

# Steigerung der Energieeffizienz von MVA durch wärmegetriebene Erzeugung von Kälte

Wolfgang Rommel und Bernhard Hartleitner

1.	Möglichkeiten der Effizienzsteigerung von Kraft-Wärme-Kopplung durch Wärmeabsatz für Kälteanwendungen .....	70
2.	Bereitstellung von Fernkälte bzw. Einsatz von Fernwärme zur Kälteerzeugung.....	72
3.	Einsatz- und Rahmenbedingungen .....	75
4.	Umsetzung.....	76
5.	Perspektiven.....	77
6.	Zusammenfassung .....	78
7.	Quellen .....	80

Bereits heute werden angesichts der stetig steigenden Energiepreise die Auswirkungen eines nachlassenden Angebotes an fossilen Ressourcen erkennbar. Gleichzeitig trägt der weltweit noch immer steigende Einsatz fossiler Ressourcen zu einer Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und damit einer Verschärfung der Klimaproblematik bei. Angesichts dessen gilt es neben einem sparsameren Umgang mit Energie, sämtliche Möglichkeiten einer Steigerung der Effizienz über alle Bereiche der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs auszuloten sowie möglichst zu nutzen.

Bei der Abfallverbrennung steht zwar die Beseitigung und Inertisierung des Abfalls im Vordergrund. Zugleich ist man heute aber auch bestrebt, in sogenannten Waste-to-Energy-Anlagen (WtE-Anlagen) den Heizwert des Abfalls möglichst effektiv in Nutzenergie als Dampf, Strom und Wärme umzuwandeln.

Mit der von WtE-Anlagen in Strom- und Fernwärmenetze eingespeisten Energie werden fossile Energieträger substituiert und somit CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Während die in der Vergangenheit verstärkt ausgebauten Fernwärmenetze bei Abfallverbrennungsanlagen zu einer verbesserten Energieausnutzung in der kalten Jahreszeit geführt haben, kann in der warmen Jahreszeit das Angebot an Wärme oftmals nur unzureichend genutzt werden. In den Sommermonaten nimmt der Absatz an Fernwärme deutlich ab, womit oftmals der energetische Wirkungsgrad der Anlage sinkt.

Die Nutzung von Fernwärme für die Erzeugung von Kälte eröffnet neue Absatzmöglichkeiten für thermische Energie aus WtE-Anlagen. Es können Lasttäler in den Sommermonaten aufgefüllt werden, womit eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades der Anlage einhergeht. Zugleich kann über die Bereitstellung von Sorptionskälte aus Wärme den zunehmenden Problemen von Lastspitzen im Stromnetz durch den deutlich steigenden Einsatz von Kompressions-Klimageräten entgegengewirkt werden. Die bestehenden Potenziale werden bislang allerdings noch kaum genutzt.

## 1. Möglichkeiten der Effizienzsteigerung von Kraft-Wärme-Kopplung durch Wärmeabsatz für Kälteanwendungen

Im Gegensatz zu thermischen Wärmekraftwerken, die nur auf Stromproduktion ausgelegt sind, wird bei Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) durch die gleichzeitige Abgabe von Strom und Wärme ein deutlich höherer Nutzungsgrad für die eingesetzte Energie erreicht. Optimal ausgelegte Kraftwerke können heute einen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90 % erreichen. Abfallverbrennungsanlagen erreichen aufgrund der an den Brennstoff Abfall angepassten Betriebsparameter (Dampfdruck und -temperaturen), der aufwändigen Technik für die Abgasreinigung, der nur eingeschränkt möglichen Leistungsregelung usw. niedrigere Gesamtnettowirkungsgrade.

Trotzdem können heutige MVA relativ hohe Wirkungsgrade aufweisen, so wird z.B. für die MVA Amsterdam bereits ein elektrischer Nettowirkungsgrad von 30 % angegeben gegenüber typischen Werten von 18 bis 22 % [1], die in modernen Anlagen erzielt werden. Der durchschnittliche elektrische Bruttowirkungsgrad liegt in Deutschland derzeit bei 13 % [2]. Ganz entscheidend für den Gesamtwirkungsgrad ist jedoch die gleichzeitige Nutzung von Wärme durch Kraft-Wärme-Kopplung. Durch KWK kann an anderer Stelle erheblich Brennstoff eingespart werden, wenn Abnehmer der Wärme zur Verfügung stehen, die z.B. über ein Fernwärmenetz versorgt werden.

Hier nun wirkt sich die brennstoffbedingte grundlastbezogene Fahrweise von MVA in der Regel ungünstig auf die erzielbaren Wirkungsgrade aus, da bei Abgabe von Fernwärme im Sommer der Absatz an Wärme sehr deutlich zurückgeht. Da die Abfallverbrennung die Entsorgungssicherheit für Abfälle gewährleisten muss, kann eine MVA jedoch kaum ihren Betrieb (in fossilen Kraftwerken würde man von Feuerungsleistung sprechen) an den Fernwärmeabsatz anpassen. Die erzeugte Wärme (Dampf) wird in MVA mit KWK-Betrieb zwar weiterhin verstromt, allerdings unter den aufgrund der dargestellten Rahmenbedingungen deutlich niedrigeren elektrischen Netto-Wirkungsgraden. Die Effizienz der Verstromung nimmt dabei bei KWK-betriebenen Anlagen umso mehr ab, je mehr diese auf die Auskopplung von Fernwärme hin optimiert wurden. Es fallen bei niedriger Netzauslastung im Sommer große Mengen an Wärme an, die an die Umgebung abgegeben werden müssen.

Für eine Effizienzsteigerung von MVA mit KWK-Betrieb gilt es deshalb eine möglichst hohe Auslastung der Wärmeabgabe zu erzielen, was insbesondere bei Fernwärmenetzen mit starken saisonalen Bedarfsschwankungen eine Herausforderung darstellt. Die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) kann hier zu einer besseren Netzauslastung und damit zum Gesamtwirkungsgrad beitragen, indem für die Bereitstellung von Kälte zusätzliche Wärme als Nutzenergie eingesetzt wird. Dabei gibt es zwei grundlegende Varianten der KWKK: einmal kann die Wärme an der MVA direkt für die Erzeugung von Kälte genutzt werden und die Kälte zu den Verbrauchern transportiert werden, was jedoch ein eigenes Leitungsnetz erfordert und eine hohe Anschlussdichte von Kälteabnehmern voraussetzt. Dies ist nur sehr selten und dann vornehmlich in Großstädten der Fall, wobei gleichzeitig sehr genau auf die Wirtschaftlichkeit eines solchen Netzes zu achten ist.

Die zweite häufiger anzutreffende Variante nutzt das vorhandene Leitungsnetz des Fernwärmenetzes, um die für den Betrieb der Kältemaschine erforderliche Wärme zum Kälteabnehmer zu transportieren. Dadurch, dass auf eine bestehende und im Betrieb befindliche Infrastruktur zurückgegriffen wird, ist die Realisierung der Kälteerzeugung direkt beim Abnehmer weniger von äußeren Faktoren abhängig.

Die bereits Mitte des 19. Jahrhunderts realisierte Sorptionstechnik macht es möglich, aus Wärme Kälte zu erzeugen. Absorptionskältemaschinen (AbKM) sind seit langem im industriellen Einsatz bekannt, vor allem die mit Gas befeuerten AbKM haben eine breite Anwendung gefunden. In den USA und Japan erreichen mit Gas befeuerte AbKM große Marktanteile. Diese nutzen im Sommer freie Kapazitäten des Gasnetzes und reduzieren so die Spitzenlasten des Stromnetzes. Mit dem hohen Temperaturniveau der Gasfeuerung sind Kälteleistungen bis zum 1,2-fachen der eingesetzten Wärmeleistung erreichbar [3].

Bei den herkömmlichen Anwendungen von AbKM bewegen sich die Temperaturen des Antriebsmediums in einem Bereich, der zumeist über den Temperaturen von Heißwassernetzen im Sommer oder anderen günstigen Wärmequellen liegt. Deshalb wuchs in den letzten Jahren das Interesse an wärmegetriebenen Kühl- und Entfeuchtungsverfahren, die Wärme auf einem niedrigerem Temperaturniveau wie z.B. Fernwärme, Abwärme, usw. für die Klimatisierung nutzen. Die technologischen Entwicklungen bei AbKM haben nun in den letzten Jahren neue Techniken hervorgebracht, die einen Betrieb auch bei niedrigeren Antriebstemperaturen ermöglichen. Im Rahmen von Pilotvorhaben und Demonstrationsprojekten wurden etliche Anlagen realisiert. Zum Einsatz kamen sowohl geschlossene Systeme wie Ad- und Absorptionskältemaschinen als auch offene Kühl- und Entfeuchtungsverfahren wie die sorptionsgestützte Klimatisierung [3].

Die aktuellen Hoffnungen zur Steigerung des Fernwärmeabsatzes durch die Erzeugung von Fernkälte können auch als Reaktion auf die kontinuierlich steigende Nachfrage gedeutet werden. Der stetig steigende Kühlbedarf ist z.B. auf steigende Komfortbedürfnisse, gestalterische Aspekte wie z.B. vollflächige Glasfassaden an Gebäuden oder zunehmende Wärmelasten z.B. durch EDV-Technik bedingt.

Die Erzeugung von Kälte oder eine Klimatisierung durch den Einsatz von Wärme aus MVA stellt deshalb aus heutiger Sicht einen der zentralen Ansatzpunkte zur Erhöhung des Wärmeabsatzes im Sommer und damit der Steigerung der Energieeffizienz dar.

## **2. Bereitstellung von Fernkälte bzw. Einsatz von Fernwärme zur Kälteerzeugung**

Vorreiter in Sachen Fernkälte sind die Städte Paris, Amsterdam, Barcelona sowie die skandinavischen Metropolen Oslo, Helsinki und Stockholm. Dort wird zum Teil bereits seit Anfang der achtziger Jahre auf diesem Gebiet geforscht und realisiert. Den Hintergrund bildete der hohe Strombedarf an Sommernachmittagen, der durch Klimaanlage verursacht wurde. Zugleich bestand bei den Kraftwerken keine Wärmeabnahme und bei hohen Außentemperaturen oder niedrigem Wasserstand von Flüssen musste die Leistung gedrosselt werden. Daraus entstand der Ansatz, mit der Erzeugung von Kälte aus Wärme durch Sorptionstechnik beiden Problematiken gleichzeitig zu begegnen. Die Kälte wird dabei entweder zentral am Kraftwerk aus Wärme erzeugt und in Kaltwassernetzen verteilt oder bei Nutzung der vorhandenen Fernwärmenetze dezentral beim Verbraucher erzeugt.

Nur in selteneren Fällen liegen entsprechend hohe Bedarfsdichten an Kälteleistung an, die den Bau eines eigenen Kältenetzes wirtschaftlich realisierbar erscheinen lassen. Deshalb wird es zum weitaus überwiegenden Teil effektiver sein, mit einer Absorptionskältemaschine dezentral Kälte zu erzeugen und die bestehenden und im Ausbau befindlichen Fernwärmeleitungsnetze zu nutzen. Bei dieser Lösung sind der höhere Platzbedarf einer Absorptionskältemaschine und deren aufwändigere Rückkühleinheit im Vergleich zu einer konventionellen Kompressionskälteanlage zu berücksichtigen. Es muss somit genau untersucht werden, welche technische Lösungsmöglichkeit sich in der Gesamtbetrachtung besser darstellt. Derartige Installationen sind bereits an mehreren Standorten mit sehr positiven Betriebserfahrungen realisiert.

Können mehrere dicht beieinander liegende größere Verbraucher versorgt werden, bietet es sich an, Kälte zentral zu erzeugen und mit einem lokal begrenzten Leitungsnetz (Nahkälte mit bis zu mehreren hundert Metern Leitungswegen) zu verteilen. Dies hat zum einen den Vorteil, dass für den Verbraucher die Wartung und Bedienung der Kältemaschine und der notwendigen Peripheriegeräte abgenommen wird. So entfallen beispielsweise die Betriebs- und Wartungskosten für Kühltürme. Neben dem Raumgewinn durch das Wegfallen von Kältemaschine und Rückkühleinheiten ist der ästhetische Gewinn beispielsweise in Paris ein gewichtiges Argument für die Fernkälte, da zum Erhalt des Stadtbildes Dachaufbauten kaum Chance auf Genehmigung haben [4]. Darüber hinaus steigt mit der Größe der Kältemaschine deren Effektivität. Ebenfalls können Speicher zum Ausgleich von Lastschwankungen integriert und somit die Effizienz des Gesamtsystems gesteigert werden. Kältenetze mit einer größeren Zahl an Abnehmern bieten den Vorteil, dass eine Vergleichmäßigung der Lastspitzen eintritt. Es können hier Gleichzeitigkeitsfaktoren von etwa 0,8 angesetzt werden.

Den Vorteilen einer effizienten Erzeugung von Kälte stehen die Kosten für den Bau und Unterhalt von Kaltwasserleitungen gegenüber. Die Kosten für den Bau von Kaltwasserleitungssystemen hängen vor allem von der bisherigen Überbauung der Leitungstrasse und dem Leitungsquerschnitt ab. In Anlehnung an die spezifischen Baukosten von Nahwärmeleitungstrassen können für Leitungsquerschnitte im Bereich von 50 bis 200 mm Nennweite Baukosten von 600 bis 2.300 EUR/m veranschlagt werden. Man kann davon ausgehen, dass die Baukosten für Fernkälteleitungen tendenziell günstiger liegen, da durch die geringeren Temperaturunterschiede zur Umgebung bauliche Maßnahmen zur Wärmedehnung und Isolation in geringerem Maße notwendig sind.

Aufgrund der hohen Investitionskosten für ein Leitungsnetz ist es für die Wirtschaftlichkeit von großer Bedeutung eine möglichst hohe Auslastung zu erzielen. Da bei der Klimatisierung von Gebäuden nur eine saisonale Auslastung mit überschlägig 300 Jahresbetriebsstunden erfolgt, ist ein wirtschaftlicher Betrieb in der Regel nur dann möglich, wenn Abnehmer mit ganzjährigem Kältebedarf, beispielsweise für Prozesskälte, angeschlossen werden können.

Mittels mobiler Kältespeicher ist ein nicht leitungsgebundener Kälte-transport realisierbar. Zeolithspeicher ermöglichen aufgrund der großen Speicherdichte einen mobilen Transport von Kälte. In jüngerer Zeit werden in verschiedenen Vorhaben auch die Möglichkeiten des Kälte-transportes mit Eis- oder Eisbreispeichern (Ice-Slurry) untersucht. Der mobile Kälte-transport stellt ebenso wie der mobile Wärmetransport noch keine am Markt etablierte Technik dar, über den Pilotbetrieb hinaus findet noch keine großtechnische Anwendung statt.

### 3. Einsatz- und Rahmenbedingungen

In der Regel können Anlagen zur Erzeugung von Kälte, die mittels Fernwärme angetrieben werden, nur unter günstigen Rahmenbedingungen mit konventionellen Anlagen konkurrieren. Der früher gegebene wirtschaftliche Vorteil der konventionellen Kompressionskälte ist aber in den letzten Jahren aufgrund deutlicher Strompreissteigerungen stark gesunken. Insbesondere bei hohen Auslastungsgraden sind Sorptionsanlagen heute auch wirtschaftlich konkurrenzfähig.

Der Einsatz von thermisch angetriebenen Kältemaschinen ist bei Antriebstemperaturen über 120 °C seit langem Stand der Technik. Der Betrieb von Absorptionskältemaschinen mit Heißwasser unter 120 °C aus Fernwärmenetzen erfordert für den wirtschaftlichen Betrieb eine angepasste Technologie, die bei diesen Temperaturen noch ausreichend hohe Wirkungsgrade aufweist. Temperaturen von 90 °C oder weniger, wie sie im Vorlauf von Fernwärmenetzen im Sommer oft anzutreffen sind, sind für den Antrieb von AbKM kritisch.

Die Realisierung von direkten Kältenetzen ist wie bei Fernwärmenetzen davon abhängig, ob eine ausreichend hohe Anschluss- und Leistungsdichte vorliegt. Eine entsprechend hohe Bedarfsdichte für Fernkältenetze konnte in Bayern nicht ermittelt werden.



Bild 1:

LiBr-AbKM – Absorption Chiller; Single Effect; 600 kW Kälteleistung –

Für räumlich eng begrenzte Nahkältenetze besteht hingegen durchaus Potenzial. Nahkältenetze werden bereits jetzt realisiert, allerdings basieren diese bislang nahezu ausschließlich auf Erzeugung von Kälte durch Kompressionskältemaschinen. Durch die technische Weiterentwicklung von wärmegetriebenen Kältemaschinen werden sich zukünftig günstigere Bedingungen für deren Einsatz in dezentralen Anwendungen oder Nahkältenetzen ergeben, bei denen die Kälte mittels Fernwärme aus der MVA erzeugt wird.

## 4. Umsetzung

Großen Einfluss auf die Umsetzbarkeit eines höheren Wärmeabsatzes der MVA hat die Organisationsstruktur zwischen Wärmeerzeuger und Endkunde. Wird das Wärmenetz vom Zweckverband oder dem Betreiber der MVA betrieben, liegt die Vermarktung der Wärme und die Akquise für den Wärmeabsatz zur Kälteerzeugung in deren Handlungsbereich.

Ideal ist es, wenn bei den Betreibern der MVA oder des Wärmenetzes Expertise bzgl. der wärmegetriebenen Kälteerzeugung vorhanden ist, welche dem Kunden bereitgestellt wird. Eine neutrale Beratung bei der Konzeptfindung und Planung mit gezieltem Know-how stellt für die Verbreitung von fernwärmegebundener Klima- und Kühllkälte einen stark förderlichen Faktor dar.

Hemmend auf den Ausbau der wärmegetriebenen Kälteerzeugung wirkt sich die Diskrepanz zwischen den Interessen von Betreibern der Fernwärmenetze und der MVA aus. Vielerorts sind die Betreiber des Fernwärmenetzes zugleich Anbieter von Strom und Erdgas, was zur internen Konkurrenz der Fernwärme mit diesen Energieträgern führt.

Hat die MVA oder der Zweckverband Einfluss auf den Absatz der Fernwärme, können auch finanzielle Instrumente genutzt werden, um Fernwärme in Schwachlastzeiten für die Kälteerzeugung attraktiv zu machen. In deutlich stärkerem Umfang gilt es trotz unterschiedlicher Interessen von Betreibern von Fernwärmenetzen und der MVA als Wärmeanbieter miteinander zu kooperieren und an einer gezielten Akquise für den Absatz von Wärme für Kälte zu arbeiten.

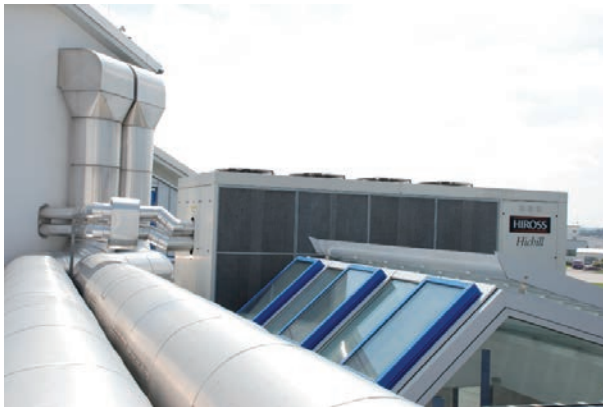


Bild 2:

Konventionelle Kompressionskälteanlage (Dachinstallation)

## 5. Perspektiven

Die technische Weiterentwicklung und Optimierung von warmwassergetriebenen Kältemaschinen (Ab- und Adsorptionskältemaschinen) sowie DEC-Anlagen (Desiccative and Evaporative Cooling) wird maßgeblichen Einfluss auf die weitere Verbreitung dieser Technik in Fernwärmenetzen nehmen. Entscheidend sind die Senkung der Betriebsparameter bei der Antriebstemperatur (zur Nutzung niedriger Vorlauftemperaturen), eine möglichst hohe Temperaturspreizung und eine weitere Verbesserung der Wirkungsgrade. Insbesondere sollte die Entwicklung und Anwendung optimierter Kälteaggregate vorangetrieben und deren Etablierung am Markt unterstützt werden. Für den Ausbau der Kälteerzeugung an Fernwärmenetzen sind praktische Beispiele erfolgreicher Anwendungen von thermisch angetriebenen Kältemaschinen in Fernwärmenetzen erforderlich. Durch Referenzanlagen werden potenzielle Anwender von der Zuverlässigkeit und den Vorteilen dieser Technik überzeugt. Dabei muss gezeigt werden, dass bislang vorgetragene Bedenken oft irrelevant sind (z.B. dass die Wartung aufwändig und technisch sehr anspruchsvoll sei, dass der Betrieb eigene Fachexpertise erfordere usw.).

Die Umsetzung könnte deutlich unterstützt werden, indem beim Wärmelieferanten (also z.B. der MVA oder den Stadtwerken) potenzielle Kunden hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitsfaktoren und möglicher technischer Ausführungsformen beraten werden. Verbundlösungen oder ein modernes Management der Lastregelung in Abstimmung mit dem Fernwärmenetz (Smart-Control) bieten Möglichkeiten, den Betrieb wirtschaftlich deutlich zu optimieren. Auch durch alternative Formen der Kältebereitstellung bzw. des Vertragsverhältnisses (z.B. Kältebereitstellung als Dienstleistung – *Kältecontracting*) lassen sich weitere Potenziale erschließen.

Der Einsatz von thermisch angetriebenen Kältemaschinen zur Kühlung und Erzeugung von Kälte bei Antriebstemperaturen über 120 °C ist seit langem Stand der Technik und kommt in der Industrie vor allem dort zum Einsatz, wo Dampfnetze zur Verfügung stehen. Es existiert eine Reihe von Beispielen, bei denen Sorptionskältemaschinen für die Klimatisierung von Hotels, Krankenhäusern, Verwaltungsgebäuden oder auch Industriegebäuden zur Anwendung kommen. Auch in Bayern sind einzelne Anlagen erfolgreich in Betrieb.

Tabelle 1: Beispielhafte Aufstellung von Rahmenbedingungen, bei denen eine wirtschaftliche Parität von Kompressionskälte und Sorptionskälte gegeben ist

	Vergleich von AbKM und KoKM		
	Einheit	AbKM	KoKM
Leistung	MW	1	1
Volllaststunden	h	500	500
Kälte	MWh	500	500
Investition	EUR	175.000	115.000
Annuität 5 %, 15 a	EUR/a	16.860	11.079
COP (Coefficient of Performance)		0,8	3,5
<b>Antriebsenergie</b>		<b>Wärme</b>	<b>Strom</b>
Anschlussleistung	MW	1,25	0,32
bezogene Energie	MWh	625	160
Leistungspreis	EUR/a		15.000
Arbeitspreis	EUR/MWh	30	70
Energiekosten Antr. ges.	EUR/a	18.750	26.200
<b>Hilfsenergie AbKM</b>		<b>Strom</b>	
Anschlussleistung	MW	0,045	
bezogene Energie	MWh	23	
Grundpreis	EUR/a	70	
Arbeitspreis	EUR/MWh	70	
Energiekosten Hilfs. ges.	EUR/a	1.645	0
<b>Gestehungspreis Kälte</b>	EUR/MWh	75	75

In der Regel können Anlagen zur Erzeugung von Kälte, die mittels Fernwärme angetrieben werden, nur unter günstigen Rahmenbedingungen mit konventionellen Anlagen konkurrieren. Da es vorrangiges Ziel des Kälteanwenders ist, eine preiswerte und sichere Lösung für seine Kälteversorgung zu realisieren, die sich technisch und wirtschaftlich problemlos in die unternehmerischen Prozesse einfügt, werden bislang auch bei bestehendem Anschluss an ein Fernwärmenetz überwiegend Kompressionskälteanlagen eingesetzt.

Der früher dominierende wirtschaftliche Vorteil der konventionellen Kompressionskälte ist jedoch in den letzten Jahren aufgrund deutlicher Strompreissteigerungen deutlich gesunken und wird bei weiteren Strompreissteigerungen seinen Vorsprung verlieren. Auch der in 2009 festzustellende gegenläufige Trend wird diese Entwicklung nur temporär unterbrechen.

## 6. Zusammenfassung

Die Nutzung von Fernwärme für die Erzeugung von Kälte eröffnet neue Absatzmöglichkeiten für thermische Energie aus MVA. Mit der Fernwärme-Kälte können Lasttäler von Fernwärmenetzen aufgefüllt werden. Damit einher geht eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades der MVA, wenn insbesondere durch eine höhere Wärmeabgabe im Sommer der Jahreswirkungsgrad gesteigert werden kann.



Elf der fünfzehn bayerischen MVA sind an Fernwärmenetze angeschlossen und sind direkter oder indirekter Wärmelieferant. Bei einem Drittel aller Anlagen besteht ein hohes Potenzial zum kurzfristigen Ausbau der Fernkälte. In der Regel werden dort bereits Projekte geprüft und umgesetzt. Bei einem weiteren Drittel bestehen mittelfristig größere Potenziale. Bisher werden in Bayern über Fernwärmenetze bereits Absorptionskältemaschinen mit einer Gesamtleistung von knapp 15 MWh versorgt. Allerdings ist ein Teil davon in Dampfnetze eingebunden, welche rückgebaut werden oder auf Heißwasserbetrieb umgestellt werden sollen. Der in Bayern kurzfristig realisierbare zusätzliche Wärmeabsatz aus Fernwärmenetzen zur Kälteerzeugung dürfte bei rund 10 MW Gesamtleistung liegen. Mittel- und längerfristig sind deutlich höhere Potenziale vorhanden, diese liegen bei 35 MW und bei entsprechenden Rahmenbedingungen (verbesserte Technik, höhere Kosten für elektrische Energie usw.) wesentlich höher.

Die Realisation von Kältenetzen, bei denen Kälte zentral am Kraftwerk erzeugt und über eigene Kälteleitungen verteilt wird, ist wie bei Fernwärmenetzen davon abhängig, ob eine ausreichend hohe Anschluss- und Leistungsdichte vorliegt. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie an den bayerischen MVA konnte im Umfeld der MVA's keine entsprechende Bedarfsdichte ermittelt werden, die den Betrieb von eigenen umfänglicheren Netzen zur Verteilung von Kälte rechtfertigen. Dennoch besteht ein Potenzial für räumlich eng begrenzte Nahkältenetze, wenn z.B. eine lokal hohe Dichte an Unternehmen oder Gebäuden mit hohem Kühlbedarf vorliegt. Solche Nahkältenetze werden bereits jetzt realisiert, allerdings basieren diese auf Erzeugung von Kälte durch Kompressionskältemaschinen. Die technische Weiterentwicklung und Optimierung von warmwassergetriebenen Kältemaschinen (Ab- und Adsorptionskältemaschinen sowie DEC-Anlagen) wird deshalb maßgeblichen Einfluss auf die weitere Verbreitung dieser Technik in Fernwärmenetzen nehmen. Entscheidend bei der Optimierung sind die Senkung der Betriebsparameter bei der Vorlauftemperatur, eine möglichst hohe Temperaturspreizung und eine weitere Optimierung der Wirkungsgrade. Von enormer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das Aufzeigen der Potenziale der Technologie in prototypischen Anwendungen in technischen und wirtschaftlichen Grenzbereichen. Deshalb sollte gezielt am Einsatz von hocheffizienten Techniken gearbeitet werden. Mit Referenzanlagen sollten potenzielle Anwender von der Zuverlässigkeit und den wirtschaftlichen Potenzialen dieser Technik überzeugt werden. Verbundlösungen oder ein modernes Management der Lastregelung in Abstimmung mit dem Fernwärmenetz (Smart-Control) bieten Möglichkeiten, den Betrieb weiter wirtschaftlich zu optimieren.

*Welche Potenziale zur Nutzung von Wärme (Fernwärme) aus Abfallverbrennungsanlagen (MVA) für die Erzeugung von Kälte bestehen, wurde vom bifa Umweltinstitut im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit untersucht. Eine Darstellung der technischen und wirtschaftlichen Aspekte sowie der Ergebnisse für die Umsetzungspotenziale finden sich in [5].*

## 7. Quellen

- [1] Wandschneider J.: Optimierungsmaßnahmen zur Steigerung des Wirkungsgrades (Beispiel AVI-Amsterdam und HR-AVD). 12. Fachtagung thermische Abfallbehandlung, März 2007. Faulstich, M.; Urban, A. I.; Bilitewski, B. (Hrsg.): Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik, Universität Kassel
- [2] Umweltbundesamt: Energie aus Abfall. Ein bedeutender Beitrag zum Klimaschutz. Nutzung der Potenziale in Deutschland und Europa. Dokumentation des Workshops vom 6./7. November 2006
- [3] BINE: Klimatisieren mit Sonne und Wärme. Erprobte Verfahren zur Kältegewinnung aus Wärme. In: FIZ Karlsruhe GmbH (Hrsg.): Themeninfo I/2004, BINE Informationsdienst
- [4] Schmid, W.: Fernkältenetz Paris findet immer mehr Zuspruch. In: Refripro – Das wichtigste aus Kälte und Klima. Internetartikel, 2008, Netzzugriff vom 20.10.2009
- [5] bifa Umweltinstitut: bifa-text Nr. 43: Steigerung der Energieeffizienz bayerischer MVA durch Fernkältenutzung: Machbarkeitsstudie über alle bayerischen MVA. 2009, 61 Seiten

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Energie aus Abfall** – Band 8

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011

ISBN 978-3-935317-60-3

ISBN 978-3-935317-60-3 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2011

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dipl.-Ing. Ernst Thomé, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc. und Dr.-Ing. Stephanie Thiel

Erfassung und Layout: Janin Burbott, Dipl.-Kffr. Elke Czaplewski, Petra Dittmann,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.