Verzahnung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz im Marktanreizprogramm

Angelika Paar, Dr. Martin Pehnt, Philipp Otter
ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
Wilckensstraße 3, 69120 Heidelberg
Tel: 06221 / 4767-0 E-Mail: martin.pehnt@ifeu.de

Dr. Manfred Fischedick, Dietmar Schüwer
Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie
Döppersberg 19, 42103 Wuppertal
Tel: 0202 / 2492-0 E-Mail: manfred.fischedick@wupperinst.org

Projektleitung: Dr. Martin Pehnt

Heidelberg, Wuppertal, Januar 2008

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis....2
1.1 Stand....3
1.2 Verzahnung von erneuerbaren Energien (EE) und Energieeffizienz (EF) im MAP 2008....4
1.2.1 Besonders effiziente Heizkreis- und Kollektorkreispumpen....4
1.2.2 Umrüstung von Heizungsanlagen....6
1.2.3 Effizienzbonus....7
1.2.4 Erneuerbare Nahwärme und Förderung von Nahwärmenetzen und Hausübergabestation....8
1.2.5 Mindestanforderungen an Gasnetzeinspeisung von Biogas....9
1.3 Perspektivische Fortentwicklung des MAP....9
1.3.1 Mikro-KWK....12
1.3.2 Wärmerückgewinnung....13
1.3.3 Versorgung von Niedrigstenergie- und Passivhäusern mit EE-Wärme....17
1.3.4 Substitution von elektrischer Energie in Haushaltsgeräten durch erneuerbare Wärme....18
1.3.5 Innovative Kühlungssysteme....18
1.3.6 Weitere Effizienztechnologien....22
1.4 Literatur....23

Im Rahmen des Projektes „Energiebalance – Optimale Systemlösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz“, Arbeitspaket 4, werden unterschiedliche Politikinstrumente hinsichtlich der Verzahnung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz untersucht. Dieses Kapitel untersucht die Möglichkeiten und Schnittstellen von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz innerhalb des Marktanreizprogramms. Die Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten, insbesondere dem EE-Wärmegesetz, der EnEV und den verschiedenen Förderprogrammen, werden an anderer Stelle des Berichtes untersucht.

Dieses Kapitel beschreibt nicht nur den Stand (Kapitel) und die kurzfristigen, zu einem großen Teil bereits in der MAP 2008-Richtlinie umgesetzten Empfehlungen (Kapitel), sondern auch einen Ausblick hinsichtlich der mittelfristigen Perspektive des MAP (Kapitel).

1.1 Stand

Hauptziel des Marktanreizprogramms ist es, in Anbetracht begrenzter Verfügbarkeit fossiler Energieressourcen und des Umwelt- und Klimaschutzes den Deckungsanteil der erneuerbaren Energien speziell im Bereich der Wärmeversorgung im Energiemarkt zu erhöhen (MAP 2007).

Wirkmechanismus ist die gezielte Förderung von Technologien der erneuerbaren Energien durch Investitionsanreize, um so eine nötige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit zu erzielen und Vermarktungsmöglichkeiten gegenüber etablierten Technologien in Zukunft zu sichern. Varianten der Förderungen sind direkte Investitionszuschüsse, die i.d.R. bei kleinen Anlagen gewährt werden, oder Zuschüsse zur vorzeitigen teilweisen Tilgung von langfristigen zinsgünstigen Darlehen bei größeren Anlagen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, im Rahmen eines „Innovationsbonus“ verstärkt finanzielle Unterstützung für besonders innovative Verfahren zu erhalten, um Anreize für deren Marktentwicklung zu schaffen. Seit der MAP Richtlinie vom 5.12.2007 kann außerdem durch einen Effizienzbonus eine stärkere Verzahnung von erneuerbaren Energien und Maßnahmen der Energieeffizienz erreicht werden.

Im Entwurf des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes ist das MAP auch gesetzlich verankert. Das Budget des MAP wurde für das Jahr 2008 auf 350 Millionen Euro aufgestockt. Quantitative Zielsetzungen wie z.B. das „100.000-Dächer-Programm“ existieren für das MAP nicht, weshalb die Zuwendungen so lange ausgezahlt werden, bis die Mittel des jeweiligen Finanzjahres erschöpft sind (eine Förderung im Folgejahr kann in Betracht gezogen werden). Die Mittel hierfür werden aus den Erlösen von Emissionszertifikaten gedeckt. Ab 2009 werden bis zu 500 Millionen Euro bereitgestellt (BMU 2007).

Die Förderung zielt auf den Einsatz entsprechender Technologien durch den Endverbraucher wie Privatpersonen, kleine gewerbliche Unternehmen und gemeinnützige Investoren ab, wovon i.d.R. auch vorgeschaltete Akteure wie Handwerker, Planer, Händler und Hersteller profitieren. Förderberechtigt sind daneben auch mehrheitlich kommunale Unternehmen, Kommunen, gemeinnützige Investoren und Großunternehmen bei besonderer Förderwürdigkeit.

Zuwendungen werden im Auftrag des BMU vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) nach Einreichung eines Antrages gewährt und Darlehenszuschüsse über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt. Ob der Antrag vor oder nach Baubeginn bewilligt werden muss, um eine Förderung zu erhalten, ist vom jeweiligen Vorhaben abhängig. Einen Rechtsanspruch auf die Zuwendung gibt es jedoch nicht.

Förderfähig sind die Errichtung und Erweiterung von:

- Solarkollektoranlagen,
- Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung,
- effiziente Wärmepumpen,
- Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie für die thermische Nutzung und zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung (KWK),
- Nahwärmenetze und
- besonders innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien.

Die Förderfähigkeit und Fördersätze sind an im MAP beschriebene Bedingungen geknüpft.

Das MAP wird in Anbetracht technologischer Entwicklung, Umweltstandards und Richtlinien ständig überprüft und evaluiert (siehe hierzu ZSW 2006; DLR 2007) und jährlich, bzw. bei dringendem Novellierungsbedarf auch zu andern Zeitpunkten, wie zuletzt im Oktober und im Dezember 2007 geschehen, an die gegebene Marktsituation angepasst.

1.2 Verzahnung von erneuerbaren Energien (EE) und Energieeffizienz (EF) im MAP 2008

Durch festgelegte technische Vorgaben waren bereits im bisherigen MAP Mindestanforderungen an EE-Anlagen gestellt und somit eine Verzahnung zwischen EE und EF erreicht. Eine solche Kopplung findet im übrigen auch automatisch statt, wenn z.B. ein hoher Dämmstandard die Effizienz von Solaranlagen und Wärmepumpen durch geringe Vorlauftemperaturen erhöht. Dieser Effekt wird durch die Einführung des Effizienzbonus (MAP-Richtlinie vom 5.12.07) konkret genutzt und mit einem höheren Förderbeitrag für EE-Anlagen in besser gedämmten Gebäuden unterstützt.

Zudem wurden konkrete Bonusförderungen integriert, wodurch die Kombination von EE-Anlagen mit effizienten Peripheriegeräten gefördert werden soll. In diesem Förderbereich werden beispielsweise hocheffiziente Umwälz- und Kollektorkreispumpen sowie Abgaskondensationsanlagen bei Biomassekesseln gefördert.

Mit der Einführung dieser Effizienz-Boni sowie weiterer neuer Fördertatbestände in der MAP-Richtlinie vom 5.12.2007 sind somit auch explizite Verbindungen zwischen EE und EF enthalten, die z. T. im Rahmen des Projektes Energiebalance entstanden sind.

Dieses Kapitel dokumentiert und begründet diese Vorschläge, während Kapitel einen Blick auf eine mögliche perspektivische Fortentwicklung leistet.

1.2.1 Besonders effiziente Heizkreis- und Kollektorkreispumpen

In einem Heizungs- bzw. Kollektorssystem werden notwendige Pumpen vom Endverbraucher in der Regel nicht bewusst als Bestandteil der Heizung / der Solaranlage wahrgenommen. Zudem wird in den Angeboten des Installateurs im Wettbewerb um das günstigste Gesamtsystem noch zu oft auf preiswerte, ineffiziente Pumpen zurückgegriffen. Umwälz- und Kollektorkeispumpen sind in der Gesamtenergiebilanz eines Heiz- bzw. Kollektorkreises jedoch ein wichtiger Bestandteil mit hohem Einsparpotenzial und geringen Amortisationszeiten. Trotzdem bestehen verschiedene Hemmnisse, die einen breiten Einsatz dieser hocheffizienten Pumpen verhindern.

Heizkreispumpen

In deutschen Haushalten laufen ca. 13,65 Millionen Heizungs- und 6,1 Millionen Warmwasserzirkulationspumpen, welche bisher technisch bedingt nur 10 – 15 % der ihnen zugeführten Leistung (60-90 W bei einer Heizungs-, und 40-60 W bei einer Zirkulationspumpe) in Pumpleistung umsetzen konnten (Wohlauf et al. 2005). Zudem sind diese im Mittel deutlich überdimensioniert (Angstzuschläge) und laufen häufig mit voller Leistung, selbst wenn der Heizbetrieb abgesenkt bzw. unterbrochen ist. Durch solche ungeregelten Pumpen können, bei einem jährlichen Verbrauch von rd. 500 – 800 kWh, Stromkosten in Höhe von 100 – 150 € (3 Personen Haushalt) entstehen, welche sich bei einer vorgesehenen Laufzeit von 20 Jahren entsprechend summieren (test 2007).

Seit einigen Jahren bieten Pumpenhersteller (z.B. Wilo, Grundfos und Biral) jedoch auch besonders effiziente geregelte Umwälzpumpen mit Permanentmagnet-Technologie an. Diese fördern mit nur 30 % der sonst üblichen Leistungsaufnahme die gleiche Menge Wasser. Zudem regeln sie bei Bedarf ihre Leistungsaufnahme auf bis zu rd. 6 Watt (Wilo Stratos ECO) herunter, wodurch sie im Jahr 80 % weniger Energie (also nur noch 60 –150 kWh/a) verbrauchen und die Stromkosten in einem 3 Personen Haushalt auf 11 – 29 €/a sinken (test 2007). Die Mehrkosten, im Vergleich zu einer bisher handelsüblichen ungeregelten Standardpumpe, belaufen sich auf rd. 200 €, amortisieren sich jedoch innerhalb weniger Jahre. Zusätzlich zu diesen Mehrkosten ist ein sorgfältiger hydraulischer Abgleich notwendig, um die volle Funktionsfähigkeit des Systems zu gewährleisten.

Selbst der Austausch neuerer geregelter Pumpen ist ökonomisch und ökologisch sinnvoll. Deutschlandweit lassen sich so 3 bis 4 TWh_{el} im Jahr einsparen. Zusätzlich kann durch die verbesserte Regelbarkeit des Heizsystems und einen durchgeführten hydraulischen Abgleich der Wärmebedarf auf 85-90 % des ursprünglichen Wertes reduziert werden.

Kollektorkreispumpe

Ähnlich wie bei den Heizkreispumpen sind Kollektorkreispumpen in der Regel ebenfalls überdimensioniert. Dies ist besonders dann der Fall, wenn reguläre Umwälzpumpen eingesetzt werden, welche für Volumenströme von 1 bis 4 m^3/h ausgelegt sind, Solaranlagen jedoch i.d.R nur 0,1 bis 1 m^3/h benötigen (Baur 2007). Kollektorkreispumpen sind temperaturgesteuert und haben im Mittel eine sehr kurze Laufzeit von 2 bis 3,5 Minuten. Auch Laufzeiten im Sekundenbereich sind üblich. Hohe Anlaufverluste bei älteren Pumpentypen machen sich hier besonders stark bemerkbar. Bis zu 15 % der durch die Sonnenkollektoren ermöglichten Primärenergieeinsparungen werden von regulären Solarkreispumpen verbraucht. Bei der Verwendung von Hocheffizienzpumpen kann dieser Verbrauch auf 2 – 4 % gesenkt werden (Baur 2007)[1]. Bei einer hohen Jahreslaufzeit von 2500 h ergibt sich im günstigsten Fall ein Einsparungspotential von 165 kWh_{el} pro Anlage. In 2006 wurden 137.500 Solarkollektoranlagen von der Bafa gefördert. Allein durch die Verwendung hocheffizienter Solarkreispumpen nur in diesen, 2006 geförderten Anlagen könnten jährlich 23 GWh eingespart werden.[2]

Förderung

Solche besonders effizienten Pumpen haben sich noch nicht als Standardkomponente für Heiz- und Kollektorsysteme im Markt etabliert. Hemmnisse sind in erster Linie deutlich höhere Investitionskosten, die damit einher gehende Präferenz der Hersteller, reguläre Pumpen in Kompaktsystemen und Solargruppen zu verwenden, eine reservierende Haltung des Handwerkes gegenüber der komplizierteren Einregelung und mangelnder Informationsfluss zum Kunden. Neben einer Einbauprämie pro installierter Pumpe für den Handwerker sind direkte Investitionszuschüsse für den Endanwender, aber auch für die

[1] Berechnung: Bei einer Solarthermieanlage mit einer Größe von 20 m², 30 l/m²h Durchfluss, 5 mWs Förderhöhe und energiebewusster Planung ergibt sich eine max. Pumpleistung von ca. 40 W (2W/m²), welche sich bei 4 mWs auf 24 W (1,2 W/m²) verringern lässt. Bei einem Ertrag von 500kWh/m²*a des Kollektors, einem Strombedarf der Pumpe von 5 kWh/m²a (2500 h/a * 2 W/m²) und bei einer Verstromungseffizienz von 0,35 ergibt dies in etwa 3 % des Primärenergieverbrauchs.

[2] Die o.a. Werte gelten für eine Solarthermie EC-Motor-Pumpe des Fabrikates Wilo, Typ Stratos ECO-ST 15(25)/1-5, Preis ca. 300 €, bzw. entsprechender Pumpentyp der Firma Grundfos. Vergleiche wurde mit einer 90 W Standardumwälzpumpe aufgestellt.

Hersteller von Systemgruppen als Förderinstrument denkbar. Zudem könnten Marketingkampagnen über die Vorteile solcher Pumpen informieren und das Interesse bzw. Verständnis bei Haus- und Wohnungsbesitzern fördern.

Umgesetzt in der aktuellen Fassung des MAP (2008) wurde ein Investitionszuschuss von 200 € für besonders effiziente Umwälzpumpen eines Heizsystems, welche das freiwillige Energielabel der Klasse A tragen bzw. deren Bedingungen erfüllen. Zudem ist ein Nachweis über einen gemäß VOB/C - DIN 18 380 getätigten hydraulischen Abgleich zu erbringen. Solarkollektorpumpen werden mit 50 € pro Pumpe gefördert.[3]

1.2.2 Umrüstung von Heizungsanlagen

Um einer weiteren Überalterung konventioneller Heizsysteme in Deutschland entgegenzuwirken und somit deren Effizienz zu steigern, wurde überlegt, moderne Brennwerttechnikkessel auf Gas- und Ölbasis zu fördern, wenn ein Heizsystem in Verbindung mit dem Bau einer Solarkollektoranlage ausgetauscht wird. Eine gewünschte Verzahnung erneuerbarer Energien mit einer Effizienzsteigerung der Kesselanlagen würde auch hier zustande kommen; vielfach können Nutzungsgrade der Anlagen von zuweilen unter 80 % auf deutlich über 90 % durch Einbau neuer Anlagentechnik gesteigert werden. Im Zusammenhang mit diesem „Kombinationsbonus“, der in der aktuellen MAP-Richtlinie unter Punkt 11.1.2.1 umgesetzt wurde, sind verschiedene Aspekte in der Diskussion um die Entwicklung der Förderrahmenbedingungen berücksichtigt worden:

Zusätzlichkeit. Es stellte sich die Frage, ob ein solcher Anreiz überhaupt notwendig ist, da die Vermutung bestand, dass beim Bau einer Solarkollektoranlage i.d.R auch der Kessel mit ausgetauscht bzw. mit der Erneuerung des Kessels auch eine Solarkollektoranlage installiert werden würde. Laut Aussagen des BDH werden in der Tat die überwiegende Anzahl an Solaranlagen im Zusammenhang mit einem Kesseltausch installiert (rd. 80 %).

Recherchen bei größeren Heizkesselherstellern ergaben jedoch, dass diese Zahl auch deutlich geringer ausfallen kann. Bei Viessmann beispielsweise geht nur 51 % der Solarkollektorinstallationen dieser Firma mit einem Kesseltausch einher. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es sich bei dieser Zahl um den Verkauf beider Komponenten von einem Hersteller geht. Wie viele Systeme mit Komponenten von verschiedenen Herstellern errichtet wurden, konnte hierbei nicht erfasst werden. Somit sind die 51 % als unterer Richtwert anzusehen. Genauere Informationen gab es von BBT Thermotechnik GmbH, welche die Werte von Buderus und Vaillant bereitstellte. Demnach liegt der Anteil derjenigen, die beim Bau einer Sonnenkollektoranlage der Firma einen Kessel tauschen, bei ca. 40 %. Weitere 40 % der Sonnenkollektoranlage werden ohne Kesseltausch und 20 % direkt beim Neubau in Verbindung mit einer neuen Heizungsanlage errichtet. Umgekehrt werden bisher bei nur 10 % des Austauschs von Heizkesseln Sonnenkollektoranlagen errichtet.

Aus diesen Zahlen lässt sich ableiten, dass die Förderung in angedachter Form dazu führen kann, einen Impuls zur Erneuerung des Kesselbestandes zu geben (Effizienz) und den Ausbau von erneuerbaren Energien voranzutreiben. Außerdem kann sich durch einen solchen Kombinationsbonus u. U. ein **zeitlicher Vorzugseffekt** ergeben, der durch die frühere Realisierung eines Kesseltauschs eine Reduktion der absoluten CO_2-Emissionen bewirkt. Zudem kann der Bestand an Anlagen, welche die gesetzlichen Anforderung der

[3] Siehe MAP Artikel 11.1.2.4

Abgaswerte nicht mehr einhalten können, schneller reduziert werden, weil die Geräte vorzeitig ausgetauscht werden.

Vor diesem Hintergrund erscheint ein zusätzlicher Bonus zur Installation einer effizienten nicht-erneuerbaren Neuanlage in Kombination mit Solarthermie als sinnvoller Beitrag für einen Modernisierungsschub im Heizkesselmarkt. Seitens des Energiebalance-Projektteams wurde vorgeschlagen, als „effiziente nicht-erneuerbare Neuanlage“ Öl- und Gaskessel mit Brennwertnutzung sowie Luft/Wasser-Wärmepumpen mit einer JAZ von mehr als 3,1 zu definieren und außerdem den Bonus nicht zu gewähren, wenn ein Energieträgerwechsel von Gas zu Öl stattfindet. Der Vorschlag, Luft/Wasser-Wärmepumpen in den Kombinationsbonus zu integrieren[4], hat sich in der aktuellen Fassung des MAP nicht durchgesetzt; stattdessen wurde für die Luft/Wasser-Wärmepumpe ein eigener Fördertatbestand geschaffen.

In der aktuellen Fassung des MAP wird bei der Erstinstallation von Solarkollektoranlagen zusätzlich zur Solarförderung ein Bonus in Höhe von 750 € für den Austausch eines alten Gas- oder Ölkessels ohne Brennwerttechnik durch einen Gas- oder Öl befeuerten Brennwertkessel gewährt.[5] Die Autoren sehen diesen Wert insgesamt als zu hoch an.[6] Auch wurde der Austausch eines Gaskessels zu einem Ölbrennwertkessel nicht explizit unterbunden. Auch wenn ein Wechsel von Gas auf Öl-Brennwert unvorteilhaft erscheint (Gaskessel sind wesentlich preiswerter und benötigen keinen Öltank), sollte bei vorhandenem Gasanschluss diese Option zukünftig ausgeschlossen werden, da ein solcher Wechsel die CO_2-Emissionen erhöhen würde.[7]

1.2.3 Effizienzbonus

Seitens BMU wurde der Vorschlag gemacht, im Rahmen eines „Effizienzbonus“ die Fördersätze für bestimmte Technologien zu erhöhen, wenn Gebäude besondere Effizienzmerkmale aufweisen (Unterschreitung von HT’ um 0 (Gebäude vor 1995) bzw. 30 % in Stufe 1; Unterschreitung von HT’ um 30 (Gebäude vor 1995) bzw. 45 % in Stufe 2). Das Forschungsteam hat diesen Vorschlag begrüßt. Im Rahmen der MAP-Richtlinienüberlegungen wurde die Frage aufgeworfen, ob dieser Bonus auch für bereits durchgeführte Sanierungen gewährt werden soll. In diesem Zusammenhang argumentiert das Projektteam von Energiebalance:

- Es ist sachlich nicht vermittelbar, warum engagierte Früh-Sanierer „bestraft“ werden (auch bei anderen Politikinstrumenten wird Early Action anerkannt).
- Im Gegenteil muss bei Objekten, die bereits auf einem hohen Gebäudestandard sind, ein besonderer Anreiz geschaffen werden, damit „noch mehr“ gemacht wird, da durch die Sanierungsmaßnahmen die Energiekosten bereits deutlich gesenkt und das „ökologische Gewissen“ entlastet wurde. Es besteht also weniger Handlungsdruck durch hohe Energiekosten und eine schlechte Gesamtbilanz des Hauses.
- Die höheren spezifischen Kosten von kleineren (EE-)Heizungen für Gebäude mit hohem Dämmstandard (eine 5 kW-Heizung für ein hoch gedämmtes Gebäude ist spezifisch teurer als eine 12 kW-Heizung; vielfach werden sogar die gleichen Geräte

[4] Sole-Wasser-WP sollten weiterhin ein eigener Fördertatbestand bleiben.
[5] Siehe MAP Artikel 11.1.2.1
[6] Seitens der Forschungsnehmer waren 500 € vorgeschlagen worden.
[7] CO_2 Ausstoß Gas alt: 275 bis 300 g CO_2/kWh_{th}, Öl-Brennwert rd. 310 g/kWh_{th}

eingesetzt, so dass absolut die gleichen Investitionskosten anfallen) sind unabhängig vom Zeitpunkt der Sanierung.

- Eine Abgrenzung einer „neuen Sanierung“ dürfte bei sukzessiver Sanierung schwierig sein (beispielsweise Endsanierung eines teilsanierten Hauses).
- Von einem Bonus für bereits sanierte Häuser dürften nur wenige profitieren, da (1) die Anforderungen bereits relativ streng sind und (2) viele derjenigen, die dermaßen ambitioniert saniert haben, auch bereits über EE-Anlagen verfügen.

1.2.4 Erneuerbare Nahwärme und Förderung von Nahwärmenetzen und Hausübergabestation

Die Förderung von Nahwärmenetzen ist ein ausgesprochen wichtiger Baustein der Ausgestaltung eines zukünftigen Wärmemarktes. Die Förderhöhe pro Trassenmeter und Hausübergabestationen wurde durch das MAP-Evaluierungsteam hinreichend begründet und abgeleitet.

Im Rahmen des Projektes Energiebalance wurden zwei Aspekte vorgeschlagen:

Ableitung einer differenzierten Förderanforderung

Im ursprünglichen Entwurf wurden 20 % Mindest-EE-Anteil für eine Förderung der Nahwärmenetze vorgeschlagen. Dies wurde im Lauf des Diskussionsprozesses in Frage gestellt.

In Abstimmung mit dem DLR wurde eine Zweiteilung dieser Anforderung vorgeschlagen:

> Förderfähig ist die Errichtung oder Erweiterung eines Wärmenetzes, das (a) zu mindestens 20 % aus solarer Strahlungsenergie gespeist wird, sofern ansonsten fast ausschließlich Wärme aus hocheffizienter KWK oder Wärmepumpen eingesetzt wird, oder das (b) zu mindestens 50 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien gespeist wird, sowie die Errichtung der Hausübergabestationen. Im Fall (a) ist Wärme aus einem fossil befeuerten Spitzenkessel bis zu einem Anteil von 10 % der eingespeisten Wärme zulässig.

Diese Formulierung wird der Tatsache gerecht, dass es eine Reihe von solaren Nahwärmesystemen gibt, die durch ergänzende Wärmebereitsteller versorgt werden. An diese werden zusätzliche Effizienzanforderungen gestellt, nämlich entweder hocheffiziente KWK gemäß EU-Richtlinie oder Versorgung aus einer Wärmepumpe. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich insgesamt eine signifikante Primärenergie-/Treibhausgas-Einsparung ergibt. Der Anteil der bereitgestellten Wärme aus Spitzenkesseln wird auf maximal 10 % begrenzt.

Effizienzbonus für Hausübergabestationen

Analog zum Effizienzbonus für Gebäude hat das Projektteam einen Effizienzbonus für Hausübergabestationen vorgeschlagen.

> *[Der Tilgungszuschuss für Hausübergabestationen] erhöht sich um weitere 1.200 €, wenn der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (HT´ in Abhängigkeit vom Verhältnis A/Ve) den in der EnEV (Anhang 1, Tabelle 1) angegebenen Höchstwert um mindestens 45% unterschreitet. Für diesen Effizienzbonus vermindern sich die vom Hausbesitzer / Eigentümer des Wohn- oder Nichtwohngebäudes*

zu tragenden Investitionskosten um die Hälfte des Betrags der Förderung.

Diesem Vorschlag lag die Überlegung zu Grunde, dass durch hohe Effizienzstandards die Wirtschaftlichkeit der Nahwärmesysteme sinkt; vielfach werden Nahwärmenetze in hocheffizienten Gebäudesiedlungen nicht mehr realisiert. Durch einen Effizienzbonus kann diese Problematik teilweise ausgeglichen werden. Durch eine Aufteilung des zusätzlichen Effizienzbonus auf Hausbesitzer und Netzbetreiber wird sowohl ein Anreiz geschaffen, effiziente Gebäude zu konzipieren, als auch für den Nahwärmenetzbetreiber in Siedlungen mit hohen Gebäudestandards eine Nahwärmeinfrastruktur zu konzipieren.

Dieser Vorschlag wurde nicht in das aktuelle MAP übernommen.

1.2.5 Mindestanforderungen an Gasnetzeinspeisung von Biogas

Im Rahmen der Arbeiten des Projektes Energiebalance für die EEG-Novelle wurden aus einer ausführlichen Betrachtung der Treibhausgas-Emissionen verschiedener Biogas-Bereitstellungs- und -Nutzungspfade Mindestanforderungen an die EEG-Förderung der Gasaufbereitung von Biogas abgeleitet (maximaler Stromverbrauch; maximaler Methanverlust an die Atmosphäre; regenerative Bereitstellung der Prozesswärme) (siehe hierzu (Pehnt und Vogt 2007)).

Diese Vorschläge wurden auch als Mindestbedingung für die Förderung von Biogas-Mikronetzen aufgenommen.

1.3 Perspektivische Fortentwicklung des MAP

Das Marktanreizprogramm ist ein etabliertes und erfolgreiches Instrument der Bundesregierung und bildet neben dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) eine wesentliche Säule der Förderung erneuerbarer Energien. Mit der Erhöhung der zur Verfügung stehenden Mittel und den bereits für das Jahr 2008 beschlossenen Änderungen in der MAP-Richtlinie wird es an Schlagkraft weiter gewinnen können. Vor dem Hintergrund, dass eine gesetzliche Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien im Wärmemarkt nicht, wie ursprünglich geplant, für Bestands- und Neubauten, sondern nur für Neubauten im 2009 geplanten EE- Wärmegesetz vorgeschrieben wird, ist diese Aufwertung des MAP dringend notwendig.

Angesichts der stetig (z.B. mit den Klimaschutzherausforderungen) wachsenden und sich ändernden Anforderungen im Wärmemarkt (z.B. rückläufiger spezifischer Wärmebedarf und zugleich steigender Klimatisierungs-/Kältebedarf) macht es Sinn, sich bereits heute um Weiterentwicklungsperspektiven des MAP Gedanken zu machen. Zudem wird es für einen Teil der Fördertatbestände des MAP ab 2009 durch das geplante EE- Wärmegesetz eine Nutzungspflicht für Neubauten geben, wodurch die Schaffung neuer Fördertatbestände von erneuerbaren und effizienten Technologien zur Marktetablierung möglich wird.

Auf der Basis der bisherigen Förderziele eröffnen sich Chancen, mit Hilfe des Instrumentes entweder neue (ergänzende) Ziele anzusteuern oder zumindest Akzente in der Ausrichtung neu zu setzen:

- **Neue Anforderungen** können sich im Kontext des gesamten Energie- und Klimaprogramms daraus ergeben, dass über das Marktanreizprogramm solche Technologien adressiert werden (müssen), die über andere Fördermechanismen (z.B.

EE-Wärmegesetz) nur schwer erreicht werden können (Gebäudebestand), die für die Ausgestaltung einer klimaverträglichen Energieversorgung aber von hoher Bedeutung sind. Zu den im MAP in diesem Sinne bereits verankerten Optionen gehört die regenerative Nahwärmeversorgung. Zukünftig könnten hier verstärkt Optionen der solaren Kühlung adressiert werden (über das in den bisherigen Richtlinien erfolgende Maß hinaus). Dem MAP vorgeschaltet erfordert dies im Sinne eines Technologieradars die regelmäßige Identifikation von förderungswürdigen/-notwendigen Technologien auf der Basis eines demand pull (welche gesellschaftlichen Anforderungen sind zu erfüllen und wie wirken sie sich für den Bereich der Wärmeversorgung aus) und technology push Ansatzes (welche Technologien sind soweit entwickelt worden, dass sie auf absehbare Zeit einen Beitrag leisten können).

§ Mit der MAP-Richtlinie 2008 wird bereits versucht, vermehrt eine Brücke zu schlagen zwischen der Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz. Beide für den Klimaschutz notwendige Strategien werden heute in der Regel von unterschiedlichen Instrumenten adressiert, die sich gegenseitig sowohl positiv als auch negativ beeinflussen können. Im Sinne der **Adressierung von Lücken in bisherigen Förderinstrumentarien** kann es zukünftig aber auch notwendig sein, neue Akzente in anderen als dem bisherigem Schwerpunktbereich erneuerbare Energien im Wärmemarkt zu setzen. Beispielhaft dafür kann die Abwärmenutzung (inkl. industrielle Abwärme) genannt werden, die durch hohe unausgeschöpfte Potenziale gekennzeichnet ist, die bisher nicht gezielt angesprochen werden. Die Einbeziehung der Abwärme in den Fördermechanismus des MAP stellt zwar einerseits einen Systemwechsel dar (und berührt zudem Kompetenzen verschiedener Bundesministerien), ist aber andererseits folgerichtig, wenn man das MAP zu einem **zentralen Steuerungselement für den Wärmemarkt insgesamt** machen will.

§ **Chancen** liegen perspektivisch ggf. auch darin, das Marktanreizprogramm noch stärker als bisher zu einem **Innovationsmotor** (auch und gerade für Systemlösungen im Verbund mit Maßnahmen der Energieeffizienz) weiter zu entwickeln, wie dies heute über den Innovationsbonus schon ansatzweise erfolgt. In diesem Kontext ist aber nach dem Selbstverständnis des MAP zu fragen. Spätestens nach der Einführung des EE-Wärmegesetzes könnte eine wesentliche Rolle darin liegen, noch stärker als bisher als **wichtiges Bindeglied zwischen der Umsetzung in der Breite** (z.B. durch das EE-Wärmegesetz) **und der F&E-Förderung** zu wirken, in dem spezifische Hemmnisse der Markteinführung gezielt adressiert und dadurch andere Instrumente ergänzt werden.

§ In diesem Zusammenhang sollte auch der Instrumentenkontext (bisher nicht rückzahlbare Zuschüsse, zinsgünstige Kredite) auf den Prüfstand gestellt werden. Hierfür kann gezielt nach den bisherigen Lücken in der heutigen Förderlandschaft gesucht werden. Es zeichnet sich hierbei ab, dass heute in vielen Feldern eine Förderung des Schritts von der F&E und Technologieentwicklung im Labor hin zu den ersten Erfolgen im Markt fehlt, was z. B. durch eine **Förderung einer Kleinserienfertigung** (ggf. auch im Rahmen der Unterstützung von procurement-Maßnahmen) unterstützt werden könnte. Beispielsweise kann durch die Förderung einer Kleinserienfertigung durch gemeinschaftliche Aktivitäten Nachfrager-Hersteller den in beschriebenen Kleinstaggregaten zur Versorgung von Passivhäusern zum ersten Schritt zur Überwindung der Markteintrittsbarriere verholfen werden.

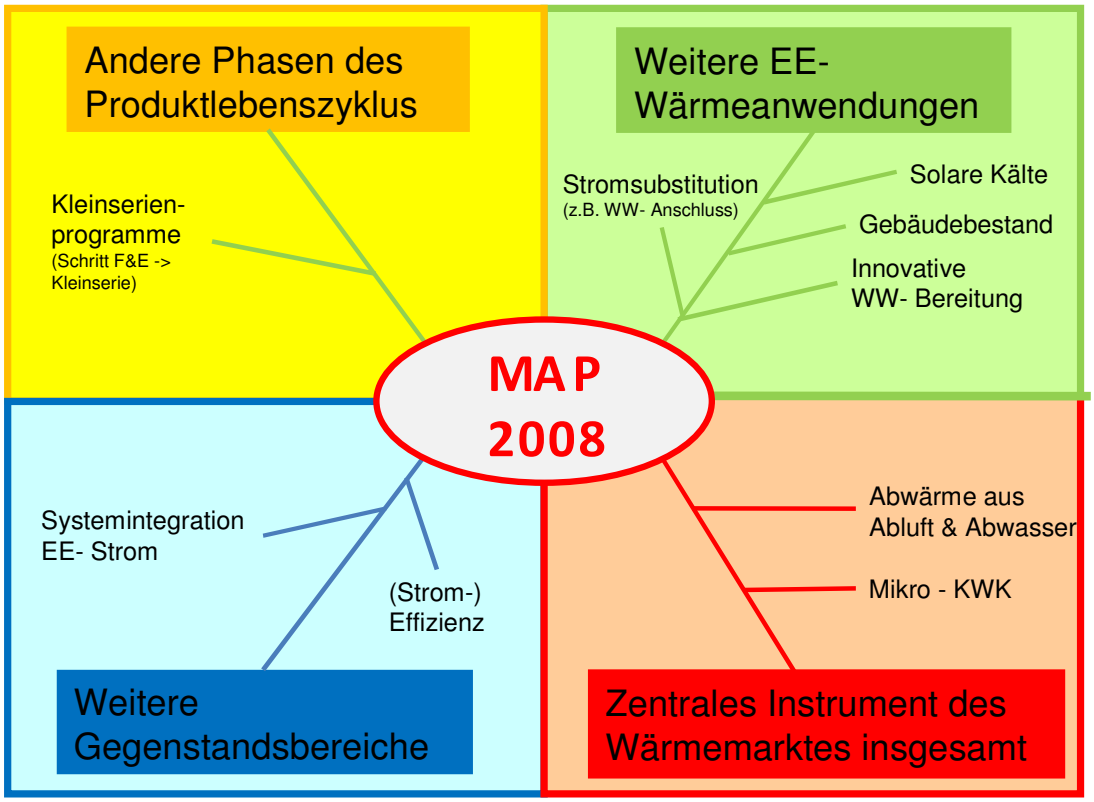

Abbildung - Ideen für Fortentwicklungsmöglichkeiten des MAP ausgehend vom MAP 2008

Eine solche Weiterentwicklung des MAP kann also grundsätzlich in verschiedene Richtungen verlaufen (Abbildung -). Dies hängt insbesondere davon ab, inwiefern der Fokus auf erneuerbare Wärme in diesem Gesetz beibehalten werden soll. Ein unmittelbarer Bezug zum Wärmemarkt ist in folgenden möglichen zukünftigen Fördertatbeständen gegeben:

- **Substitution von Stromanwendungen durch (erneuerbare bzw. Fern- und Nah-) Wärme**, beispielsweise für Wasch- und Geschirrspülmaschinen oder elektrische Warmwasserbereitstellung, kann einen großen Klimaschutzbeitrag leisten, da die umweltintensive Strombereitstellung für nieder-exergetische Wärmeanwendungen substituiert werden kann.
- Ein beträchtliches CO_2-Minderungspotenzial liegt in der verstärkten Nutzung der **Abwärme** verschiedener Quellen.
- **Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung** ist der Einsatz von kleinen Kraft-Wärme-Kopplungsaggregaten für die Versorgung einzelner Objekte. Auch erneuerbare Brennstoffe können zum Einsatz gelangen.
- **Solare Kühlung, Kühlung durch Fern-, Nah- und Abwärme und freie Kühlung** sind von zunehmender Bedeutung. Maßnahmen zur **Reduzierung der internen und externen Kühllasten und der Nutzung von passiven Kühlmaßnahmen** können den Stromverbrauch für Klima- und Kälteanlagen wesentlich reduzieren.

Eine Weiterentwicklung des MAP kann aber auch den Gegenstandsbereich des Förderprogramms auf benachbarte Maßnahmenfelder ausweiten:

- Aufnahme von weiteren **Effizienz**-Fördertatbeständen in das MAP, beispielsweise Maßnahmen der Stromeffizienz (siehe hierzu den BUND-Vorschlag „Marktanreizprogramm Stromeffizienz“, der im Arbeitspaket „Weiße Zertifikate/NEEG“ behandelt wird).
- Maßnahmen zur **Netz-Integration fluktuierender erneuerbarer Energieträger** (beispielsweise Aufbau einer Vernetzungs-Infrastruktur, Erschließung von Lastmanagement-Potenzialen, Speichertechnologien, Verbesserung der Netzeigenschaften kleiner Anlagen)[8]

Im Folgenden werden einige Weiterentwicklungsmöglichkeiten des MAP beschrieben. Diese können im Rahmen des Projektes „Energiebalance“ jedoch nur angerissen werden.

1.3.1 Mikro-KWK

Systeme der Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung sind Blockheizkraftwerke zur Versorgung einzelner Objekte mit einer elektrischen Leistung von typischerweise unter 15 kW_{el} bzw. 25 kW_{el}. Sie versorgen definitionsgemäß keine Nah- oder Fernwärmenetze mit Wärme, sondern stattdessen Gaststätten, Hotels, Gewerbebetriebe, Mehrfamilienhäuser, etc. In Entwicklung sind auch kleinere Mikro-KWK-Aggregate, die sich für den Einsatz in kleineren Objekten, beispielsweise Einfamilienhäusern, eignen (Pehnt et al. 2005).

Verschiedene Technologien stehen für dieses Marktsegment zur Verfügung bzw. werden entwickelt (Tabelle). Während motorische BHKWs bereits marktreif sind und in hohen Stückzahlen verkauft werden, stehen Stirling-Motoren und Dampfexpansionsmaschinen an der Schwelle zur Marktreife. Brennstoffzellen werden ebenfalls von verschiedenen Firmen entwickelt.

Tabelle : Mikro-KWK-Technologien (nach (Pehnt et al. 2005))

Technologie	Elektrischer Leistungsbereich	Elektr. Nutzungsgrad (%)	Gesamt-Nutzungsgrad (%)	Schadstoff-Emissionen	Brennstoff-Flexibilität	Marktverfügbarkeit
Ottomotor	Ab 1 kW	20-35 [c)]	> 85	Abhängig von Katalysator/Motortechnik, Alterung und Wartung	Mittel	Kommerziell verfügbar
Stirling-Motor	0,8 kW bis 10 kW	10-24 [a)]	> 85	Sehr niedrig bis mittel [b)]	Hoch	An der Schwelle der Markteinführung
Mikro-Gasturbine	Ab 26 kW	16-30 [c)]	80-85	Geringer als Motor	Mittel	Kommerziell verfügbar
Brennstoffzelle	Ab 1 kW	28-35 (Hausheizungen) 40-50 (größere BHKW)	80-85	Null (H_2) bzw. sehr gering (Kohlenwasserstoffe)	Mittel	Feldtests, kommerziell frühestens 2012 verfügbar
Dampfexpansionsmaschine	Mehrere kW	10-15	> 85	k. A.	Hoch	An der Schwelle der Markteinführung

a) Je nach Stirling-Konzept b) je nach Brenner-Typ c) Je größer das BHKW, desto höher der Nutzungsgrad

[8] Dieser Aspekt wird in einer gesonderten Expertise behandelt und daher im Folgenden nicht mehr aufgegriffen.

Mikro-KWK-Anlagen können grundsätzlich mit unterschiedlichen Brennstoffen betrieben werden. Bei Betrieb mit Heizöl oder Erdgas werden Treibhausgasminderungen durch den hohen Gesamtnutzungsgrad der Stromerzeugung erzielt. Es werden aber auch Modelle entwickelt, die auf den Einsatz von Biogas, Holzpellets oder andere erneuerbarere Brennstoffe adaptiert sind. Diese sind allerdings noch in einem frühen Marktstadium. Verschiedene Hersteller haben Markteinführungen für 2007 angekündigt, diese dann aber aus verschiedenen technischen und ökonomischen Gründen nicht realisieren konnten (z. B. Sunmachine; OTAG; Hoval).

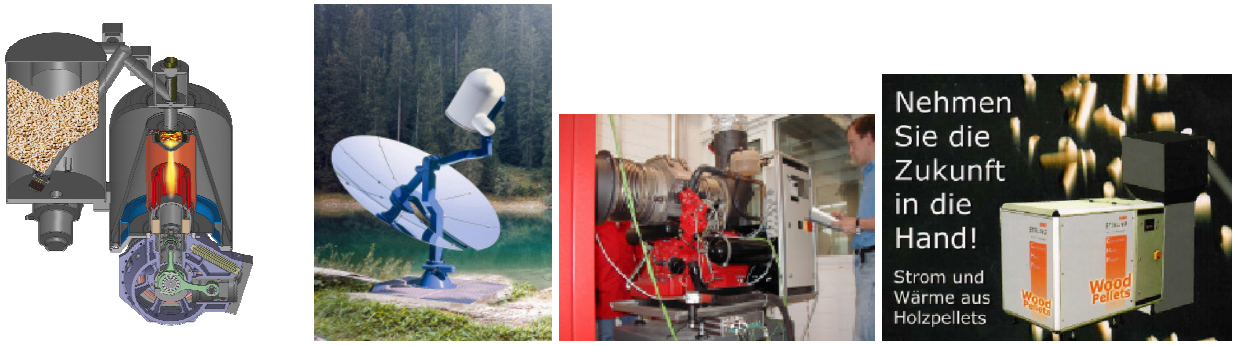

Abbildung -: Mikro-KWK-Technologien auf Basis erneuerbarer Brennstoffe (Pellet- und Solar-Stirlingmotoren)

Das KWK-Gesetz in seinem jetzigen Entwurf sieht für kleine, mit fossilen Brennstoffen betriebenen KWK-Anlagen unter 50 kW_{el} eine Bonusvergütung für den eingespeisten Anteil des erzeugten KWK-Stroms vor. Diese Vergütung ist aber in vielen Fällen nicht ganz ausreichend für eine Wirtschaftlichkeit der Anlagen, insbesondere nicht für die „neuen" Technologien Stirling-, Dampfexpansions- und Brennstoffzellenaggregate.

Mikro-KWK-Systeme mit biogenen Brennstoffen werden außerdem nach dem EEG gefördert. Gerade für biogene Kleinsysteme unter 15 kW gibt es nur wenige Systeme im Pilotstadium. Es erscheint daher verfrüht, bereits jetzt eine zusätzliche EEG-Vergütung vorzusehen, da nur zwei deutsche Firmen im Lauf dieses Jahres eine Serienproduktion planen und außerdem die erforderlichen Vergütungssätze außerordentlich hoch sind. [9] Andererseits ist die Entwicklung von Holz- oder Biogas-befeuerten Klein-BHKW sehr unterstützenswert. Im Abgleich mit dem KWKG, dem EEG und den anderen im Rahmen des Klimaschutzpaketes geplanten Förderprogrammen ist daher ein Fördertatbestand „Mikro-KWK" sinnvoll.

1.3.2 Wärmerückgewinnung

Wärmerückgewinnung kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden. Zu unterscheiden ist zunächst, ob Abwasser- oder Abluftwärmeströme genutzt werden. Besonders interessante Wärmequellen bestehen zum Beispiel bei Gewerbe- oder Industriebetrieben, die jedoch je nach Prozesstechnik in sehr unterschiedlichen Qualitäten (Temperatur, Menge, Verschmutzungsgrad etc.) anfallen. Eine weitere, weitgehend ungenutzte Wärmequelle ist

[9] Notwendig wäre nach einer überschlägigen Rechnung für eine Vergütung zwischen 28 und 40 Ct/kWh_{el}.

das Abwasser in großen Sammelkanälen oder in Hausabwasseranschlüssen von Gebäuden mit hohem, kontinuierlichen Abwasseranfall wie z.B. Krankenhäuser. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, diese Abwässer in Schächten zu sammeln und mit speziellen Wärmetauschern die Wärme aus dem Hausanschluss-Abwasser zu entziehen. In diesem Bereichen handelt es sich um größere Anlagen mit unterschiedlichen Systemaufbauten und ggf. unter Einsatz von Wärmepumpen.

Eine Wärmerückgewinnung kann jedoch auch in Mehrfamilienhäusern oder in großen Gebäuden mit großen Abwassermengen durch einen einfachen Rohr-in-Rohr-Wärmetauscher erfolgen. Dadurch wird das Frischwasser mit Temperaturen von 8 bis 10°C mit der Energie des Grauwassers vorgewärmt.

Zudem besteht die Möglichkeit einer Wärmerückgewinnung im Rahmen von Lüftungsanlagen.

Wärmerückgewinnung aus Abwasser mit Wärmepumpen

Abwasserwärmeanlagen in Verbindung mit Wärmepumpen beinhalten im Gegensatz zu bereits genannten Technologien ein hohes Einsatzpotenzial mit verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten. Beispielsweise bei Gebäuden mit hohem Warmwasserverbrauch (Schwimmbäder, Wellness-Bereiche, Wäschereien etc.) kann das Abwasser direkt dem Verdampfer einer Wärmepumpe zugeführt werden und die gewonnene Energie wiederum zur Beheizung und zur Warmwasserbereitung verwendet werden. Durch das hohe Temperaturniveau sind hohe Jahresarbeitszahlen realisierbar.

In Abbildung - wird eine solche Spezialwärmepumpe schematisch dargestellt. Das Besondere an dieser Anlage liegt darin, dass dem Abwasser (sauber oder schmutzbelastet) die nach Passieren eines Wärmetauschers vorhandene Restwärme ohne Einsatz eines Zwischenmediums durch eine Wärmepumpe entzogen wird (*direktes* Verfahren). Bei der Verwendung von schmutzbelastetem Abwasser wird automatisch ein Reinigungsmodus für den Wärmetauscher zwischengeschaltet.

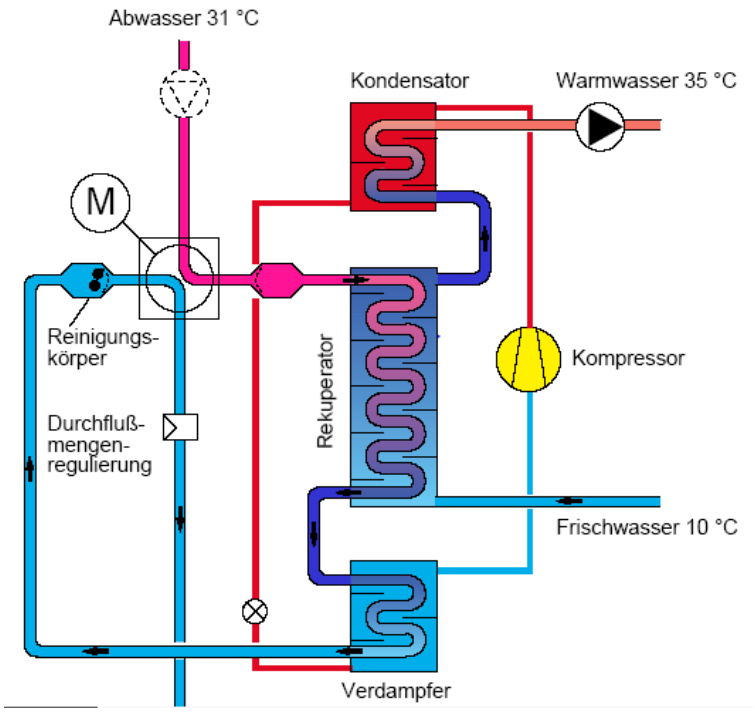

Abbildung -: Wärmerückgewinnung mit AquaCond Rekuperator und Wärmepumpe

Diese Art von Wärmepumpensystemen sind vor allem für Betriebe und Gebäude sinnvoll, die einen hohen Warmwasserbedarf und somit auch einen hohen Abwasseranfall haben. Im Rahmen genauerer Untersuchungen müssten Potenziale der Energieeinsparung ermittelt und Einsatzgebiete definiert werden. Eine Förderung über das MAP könnte für diese speziellen Anwendungsfälle sinnvoll sein, um diese Art der Abwärmerückgewinnung weiter zu verbreiten. Anhand der bereits gemachten Erfahrungen der Anlagen, die im Einsatz sind (z.B. BSR in Berlin), können die Rahmenbedingungen zur Förderung dieser Abwasserwärmepumpen festgelegt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung von Abwasserwärme mittels Wärmepumpen liegt im Einsatz von speziellen Wärmetauschern, welche die Niedertemperaturwärme aus dem Abwasser entziehen und in den Wärmepumpen-Kreislauf einbringen können (*indirektes* Verfahren). In diesen Anlagensystemen werden meistens übliche Wärmepumpen eingesetzt. Vor allem die Wärmetauscher nehmen hier einen großen Kostenpunkt und eine wichtige technische Rolle ein. Aufgrund der niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen (sog. „kalte Schiene“) ist keine/kaum Wärmedämmung erforderlich. Das System ist vergleichbar mit einer herkömmlichen Wärmepumpenanlage mit Grundwasser als Wärmequelle und erreicht ähnlich gute Jahresarbeitszahlen von 3,5 ... 4,5. Da die kommunalen Abwasserkanäle ein Netz bilden, kann an vielen Stellen die Abwärme angezapft werden.

Auch bei dieser Art der Wärmerückgewinnung aus Abwasser gibt es viele verschiedene Möglichkeiten der Wärmetauscherkonstruktion und Einbau-Varianten (Abbildung 1-2).

Abbildung -: Kanal-Wärmetauscher der Firma Rabtherm, Schachtwärmetauscher der Fa. FEKA

Kanalwärmetauscher können vor allem in Sammelkanälen in Städten eingesetzt werden, wo ein kontinuierlicher Abwasserstrom vorhanden ist. Das Wärmetauschersystem von FEKA findet Einsatz bei größeren Wohngebäuden oder anderen Gebäuden mit größerem Abwasseraufkommen, wo das Abwasser für eine gewisse Zeit im Schacht zwischengelagert wird, um die Wärme an das Wärmeträgermedium abzugeben, und erst danach in die Abwasserleitung abfließt.

Anlagen zur Abwasserwärmenutzung sind bereits vereinzelt in Deutschland in Betrieb. Zuletzt wurde eine Anlage mit einem 33 Meter langen Kanal-Wärmetauscher in Berlin Kreuzberg in Betrieb genommen, die eine Sportanlage mit Energie versorgt. Langfristige Betriebserfahrungen mit den unterschiedlichsten Anlagenkonzepten bestehen in der Schweiz. Dort sind Anlagen mit Kanalwärmetauscher, Schachtwärmetauscher oder ganz speziellen Wärmetauschern für Kläranlagenbecken bereits seit mehr als 20 Jahren in Betrieb.

Durch die komplizierten Wärmetauscherstrukturen und durch den relativ hohen Bauaufwand dieser Anlagen sind die aktuellen Gesamtkosten dieser Systeme noch relativ hoch. Eine Förderung der Wärmepumpen ist bereits im MAP berücksichtigt. Als Erweiterung ist für diese Anwendungsfälle eine Förderung der Wärmetauscher zu berücksichtigen. Anhand der spezifischen Kosten pro Wärmetauscherleistung könnten Investitionszuschüsse gewährt werden.

Gewerbliche und industrielle Abwärmenutzung

Bei Wärmerückgewinnungsanlagen bei Gewerbe- oder Industriebetrieben handelt es sich meist um Einzelanlagen, die von Anwendungsfall zu Anwendungsfall unterschiedlich geplant und gestaltet werden. Auch die Wärmetauscher sind in diesen Fällen meist Spezialanfertigungen, die sich nach den verfügbaren Temperaturen oder Massenströmen und nach dem Grad bzw. der Art der Verschmutzung richten. Somit bleibt es vor allem für diesen Bereich schwierig, einheitliche Förderrahmenbedingungen festzulegen, die den Einsatz solcher Anlagen begünstigen.

Für die interne Abwärmenutzung gilt es zu prüfen, ob eine Förderung durch das MAP notwendig oder sinnvoll ist bzw. Förderungen über andere Programme (Energieeffizienz in Gewerbe- und Industriebetrieben) abgedeckt werden. Zusätzlich müssten die Rahmenbedingungen für eine MAP-Förderung so gestaltet werden, dass verschiedene Systeme und Technologien gefördert werden könnten.

Industrielle Abwärme kann jedoch nicht nur intern genutzt werden, sondern auch zur Energieversorgung von umliegenden Gebäuden verwendet werden. Diesbezüglich bestehen

häufig Hemmnisse, diese Energieversorgungspflicht über einen langen Zeitraum hinweg, der für die Wirtschaftlichkeit der Investitionen notwendig ist, zu übernehmen. Zusätzlich sind hier Zwischenaggregate wie z.B. Wärmepumpen notwendig, die den anfallenden Wärmestrom auf ein höheres Temperaturniveau bringen, damit eine Verteilung über Nahwärmesysteme ermöglicht wird. Sollten solche Systeme realisiert werden, könnte eine MAP-Förderung einerseits für die zentrale Wärmepumpe in Anspruch genommen werden, ergänzt um den Bau des Nahwärmenetzes, der nach den bisherigen Voraussetzungen nicht die Bedingungen des minimalen EE-Anteils erfüllt.

1.3.3 Versorgung von Niedrigstenergie- und Passivhäusern mit EE-Wärme

Niedrigenergie- (NEH) und vor allem Passivhäuser (PH) unterscheiden sich zu anderen Wohngebäuden dahingehend, dass der jährliche Heizenergiebedarf extrem reduziert wird und somit der Warmwasserbedarf zur entscheidenden Größe der Energieversorgung anwächst. Gleichzeitig wird die Heizlast der Gebäude auf max. 10 W/m² (beim Passivhaus) reduziert. Der Anteil der Warmwasserbereitung am Gesamtwärmebedarf eines Niedrigstenergie- bzw. Passivhauses steigt auf 60 bis 70 % an, während dieser beim Gebäudebestand bei nur rd. 12 % des gesamten Energiebedarfs liegt. Ist es für eine Heizungsanlage im Gebäudebestand mit Vorrangschaltung kein Problem, die Warmwasserversorgung sicherzustellen, müssen diese Anlagen in Passivhäusern größer dimensioniert werden, als es die notwendige Heizleistung verlangen würde.[10] Um bei weiterhin sehr kleiner Anschlussleistung (2-5 kW) eine komfortable Warmwasserbereitung sicherzustellen, ist die Installation eines großen Pufferspeichers unabdingbar, der in Verbindung mit einer Solarkollektoranlage bereits zur Standardausstattung zählt.

Vor allem im Einfamilienhausbereich bestehen somit sehr geringe Anschlussleistungen für die Energieversorgung. Um auch hier eine Verzahnung von EE und EF zu fördern, besteht der Bedarf an **kostengünstigen Kleinstaggregaten** auf Basis erneuerbarer Energien, die speziell im NEH- und PH-Bereich eingesetzt werden können. In diesem Bereich besteht weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei den Herstellern von Heizkesseln und Energieversorgungsaggregaten mit sehr kleinen Leistungsklassen. Außerdem sind **einfach konfigurierte saisonale Wärmespeicher** zweckdienlich, um den Anteil erneuerbarer Energien an der Hausenergieversorgung zu steigern.

Im Rahmen des MAP könnte sich ein Änderungsbedarf ergeben:
Für diese Anlagen mit geringeren Leistungsbereichen müsste die geforderte Mindestleistung beispielsweise bei Mini-Pelletöfen fallengelassen werden. Ggf. ist auch denkbar, neben erneuerbaren Wärmetechnologien Mini-Gasbrennwertkessel auf Flüssiggasbasis zu fördern, wenn beispielsweise eine Kombination mit Herd- und Wäschetrockneranschluss vorliegt und so eine Stromsubstitution erfolgt. Zudem ist die Förderung der Wärmespeicher hinsichtlich extrem effizienter Gebäudekonzepte zu überarbeiten.

Exkurs Pelletofen der Firma Leda

Die Firma Leda arbeitet zur Zeit an der Zertifizierung eines hochgedämmten Pelletofen mit kleiner Leistung (3 – 4 kW) der nur noch 5 - 10% der Wärme in den Raum abstrahlt. [11] Diese Anlagengröße

[10] Im Gegensatz zum Passivhaus würde es im Gebäudebestand durch eine z.B. zweistündige Heizpause zu einer merklichen Abkühlung kommen.

[11] Die prozentuale Abstrahlung bezieht sich im allg. auf die Nennleistung des Ofens. Im Teillastbetrieb bleibt sie nahezu konstant, wodurch weniger Wärme in den Pufferspeicher geladen werden kann.

ist speziell für die NEH- und PH-Anwendung besonders geeignet. Durch den geringen Strahlungsanteil ist die Wärmeabgabe an die Wohnräume kontrollierter möglich und kann als Wärmequelle in das Lüftungskonzept einbezogen werden. Der Lagerraum kann durch den relativ geringen jährlichen Pelletverbrauch von ca. 1 Tonne (entspricht rd. 1,5 m³ Lagervolumen) in einem EFH relativ klein gehalten werden. Auch bei diesen Anlagen handelt es sich um automatisch beschickte Pelletöfen, die wahlweise mit einem Vorratsbehälter oder mit einer Förderanlage ausgestattet werden. Um eine Aufheizung des Gebäudes im Sommer zu verhindern, ist eine Kopplung der Pelletöfen mit einer Solarkollektoranlage notwendig.

Grundsätzlich muss bei diesen Kleinst-Pellets-Aggregaten geprüft werden, in wie fern sich die Kompaktheit der Anlage, die Verbrennungstechnologie und die Aufstellung des Ofens im Raum auf Emissionen bzw. auf den Betrieb von Lüftungsanlagen im EFH-Bereich auswirkt. Zusätzlich ist die Systemeinbindung und die Gesamteffizienz des Anlagensystems zu überprüfen.

1.3.4 Substitution von elektrischer Energie in Haushaltsgeräten durch erneuerbare Wärme

Werden solarthermische Anlagen, Biomassekessel oder der Anschluss an ein Nahwärmenetz aus überwiegend erneuerbaren Energien oder KWK gefördert, könnte ein weiterer Bonus für Aggregate zum **Warmwasseranschluss der Waschmaschine**, der Spülmaschine oder anderer weißer Ware gefördert werden; ebenso wäre auch ein Fördertatbestand für **innovative Trocknertechnologie** denkbar (beispielsweise Trocknung im Abluftkanal von Lüftungsanlagen) sowie für die Umrüstung von **elektrischer Warmwasserbereitstellung**.

Diese Substitution von elektrischer Warmwasserbereitung ist besonders klima- und ressourcenschonend, da die Bereitstellung elektrischer Energie mit hohen Umweltwirkungen verbunden ist, obwohl der hohe Exergiegehalt des Stroms in diesen Anwendungen nicht annähernd ausgenutzt wird. Zudem geht ein Großteil des Strombedarfs beispielsweise von Waschmaschinen in die Wassererwärmung (rd. 80 %). Durch einen Warmwasser-Anschluss könnte diese Maßnahme zu einer deutlichen Primärenergieeinsparung führen.[12] Vorraussetzung sind kurze Leitungslängen, um ein Abkühlen des warmen Wassers zu verhindern. Eine MAP-Förderung könnte zudem das bislang sehr begrenzte herstellerseitige Angebot an Geräten mit WW-Anschluss erhöhen.

1.3.5 Innovative Kühlungssysteme

Erneuerbar bereitgestellte Wärme oder Prozess-Abwärme kann mit Hilfe von Absorptions- oder Adsorptionskälteanlagen in Kühlenergie umgewandelt werden. Diese Kälteproduktion kann sowohl zentral mit Aufbau eines Kälteverteilnetzes, aber auch dezentral durch einzelne Aggregate erfolgen. Kommt die Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus KWK-Anlagen, oder steht diese ggf. als Abwärme aus industriellen Prozessen zur Verfügung, ist eine Nutzung während der sommerlichen Monate sinnvoll und effizient. Im Rahmen des MAP werden momentan nur Solarkollektoren als Komponenten für solare Kühlungssysteme gefördert.

Bei der alternativen Kältetechnik handelt es sich um Querschnittstechnologien, die mit unterschiedlichen Wärmequellen oder –senken eingesetzt werden können. In der Tabelle sollen die möglichen Kombinationen kurz dargestellt werden.

---

[12] Bei einer wöchentlichen Waschladung pro Person ist eine PE- Einsparung von 72 kWh/a*P zu erwarten.

Tabelle : Optionen der alternativen Kältetechnik

	Kühlung mit Wärmequellen			Freie Kühlung	
Systeme	Absorption	Adsorption	Desiccant-Systeme (offene Verfahren)	mit Rückkühlwerk	mit Sole-Wasser-WP
Wärmequellen / -senken	Solarthermie, Abwärme aus Industrie oder Gewerbe, Wärme aus KWK, Fern- oder Nahwärme			Außenluft	Erdreich

Als Grundlage für die Förderung von Kältetechnologien sollten vor allem bei Neubauprojekten folgende Grundvoraussetzungen definiert werden:

1. Ausrichtung des Gebäudes wurde bereits in der Planungsphase optimiert
2. Sonnenschutz-Maßnahmen wurden optimiert
3. Maßnahmen zur Reduzierung der internen Wärmelasten (energieeffiziente Beleuchtung und Bürotechnik) wurden umgesetzt

Sind diese drei Grundvoraussetzungen erfüllt, kann eine Förderung für effiziente Kühlgeräte gewährt werden.

Solare Kühlung

Besonders im Sommer, wenn vorhandene Abwärme durch geringen Bedarf nicht abgenommen wird, kann der ständig steigende Bedarf an Kühlung mit Hilfe erneuerbarer Technologien bedient werden. Solare Kühlung lässt sich mit unterschiedlichen Technologien realisieren. Zwei große Klassen von Verfahren lassen sich unterscheiden:

Die einen erzeugen kaltes Wasser, das zu verschiedenen Kühlzwecken eingesetzt werden kann (sog. Kaltwasserverfahren oder „geschlossene Verfahren“). In diesen Verfahren wird die Solarenergie in der Regel in Absorptionskältemaschinen eingesetzt.

In der zweiten Klasse von Kühlverfahren wird Luft gekühlt und entfeuchtet, die bei einem Lüftungssystem ohnehin aus hygienischen Gründen ausgetauscht wird (sog. „offene Verfahren“ oder „Desiccant“-Verfahren, Abbildung -). In diesem Verfahren wird die angesaugte warme Umgebungsluft zunächst entfeuchtet, indem sie eine rotierende Walze, auf der ein stark poröses Material aufgebracht ist, auf einer Seite durchströmt. Der Wasserdampf in der Luft lagert sich an die poröse Oberfläche an und wird so dem Luftstrom entzogen. Die warme, nun trockene Zuluft gibt anschließend in einer weiteren rotierenden Walze (Wärmeübertragungsrotor) einen Teil der Wärme an den kühleren Abluftstrom ab. Dann wird in einem Luftbefeuchter Wasser in die entfeuchtete Frischluft eingesprüht. Das Wasser verdunstet und kühlt den Zuluftstrom weiter ab. Dies bringt auch die Luftfeuchte wieder auf ein angenehmes Niveau, und die frische Luft strömt schließlich in die Räume. Die Wärme aus dem Sonnenkollektor wird dazu benutzt, den angelagerten Wasserdampf wieder aus dem porösen Material der Entfeuchter-Walze auszutreiben.

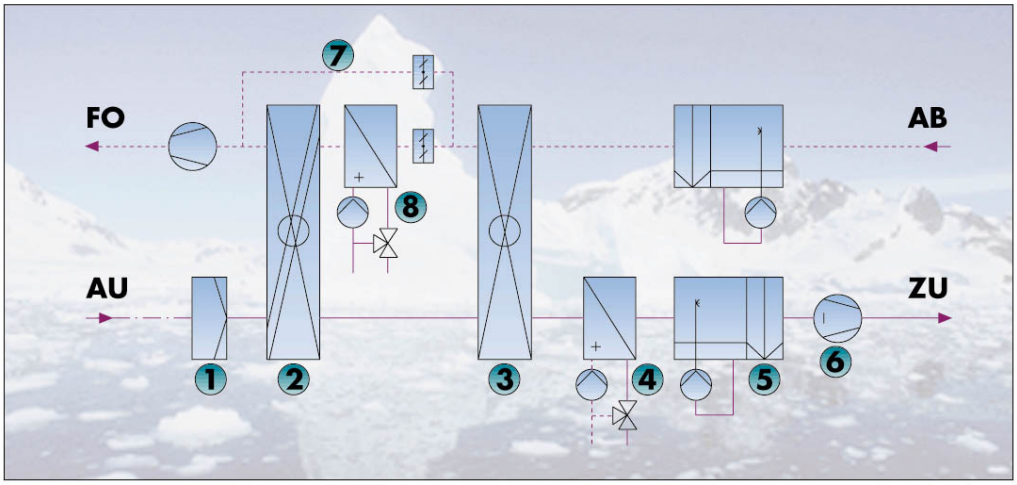

Abbildung -: Prinzipbild Desiccant Cooling System (Quelle: EA-NRW)

1 **Luftfilter**

2 **regenerativer Stoffübertrager**
in den Luftströmen rotierend
(im Sommerbetrieb zur Entfeuchtung der Außenluft mittels Adsorption)

3 **regenerativer Wärmeübertrager**
in den Luftströmen rotierend
(im Sommerbetrieb zur Vorkühlung der Außenluft)

4 **Lufterhitzer**
nur für Winterbetrieb

5 **Düsenbefeuchter**
zur adiabatischen Kühlung der Luft

6 **Radialventilator**

7 **Bypass**
zur Regelung der Anlage

8 **Lufterhitzer**
nur für Sommerbetrieb
(zur Erreichung der notwendigen Desorptionstemperatur; Betrieb ggf. mit Abwärme, Wärme aus KWK-Prozessen oder Solarwärme)

Solar unterstützte Klimaanlagen sind gegenwärtig noch etwa 10 – 40 % teurer als konventionelle Anlagen. Es gibt jedoch ein großes Potenzial für technische Verbesserungen und damit Kostensenkungen. Eine Förderung über den Kollektor hinaus, also der Kältemaschine oder des Entfeuchtungs- und Wärmeübertragungsaggregates könnte diesem Markt einen weiteren Impuls geben.

Kühlung mit Abwärme

Konventionelle Kälteerzeugungstechnologien wie z.B. die Kompressionskältemaschine benötigen große Mengen an elektrischer Energie, um die Kälte für Raumluft- oder Prozesskühlung zu erzeugen. Diese elektrische Energie kann in verschiedenen Anwendungsfällen durch Kälteerzeugung mit Abwärme in Absorptions- und Adsorptionsmaschinen substituiert werden. Besonders interessant werden diese Systeme, wenn die Abwärmenutzung die Effizienz der Gesamtsysteme erhöht. Diese Voraussetzungen sind beispielsweise bei Fern- und Nahwärmesystemen, aber auch bei dezentralen KWK-Anlagen mit Erhöhung der sommerlichen Auslastungsgrade gegeben.

Kraft-Wärme-Kältekopplungsanlagen werden in der Regel in Kombination mit Absorptionskältemaschinen realisiert. Diese Anlagenkombination hat zur Folge, dass die Investitionskosten und der Platzbedarf höher sind als für konventionelle Kältemaschinen. Die wirtschaftlichen Vorteile der Kopplungsanlage liegen in der höheren Auslastung der KWK-

Anlage sowie in den Einsparungen gegenüber einer elektrisch betriebenen Kältemaschine. Die hohen Anfangsinvestitionen sind jedoch ein deutliches Hemmnis, diese Anlagen vermehrt einzusetzen. Im Rahmen einer Förderung dieser Anlagen durch einen Investitionszuschuss sollte geprüft werden, in wiefern positive Auswirkungen auf die gesamte Wirtschaftlichkeit und auf den Kapitalrückfluss erzielt werden können.

Um die Wirtschaftlichkeit dieser Systeme zusätzlich zu fördern, sind auch Themen wie Regelungssysteme und Sommertarif bei Fernwärmebetreibern zu behandeln und die aktuellen Entwicklungen auf dem Markt zu prüfen. Durch die Optimierung der Regelungssysteme und die somit bessere Abstimmung der verschiedenen Einzelaggregate können höhere Effizienzen erreicht werden.

Freie Kühlung

Die sog. freie Kühlung kann konventionelle Kühlungssysteme unterstützen und somit einen Teil der benötigten Kälteenergie nachhaltig produzieren. Die Kühlung erfolgt unter Verwendung der Außenluft, deren Temperatur unter der des Kaltwasser-Rücklaufs aus den Kälteaggregaten liegen muss. Je nach freier Kühlkapazität kann die Kompressionskältemaschine stufenlos angepasst werden und den restlichen Kühlbedarf decken. Sind die physikalischen Rahmenbedingungen ideal gegeben (Temperaturgegebenheiten und -differenzen), kann die Kompressionskältemaschine vollkommen ausgeschaltet werden.

Somit handelt es sich bei den Aggregaten zur freien Kühlung vor allem um Systeme, die saisonal die Kältebereitstellung unterstützen können. Ähnlich wie auch bei den solarthermischen Anlagen besteht auch hier das grundsätzliche Problem, dass vor allem Kälteenergie frei erzeugt werden kann, wenn die Außentemperaturen besonders gering sind. Der Einsatzbereich von freien Kühlaggregaten mit Rückkühlwerken ist somit besonders interessant, wenn in Gebäuden Kühllasten auch im Winter und in der Übergangszeit anfallen (z.B. in Serverräumen).

Eine ähnliche Methode der freien Kühlung ist mit Sole-Wasser-Wärmepumpen möglich. Eine Umkehr des Kreislaufes in der Wärmpumpe ohne Inbetriebnahme des Kompressors ermöglicht eine Rückkühlung des Kühlmediums über den Erdwärmetauscher mit einer Jahresmitteltemperatur von rd. 10°C. Es ist zu prüfen, ob durch diese Methode zusätzliche Aggregate bei der Wärmepumpe eingerichtet werden müssen, um diese Kühlmöglichkeit bewerkstelligen zu können, und in welchen Einsatzbereichen sich die Anforderung ergibt, dass eine Wärmpumpe gleichzeitig Heiz- und Kühlenergie bereitstellen muss.

Passive Kühlung

Kühllast kann vor allem in Bürogebäuden effektiv reduziert werden, damit insgesamt der Energieverbrauch für die Raumtemperierung in den warmen Sommermonaten vermindert werden kann. Diese Lastenreduzierung kann einerseits intern erfolgen (z.B. durch die Anschaffung energieeffizienter Geräte mit weniger Abwärme, effektiver Beleuchtungstechnik etc.) oder auch über effektive Verschattungsmaßnahmen, die die Sonneneinstrahlung reduzieren und somit eine Raumaufheizung verhindern. Damit passive Kühlung effektiv funktioniert, ist die Reduktion dieser internen und externen Kühllasten zwingend erforderlich. Passive Kühlmaßnahmen sind Maßnahmen, die ohne Antriebe für die Kälteerzeugung auskommen. Häufig sind reine passive Kühlmaßnahmen nicht ausreichen, die Raumtemperatur zu regeln, weshalb hybride Systeme zum Einsatz kommen. Unter die

Bezeichnung „passive Kühlungsmaßnahmen“ fallen die kontrollierte Nachtlüftung, die Bauteilaktivierung sowie die Erdkanalkühlung.

Voraussetzung für eine effiziente **Nachtlüftung** ist eine geeignete Gebäudestruktur, die bestimmte Luftströmungen zulässt. Außerdem ist ausreichend Speichermasse notwendig, die Wärme über einen Tag hinweg speichern und anschließend sukzessive in den Raum bzw. an die Luftströmung der Nachtlüftung abgeben kann.

Bei der **Bauteilaktivierung** sind ebenfalls ausreichend Speichermassen notwendig, um eine effektive Kühlung zu erreichen. Die vorhandenen Kühllasten werden von diesen massiven Innenwänden aufgenommen[13] und zwischengespeichert, die in diesen Wänden verlegten Luft- oder Wasserleitungen transportieren diese Wärme ab und führen diese einer Wärmesenke (Erdreich, Grundwasser...) zu. Wird eine thermische Bauteilaktivierung mit konventionellen aktiven Kühlaggregaten betrieben, kann dadurch ebenfalls die Effizienz der Kältemaschinen gesteigert werden, da nicht die üblichen tiefen Temperaturen erreicht werden müssen.

Als dritte Möglichkeit besteht noch die **Erdkanalkühlung**. Die relativ konstante Temperatur des Erdreiches oder des Grundwassers wird dabei genutzt, um die Frischluft vor zu konditionieren. Im Sommer wird die Luft durch das Erdregister abgekühlt, im Winter kann es zur Vorwärmung genutzt werden.

Zu diesen Technologien gibt es bereits verschiedene Forschungsprojekte und Evaluationen in den Anwendungsgebieten. Anhand einer genaueren Analyse zu diesen Themen können Förderrahmenbedingungen für die Technologie sowie ggf. weitere Effizienzboni festgelegt werden.

1.3.6 Weitere Effizienztechnologien

Grundsätzlich ist es auch denkbar,

- weitere Effizienzmaßnahmen in das MAP zu integrieren, die nicht ausschließlich einen Bezug zum Wärmemarkt haben (beispielsweise Querschnittstechnologien wie Druckluft; für konkrete Vorschläge siehe hierzu die Anhänge des Projektes (Irrek und Thomas 2005)),
- oder bereits integrierte Effizienztechnologien, die einen Bezug zum Wärmemarkt haben (z. B. hocheffiziente Umwälzpumpen), im Anwendungsbereich auszudehnen (auf sämtliche Heizungstechnologien). Für letzteres wäre eine geeignete Organisationsform zu definieren (z. B. Abwicklung über Energieagenturen oder andere Dienstleister).

Die Frage der Integration von Effizienztechnologien in das Marktanreizprogramm wird im Rahmen des Arbeitspaketes „Effizienzzertifikate und NEEG“ behandelt.

[13] Innovative Technologien wie PCM (Phase Change Material, d.h. Latentwärmespeicherung durch nanopartikel-beschichtete Wände) ermöglichen zukünftig auch bei weniger massiver Bauweise hohe Wärmekapazitäten.

1.4 Literatur

Baur, M. (2007): "Auch die Pumpe ist wichtig." sbz - Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Klempnertechnik Jg. 63, nr. 11.

BMU (2007): Eine Million Anträge im Marktanreizprogramm, http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/40560.php, Zugriff

Irrek, W. und S. Thomas (2005): Der EnergieSparFonds für Deutschland. Wuppertal, edition der Hans Böckler Stiftung.

MAP (2007): Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Vom 5.12.2007. Berlin, Bundesumweltministerium.

Pehnt, M., M. Cames, C. Fischer, B. Praetorius, L. Schneider, K. Schumacher und J. P. Voß (2005): Micro cogeneration. Towards decentralized energy systems. Berlin, Heidelberg, et al., Springer.

Pehnt, M. und R. Vogt (2007): Biomasse und Effizienz. Vorschläge zur Erhöhung der Energieeffizienz von §8 und §7-Anlagen im Erneuerbare-Energien-Gesetz. Arbeitspapier Nr. 1 im Rahmen des Projektes "Energiebalance". Heidelberg, ifeu.

test (2007): "Sparen beim Pumpen." test 9: 76-79.

Wohlauf, G., S. Thomas und W. Irrek (2005): Optimierung der Heizungssysteme und "Faktor 4"-Umwälzpumpen in EFH/ZFH. Wuppertal, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.