu berücksichtigen. Wesentliche Ursachen für die heutigen Migrationsprozesse sind durch Arbeits- und Lebensbedingungen in den Entwicklungsländern bedingt. Auch die inzwischen spürbaren Auswirkungen des Klimawandels führen zu Beeinträchtigungen der Lebensbedingungen in den Entwicklungsländern und tragen zu einer Verschärfung der Situation bei.

Die reichen Industrie-Nationen sichern sich Energie- und Rohstoffquellen auch durch militärische Einflussnahme. Die Auswirkungen zeigen sich in der Fluchtbewegung.

In vielen Ländern haben die Versuche einer Einflussnahme auf die politischen Systeme zu negativen Auswirkungen geführt, der Demokratieexport ist häufig gescheitert und die Einflussnahme von außen konnte nationale Situationen nicht stabilisieren. Nicht zuletzt sind die negativen Auswirkungen der vorherrschenden Weltwirtschaftsordnung auf die sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen in den Entwicklungsländern zu nennen. In Verbindung mit der globalen Verbreitung und Glorifizierung des heute vorherrschenden westlichen Weltbildes durch moderne Kommunikationstechnologien führen die vorgenannten Ursachen zu einem wachsenden Migrationswillen nach Europa. Ohne eine Änderung des politischen und wirtschaftlichen Handlungsansatzes in den wirtschaftlich starken und stabilen Staaten dieser Welt wird die heute zu beobachtende weltweite Völkerwanderung von derzeit ca. 12 Mio. Menschen nicht einzudämmen sein und sich weiter verschärfen.

Ein nachhaltiger Lösungsansatz der Energieversorgung ist, dass die ausbeuterische Nutzung von Vermögensenergie-Trägern umgehend zurückgedrängt wird. Vermögensenergieträger sollten vorrangig einer stofflichen Nutzung vorbehalten sein. Die heimischen Einkommensenergien müssen unter Nutzung der bestehenden Infrastrukturen und der vorhandenen Potenziale in Wissenschaft und Technik verstärkt genutzt werden.

Um diese Entwicklung zu ermöglichen, ist es förderlich, die heute üblichen, sehr eng gezogenen energetischen und wirtschaftlichen Bilanzkreise zu Gunsten volkswirtschaftlicher Betrachtungsweisen aufzulösen und die politischen Rahmenbedingungen dazu entsprechend zu gestalten. Dabei ist es unumgänglich, dass zukünftig Kosten für eine gerechte Weltordnung, bislang externalisierte Kosten der Vermögensenergien in die Betrachtungen einfließen:

Global denken – lokal handeln gilt heute mehr denn je.

2 Anmerkungen zur deutschen Energie- und Klimapolitik

Die bisherigen Aktivitäten der deutschen Politik, die Nutzung der Einkommensenergien in Deutschland voranzutreiben, sind aus der Sicht der Autoren nicht grundsätzlich zielführend in Bezug auf den oben beschriebenen notwendigen Politikansatz.

In den letzten fünfzehn Jahren ist in Deutschland eine Energie- und Umweltgesetzgebung geschaffen worden, die vorrangig auf die Interessen, Wün-

sche und Forderungen der deutschen Großindustrie und der Energiekonzerne ausgerichtet ist. Die internationale und europäische Harmonisierung der gemeinsamen, energiepolitischen Maßnahmen ist unzureichend. Die „Energie-wende“ wird hauptsächlich durch die Endkunden, also die deutsche Bevölkerung und das Gewerbe finanziert, die sowohl die direkte Förderung der „Erneuerbaren“ Energien über die EEG-Umlage auf den Strompreis als auch die Subventionierung der fossilen Energieträger über Steuergelder tragen. Die gesetzlichen Strukturen im Bereich der Energiewirtschaft sind zunehmend komplexer geworden. Sie wirken nicht marktorientiert und sind hinsichtlich ihrer langfristigen Folgen und Wirkungen häufig nicht durchdacht.

In der Folge der sich mit steigender Geschwindigkeit ändernden gesetzlichen Vorgaben gibt es für Investoren im Hinblick auf die langfristig wirkenden Investitionen im Energiesektor keine Verlässlichkeit mehr. Kommunales Eigenengagement bei der Energieversorgung wird politisch nicht wirklich gefördert. Kurzfristige politische Entscheidungsprozesse mit gegenläufigen Wirkungen führen zum Verlust der erreichten technologischen Marktführerschaft und zur Vergeudung von Steuergeldern. Die Politikansätze für die Bereiche Strom, Wärme und Mobilität sind nicht ganzheitlich und behindern sich daher mitunter gegenseitig.

In dieser Situation besteht eine Chance zur Sicherung der Nachhaltigkeit der Energieversorgung durch Wahrnehmung kommunaler Verantwortung für die Energieversorgung der Städte und Gemeinden. Zahlreiche kommunale Körperschaften haben eigene Unternehmen in Form von Stadtwerken oder Eigenbetrieben gegründet, die zentrale Aufgaben der kommunalen Daseinsvorsorge wahrnehmen.

Dazu gehört neben den allgemein anerkannten Handlungsfeldern der Wasserver- und Abwasserentsorgung in zunehmendem Maße auch die Energieversorgung, also die Versorgung der Bevölkerung mit Elektro- und Wärmeenergie. Unser tägliches Leben ist ohne sichere, preiswerte und umweltfreundliche Energieversorgung nicht mehr vorstellbar. Somit gehört nach unserer Auffassung die Energieversorgung untrennbar zur kommunalen Daseinsvorsorge. In welcher Art und Weise die kommunale Einflussnahme gestaltet wird, unterliegt vielfältigen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten und ist nicht Thema unseres Vortrages.

Zu bemerken ist jedoch, dass die Energieversorgung in der allgemeinen Diskussion häufig auf den Stromsektor reduziert wird. Mobilität und Wärme sind aber ebenso wichtige Handlungsfelder. Sie sind nach eigenen Untersuchungen gerade in ländlichen Gegenden zu gleichen Anteilen wie die Stromversorgung im Gesamtenergiebedarf der Region enthalten.

3 Die Wärmeversorgung im kommunalen Handlungsfeld

In der täglichen Arbeit von *tetra ingenieure* spielt die Wärmeversorgung eine ganz wesentliche Rolle. Sie unterliegt weit mehr als die Stromversorgung lokalen Besonderheiten, die sich im Gebäudebestand, den Eigentümerstrukturen und den kommunalen Rahmenbedingungen widerspiegeln.

Viele Kommunen, auch Kleinstädte, verfügen heute über kleinere und größere Nah- und Fernwärmenetze, die von völlig unterschiedlichen Unternehmen betrieben werden. Nah- und Fernwärmenetze, insbesondere in kleinen und mittleren Kommunen, sind aber oft nicht unumstritten. Es treten jahresbezogene Wärmeverluste auf, die abhängig von der Größe des Wärmenetzes und der Fahrweise zwischen fünf und fünfundzwanzig Prozent betragen können. Dieser Fakt unterscheidet die Wärmenetze von den direkten Objektversorgungen mittels Einzelfeuerstätten. Das Auftreten von Wärmeverlusten ist physikalisch unvermeidlich und führt bisher in der Regel zu einem erhöhten Einsatz von Vermögensenergie. Monetär sind diese Wärmeverluste dann mit dem Energiepreis zu bewerten und vom Wärmekunden zu tragen. Das kann im engeren Bilanzkreis ein entscheidender wirtschaftlicher Nachteil der zentralen Wärmeversorgung sein, der Akzeptanzprobleme beim Wärmekunden aufwirft. Weitere Kritikpunkte bestehen häufig in der üblichen langfristigen Vertragsbindung der Kunden über zehn Jahre, die aber für die Absicherung der Investitionskosten nötig ist. Durch die Errichtung eines Wärmenetzes hat der Betreiber heute in der Regel eine natürliche Monopolstellung inne, die in der zunehmend wettbewerblich orientierten Energiewirtschaft kritisch gesehen wird.

Diese Punkte liefern den Stoff für mitunter heftig geführte Diskussionen, die häufig in der Forderung münden, Wärmenetze zugunsten gebäudezentraler Erzeugeranlagen aufzulösen. Eine solche Entwicklung stellt aber die Aspekte der Zukunftssicherung und Nachhaltigkeit in Frage. Die effiziente Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung, von betrieblicher Abwärme, sogar von Stromüberschüssen aus Einkommensenergien (Power-To-Heat, P2H; vgl. auch Jeremias et al. 2014) und die Umverteilung lokaler solarthermischer Potenziale sind an das Vorhandensein von geeigneten Wärmenetzen gebunden. Die Chancen zur Nutzung dieser Energien werden dauerhaft vergeben, falls heute bestehende Wärmenetze zurückgebaut werden.

Wir empfehlen deshalb, vorhandene Wärmenetze einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Der Fokus sollte dabei jedoch auf dem Erhalt und der Optimierung der Betriebsbedingungen dieser Wärmenetze liegen. *tetra ingenieure* hat dazu eigene technisch-technologische und wirtschaftliche Un-

tersuchungen vorrangig im Rahmen KfW-geförderter Quartierskonzepte durchgeführt. Das Unternehmen hat in den letzten fünf Jahren kommunale Energieversorgungsstrategien u.a. in folgenden Kommunen entwickelt: in den Städten Prenzlau (vgl. B.B.S.M. et al. 2013b), Wittstock (vgl. B.B.S.M. et al. 2013a), Gransee (vgl. B.B.S.M./tetra 2013), Neuruppin (vgl. Becker et al. 2015a, 2015b, 2016) und Güstrow (vgl. Föniger/Jeremias 2014).

Ein Schwerpunkt dieser Untersuchungen ist die Entwicklung von technisch-technologischen Möglichkeiten zur Senkung der energetischen Wärmenetzverluste. Eine Möglichkeit ist zum Beispiel, die Wärmenetztemperaturen weitmöglichst abzusenken. Neben der Verringerung der physikalischen Netzverluste ist die Senkung der monetären Netzverluste ein wichtiger Optimierungsschritt. Die monetären Netzverluste lassen sich verringern, indem zur Deckung der verbleibenden Wärmeverluste von preisintensiven Vermögensenergien auf arbeitspreisneutrale Einkommensenergien umgestellt wird. Außerdem sind die Entwicklung und der Einsatz „Energierückspeisender Hausanschlussstationen“ und die Konzipierung und Simulation dynamischer Wärmenetze mit Strömungsumkehrung sowie die saisonale Wärmespeicherung als aktuelle Untersuchungsschwerpunkte zu nennen.

Alle diese konzeptionellen Ansätze und Maßnahmen müssen sich in unserer Gesellschaft jedoch regelmäßig dem Gebot der Wirtschaftlichkeit unterwerfen, insbesondere dann, wenn die Akteure Kommunen, wirtschaftlich orientierte Unternehmen oder/und Monopolinhaber sind. Die zentrale Wärmeversorgung muss sich am allgemeinen Wärmemarkt messen lassen können. Hier kommt in der Auseinandersetzung häufig erschwerend hinzu, dass der Wärmepreis für die Fernwärme dem Preis für einen Primärenergieträger wie Erdgas oder Heizöl gleichgesetzt wird. Die Betrachtungsweise ist aber fachlich falsch.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für Wärmeversorgungssysteme vergleichen in der Regel die Kosten für verschiedene Versorgungsalternativen. Das Ergebnis ist ganz wesentlich abhängig vom gewählten Bilanzkreis. Betrachtet der Investor nur seinen unmittelbaren Bilanzkreis, spielen folgende Faktoren eine ausschlaggebende Rolle für die Wirtschaftlichkeit der Fernwärme:

- Wärmedichte im Versorgungsgebiet,
- Investitionskosten,
- Brennstoffkosten und
- die rechtlichen Rahmenbedingungen. Dazu gehören die energiewirtschaftlichen Regelungen, die Energiesteuern und Umlagen, die Förderungen und das EEWärmeG.

Zieht man den Bilanzkreis für die Wirtschaftlichkeitsberechnung jedoch weiter, z.B. um die betrachtete Kommune, sind auch die Auswirkungen auf den Klima- und Umweltschutz, die lokalen Wirtschaftskreisläufe und z.B. den kommunalen Haushalt zu beachten. Diese Auswirkungen werden im Allgemeinen nicht berücksichtigt, sofern sie nicht genehmigungsrechtlich oder preislich (Energiesteuern) in die Kalkulation einfließen (müssen).

Für Wohngebäude bis 100 kW im Bestand (hier konkret für ein Einfamilienhaus) wurden diese Wirtschaftlichkeitsberechnungen beispielhaft für verschiedene, heute typische Heizungsvarianten nach VDI 2067 („Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“) durchgeführt. Die Wärmeherstellungskosten der unterschiedlichen Erzeugungsarten werden dabei mit den örtlich üblichen Fernwärmekosten verglichen. Es handelt sich in dieser Betrachtung um Momentaufnahmen mit aktuellen Preisstellungen. Preissteigerungen werden hier nicht berücksichtigt. Die Varianten wurden wie folgt ausgewählt:

- *Variante 1:* Die Fernwärme wird auf Basis fossiler Brennstoffe und teilweise in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt.
- *Variante 2:* Die Fernwärme wird auf Basis von Biomasse und teilweise in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt, ergänzt durch geringen Einsatz fossiler Brennstoffe in der Spitzenlast.
- *Variante 3:* Die Fernwärme wird zum überwiegenden Anteil auf der Basis von Biomasse in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt, ergänzt durch die Verwendung fossiler Brennstoffe in der Spitzenlast.

Die Fernwärme ist in den ersten beiden Fällen gegenüber allen anderen Heizungsarten mindestens konkurrenzfähig. In Variante 3 gilt das für den Fall, dass die Anforderungen des EEWärmeG zur Nutzung erneuerbarer Energien berücksichtigt werden müssen. Diese Anforderungen sind in Deutschland nur für neue Gebäude verbindlich.

Erweitert man nun den Bilanzkreis dieser theoretischen Betrachtung um die externen Kosten für fossile Brennstoffe (vgl. BFE 1994; Breitschopf 2010; Wronski et al. 2015), so zeigt sich, dass die Fernwärme in allen Fällen wettbewerbsfähig ist. Wärmenetze, die ausschließlich mit Vermögensenergien (Heizöl, Erdgas) betrieben werden, haben, auch bei Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung, bei diesem Bilanzkreisansatz keinen nennenswerten Vorteil gegenüber den dezentralen Lösungen. Das Optimum liegt hier bei einem Primärenergiefaktor zwischen 0,1 und 0,2. Der überwiegende Einsatz von Biomasse mit einer anteiligen Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplung führt wirtschaftlich zu den besten Ergebnissen (Variante 2) beim End-

kunden. Hier ist die zentrale Wärmeversorgung aus Einkommensenergien allen dezentralen Lösungen deutlich überlegen.

4 Fazit

Es sind also die politisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, die die heute üblichen Bilanzkreisgrenzen erweitern und damit die Berücksichtigung der externalisierten Kosten der Vermögensenergien in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ermöglichen. Das muss für den Energiemarkt insgesamt und gleichberechtigt durch Veränderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere der Energiepreisstrukturen, der Förderstrukturen und der steuerlichen Veranlagungen erreicht werden. Aber auch im deutschen Mietrecht sind Anpassungen zur Umsetzung innovativer Energieversorgungskonzepte angezeigt.

Weiterhin leitet sich ab, dass langfristig gesehen die Nutzung erneuerbarer und arbeitspreisneutraler Energieträger wie Sonne und Geothermie unabdingbare Voraussetzung für den Erhalt und Betrieb der Wärmenetze sind.

Die Schlussfolgerung aus der vorstehenden Erkenntnis ist, dass Wärmenetze der Zukunft, auch und insbesondere im Bestand, für die Nutzung von Einkommensenergien tauglich gemacht (vgl. Föniger/Jeremias 2014) werden müssen. Schwerpunkte dabei sind:

- Umstellung der Gebäudeheizanlagen auf Niedertemperatur mit möglichst niedriger Heizwasser-Rücklauftemperatur mit der Maximalzielstellung, Low-Ex-Wärmenetze zu betreiben. Low-Ex-Wärmenetze verwenden Niedrig-Exergie-Technologien. Dadurch lassen sich die Übertragungsverluste in den Netzen deutlich senken und insbesondere auch niederexergetische Energien, wie beispielsweise industrielle Abwärme (auch Abwärme von Klimaanlageanlagen, die wiederum mit möglichst hohen Systemtemperaturen betrieben werden sollten), für die Energieversorgung der Kommunen und Kunden nutzen. Die physikalisch-technische Komplexität dieses Herankehens hat in den letzten Jahren zu zahlreichen Forschungsansätzen und Pilotprojekten, auch in Deutschland, geführt (vgl. z.B. LowEx 2010).
- Neugliederung der Fernwärmenetze in temperaturabhängige Netzebenen unter Berücksichtigung der technisch-physikalischen Kundencharakteristiken.
- Einführung und Umsetzung von Wärmespeicherkonzepten im Fernwärmeversorgungsnetz.

- Hydraulische und regelungstechnische Optimierung des Wärmenetzbetriebes für örtlich verteilte Wärmeenergieeinspeisungen und Umkehr von Strömungsrichtungen im Fernwärmenetz.

Nachfolgende Abbildung 2 zeigt zusammenfassend eine mögliche Wärmenetzvision, die auch schon Gegenstand früherer Erörterungen war (vgl. Mertzsch/Jeremias 2015).

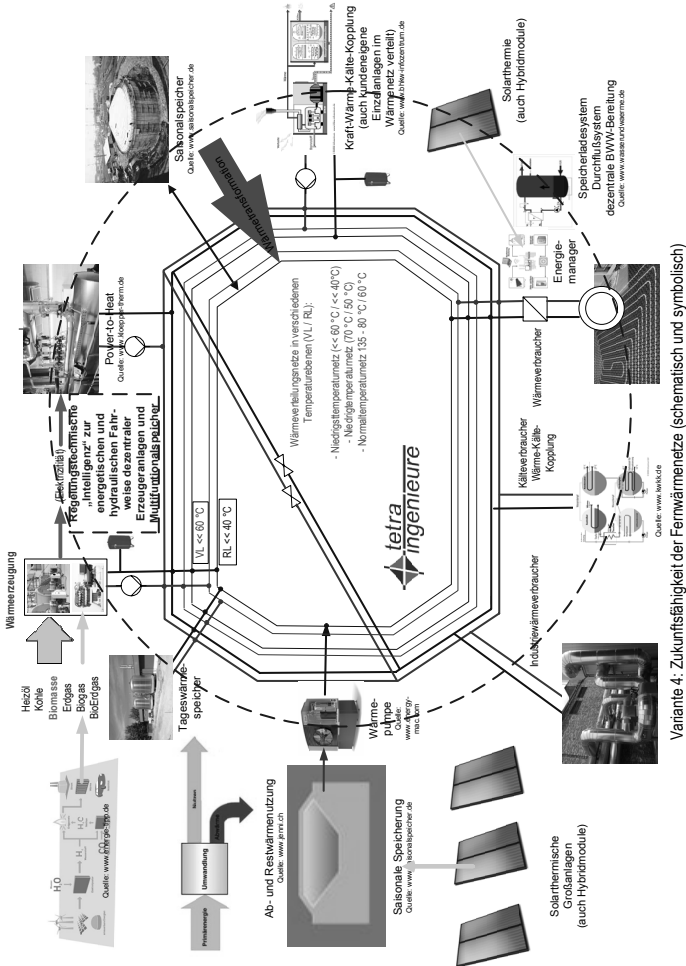
Worin bestehen nun heute Umsetzungshindernisse?

1. Die technische Anpassung der Verbraucherseite bei fernwärmeversorgten Objekten hat maßgeblichen Einfluss auf eine Konzeptumsetzung. Motivation und Bereitschaft zur Kostenübernahme beim Kunden müssen erreicht werden.
2. Umstrukturierung und Anpassung der bestehenden Fernwärmenetze ist auch für den Energieversorger kostenintensiv. Es sind erprobte, aber preiswerte Systeme erforderlich.

Die Schaffung der politischen Rahmenbedingungen und Einstellungen sowie die Umsetzung der erforderlichen technischen Konzeptionen werden augenscheinlich langwierig und aus technologischen und wirtschaftlichen Gründen nicht sofort zu erreichen sein. Aber gerade deshalb ist es auch aus der Sicht der Autoren notwendig, bereits heute mit einer schrittweisen Umsetzung zu beginnen. Die Autoren halten einen Umsetzungszeitraum von mindestens zehn Jahren für notwendig.

Grundvoraussetzung für die Einbindung von Einkommensenergien ist dabei die Senkung der Rücklauftemperaturen in den Fernwärmenetzen als vorrangige Maßnahme. Die Rücklauftemperaturen werden durch die Heizungs- und Trinkwarmwassersysteme der Verbraucher maßgeblich bestimmt. Daher stehen heute insbesondere geringinvestive Maßnahmen im Bereich der Haustechnik und der Fernwärmübergabestationen im Vordergrund der Betrachtungen.

tetra ingenieure führt derzeit diverse Messprogramme an verschiedenen FW-Hausanschlussstationstypen in realen Fernwärmenetzen durch, mit denen der Ausgangszustand ermittelt und analysiert wird, um dann Veränderungen durch Umbau- und Sanierungsmaßnahmen in der Anlagentechnik der Fernwärme-Hausanschlussstationen messtechnisch zu begründen. Weiterhin werden durch das Unternehmen bestehende und neue Nah- und Fernwärmenetze thermohydraulisch mit dem Programm sisHYD simuliert und im Sinne der hier diskutierten Zielsetzung optimiert. Technische Nutzungskonzepte für eine solare Wärmeversorgung und Abwärmenutzung befinden



Variante 4: Zukunftsfähigkeit der Fernwärmenetze (schematisch und symbolisch)
Copyright tetra ingenieure 2015

Abb. 2: Elemente eines zukunftsfähigen Fernwärmenetzes

Quelle: tetra ingenieure [2016]

sich derzeit in der Ausarbeitung, Planung und Implementierung. Späterhin sollen diese Einzel- und Detailkonzepte zum innovativen Gesamtkonzept zusammengeführt werden. Ein erster Schritt dazu ist die fachliche Mitwirkung des Ingenieurunternehmens am BMWi-Förderprojekt „Wärmedrehscheibe Stadt Hennigsdorf“ (vgl. Wärmedrehscheibe 2016).

Die aktuellen sozialen und ökologischen Herausforderungen erfordern also zwingend neue Denk- und Handlungsansätze in der kommunalen Energieversorgung. Wärmenetze werden zukünftig ein wesentlicher Faktor zur nachhaltigen kommunalen Energieversorgung sein, wenn vorrangig Einkommensenergien und Abwärme genutzt, also vorrangig arbeitspreisneutrale Energieträger eingesetzt werden. Weiterhin sind die politisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, die die heute üblichen Bilanzkreisgrenzen erweitern und damit die Berücksichtigung der externalisierten Kosten der Vermögensenergien in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ermöglichen.

Literatur

- B.B.S.M. – Brandenburgische Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung; tetra; Abel (2013a): Integrierte Quartiersentwicklung „Röbeler Vorstadt“ in Wittstock/Dosse. KfW-Abschlussbericht. Potsdam (Brandenburgische Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung mbH Potsdam)/Neuruppin (tetra ingenieure GmbH)/Wittstock (Architekturbüro Abel) Oktober
- B.B.S.M. – Brandenburgische Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung; tetra; complan (2013b): Integriertes energetisches Quartierskonzept für die Innenstadt in Prenzlau. KfW-Abschlussbericht. Potsdam (Brandenburgische Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung mbH; complan Kommunalberatung GmbH)/Neuruppin (tetra ingenieure GmbH) Oktober
- B.B.S.M. – Brandenburgische Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung; tetra (2013): KfW-Programm 432 Energetische Stadtsanierung Stadt Gransee „Oranienburger Straße und Straße des Friedens“. KfW-Abschlussbericht. Potsdam (Brandenburgische Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung mbH/Neuruppin (tetra ingenieure GmbH) November
- Becker, K.; Frinken, M.; Jeremias, E.-P. (2015a): Dokumentation Integriertes Quartierskonzept Historische Innenstadt Neuruppin im KfW-Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“. KfW-Abschlussbericht. Neuruppin (tetra ingenieure) Juni
- Becker, K.; Frinken, M.; Jeremias, E.-P. (2015b): Dokumentation Integriertes Quartierskonzept Wohngebiet I-III Neuruppin im KfW-Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“. KfW-Abschlussbericht. Neuruppin (tetra ingenieure) Juni
- Becker, K.; Frinken, M.; Jeremias, E.-P. (2016): KfW-Förderung von Kommunen und kommunalen Unternehmen zur Umsetzung der Energiewende in Deutschland. In: Klimaschutz in

- der Stadt- und Regionalplanung im Rahmen des SPECIAL-Projektes (www.spezial-eu.org). Neuruppin (tetra ingenieure GmbH)/Hamburg (Frinken Stadtplaner und Architekt, SLR), S. 133–137
- BFE – Bundesamt für Energiewirtschaft (1994): Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich. Bern (Bundesamt für Energiewirtschaft)
- Breitschopf, B. (2010): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Karlsruhe (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung)
- Föniger, E.; Jeremias, E.-P. (2014): Partnerschaftliches Energiekonzept der Barlachstadt Güstrow aus der Sicht eines Energieerzeugers. Vortrag auf der Kommunaltagung 2014 „Kommunale Energiekonzepte – Chancen für die Wohnungswirtschaft“. Güstrow
- Jeremias, E.-P.; Becker, K.; Mertzsch, N.; Samuel, D. (2014): Energetische Quartierskonzepte für die Stadtsanierung – Was kann Power-to-Heat beitragen? Fachvortrag Power-to-Heat Forum, Schwerin, 23.01. – URL: http://www.tetra-ingenieure.de/fileadmin/dateien/Vortraege/140120_PtH_Schwerin_tetra_Januar_2014.pdf
- LowEx (2010): LowEx Fernwärme – Multilevel District Heating. Dresden (Technische Universität, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Energietechnik). – URL: http://www.eneff-stadt.info/fileadmin/media/Publikationen/Dokumente/Buch_Multilevel_District_Heating_Inhalt.pdf
- Mertzsch, N.; Jeremias, E.-P. (2015): Entwicklungstendenzen in der Wärmeversorgung. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Technologiewandel in der Wissensgesellschaft – qualitative und quantitative Veränderungen –. Berlin, S. 125–132 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 122)
- Wärmedrehscheibe (2016): Erneuerbare Fernwärme 2020 – Das multifunktionale Fernwärmenetz als Wärmedrehscheibe. – URL: www.enargus.de
- Wronski, R.; Fiedler, S.; Sorge, L (2015): Gesellschaftliche Kosten der Braunkohle im Jahr 2015. Kurzstudie im Auftrag von Greenpeace e.V. Hamburg. – URL: https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/kosten-braunkohle-foes-greenpeace-20151110_0.pdf