



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Dezember 2011

Evaluierung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien: Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010

Auszug aus dem Gutachten „Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011“

Ausarbeitung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Projektkoordination durch Fichtner GmbH & Co. KG

Sarweystraße 3, 70191 Stuttgart

Postfach 10 14 54, 70013 Stuttgart

Autoren:

Ole Langniß, Tjark Kohberg, Hans-Friedrich Wülbeck (Fichtner)

Michael Nast (DLR)

Martin Pehnt (ifeu)

Stephanie Frick (GFZ)

Harald Drück, Elke Streicher (SWT)

Inhaltsverzeichnis

1. Wesentliche Ergebnisse der Evaluation 2010.....	8
2. Datengrundlage.....	11
2.1 Förderstatistik des BAFA.....	11
2.1.1 Auswertung von Rechnungen.....	12
2.2 Förderstatistik der KfW.....	13
2.2.1 KfW-interne Statistik.....	13
2.2.2 Verwendungsnachweise.....	13
3. Zahlen und Fakten zum MAP 2010 im Überblick.....	14
3.1 Anzahl Förderfälle.....	14
3.1.1 BAFA-Teil - Basisförderung.....	14
3.1.2 BAFA-Teil - Bonusförderung.....	16
3.1.3 KfW.....	19
3.2 Installierte Leistung.....	19
3.2.1 BAFA.....	19
3.2.2 KfW.....	22
3.2.2.1 Große EE-Wärmespeicher.....	22
3.2.2.2 Große Biomasseanlagen.....	22
3.2.2.3 Wärmespeicher.....	23
3.2.2.4 Wärmenetze.....	23
3.2.2.5 Tiefengeothermie.....	23
3.3 Energiebereitstellung aus geförderten Anlagen.....	24
3.3.1 Biomasseanlagen.....	26
3.3.2 Wärmenetze.....	26
3.3.2.1 Brennstoffe.....	26
3.3.2.2 Netzverluste.....	27
3.3.3 Solarthermie.....	27
3.3.4 Wärmepumpen.....	28
3.3.5 Tiefengeothermie.....	28
3.4 Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel.....	29
3.4.1 BAFA.....	29
3.4.2 KfW.....	31
3.4.2.1 Große solarthermische Anlagen.....	32
3.4.2.2 Wärmenetze.....	32
3.4.2.3 Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung.....	32
3.4.2.4 Wärmespeicher.....	32

3.4.2.5 Tiefengeothermie.....	32
3.4.2.6 Biogasleitungen und -aufbereitung	33
3.5 Vermiedene CO ₂ - Emissionen.....	33
3.5.1 Annahmen Biogasleitungen.....	35
3.5.2 Annahmen Biogasaufbereitung	36
3.6 Vermiedene externe Kosten	37
4. Ergebnisse der Evaluation.....	37
4.1 Wachstum der Märkte	37
4.1.1 Kleine Biomasseanlagen	37
4.1.2 Große Biomasseanlagen.....	38
4.1.3 Solarthermie.....	39
4.1.4 Wärmepumpen.....	40
4.1.5 Wärmenetze und große Speicher	41
4.1.6 Tiefengeothermie	41
4.1.7 Biogasleitungen und -aufbereitung	41
4.2 Energiegestehungskosten	42
4.2.1 Wirtschaftlichkeitsrechnung Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpen.....	42
4.2.2 Jährliche Gesamtkosten	43
4.2.3 Spezifische Wärmegestehungskosten.....	44
4.2.4 Entwicklung der Wärmegestehungskosten	45
4.2.4.1 Große Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung	46
4.2.4.2 Wärmenetze und Wärmespeicher	48
4.2.4.3 Tiefengeothermie.....	48
4.2.4.4 Biogasleitungen und -aufbereitung	49
4.3 Spezifische Investitionskosten.....	50
4.3.1 Biomasse - Kleinanlagen.....	54
4.3.2 Solarthermie.....	55
4.3.3 Wärmepumpen.....	56
4.3.4 Große Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (Einzelanlagen).....	59
4.3.5 Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (mit Wärmenetz).....	59
4.3.6 Wärmenetze.....	60
4.3.7 Große Wärmespeicher	60
4.3.8 Tiefengeothermie	60
4.3.9 Biogasaufbereitung und -leitung	60
4.4 Substituierte Energieträger	61
4.4.1 Methodik.....	61
4.4.2 Substituierte fossile Energiemengen	61

4.5 Förderung zukunftsweisender Infrastrukturen und Systemeffizienz	62
4.5.1 Anteil an Anlagen in Mehrfamilienhäusern.....	62
4.5.2 Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme / Kälte.....	63
4.5.3 Biomasse-Kleinanlagen	63
4.5.4 Solarthermie	64
4.5.5 Wärmepumpen.....	64
4.5.6 Wärmenetze und große Speicher	64
4.5.7 Tiefengeothermie	65
4.5.8 Biogasaufbereitung und -leitung	65
4.6 Verminderung des Preisrisikos und Erhöhung der Versorgungssicherheit.....	66
4.6.1 Preisrisiko.....	66
4.7 Technologischer Standard und Innovation.....	70
4.7.1 Biomasse-Kleinanlagen.....	70
4.7.2 Große Biomasse Anlagen.....	70
4.7.3 Wärmenetze und große Speicher	71
4.7.4 Solarthermie	71
4.7.5 Wärmepumpen.....	71
4.7.6 Tiefengeothermie	72
4.7.7 Biogasaufbereitung und -leitung	73
4.8 Regionale Verteilung	73
4.8.1 Kleinanlagen Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpe	73
4.8.2 Große Biomasse und Wärmenetze.....	74
4.8.3 Biogasleitungen und -aufbereitung	74
4.9 Verhältnis ausgelöstes Investitionsvolumen zu Fördervolumen	75
4.10 Verhältnis installierter EE-Wärmekapazität zu Fördervolumen	76
4.11 Fördereffizienz bezogen auf substituierte Endenergie	77
4.12 CO ₂ - Fördereffizienz.....	78
4.13 Fördereffizienz der vermiedenen externen Kosten	80
4.14 Anteil der geförderten Maßnahmen aus deutscher Produktion	80
4.14.1 Biomasse	81
4.14.2 Wärmenetze und große Speicher	81
4.14.3 Solarthermie.....	81
4.14.4 Wärmepumpen.....	81
4.15 Arbeitsplätze durch MAP-geförderte Anlagen.....	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl errichteter Anlagen im BAFA-Teil, aufgegliedert unter Berücksichtigung der nach Juli 2010 nicht mehr geförderten Technologien	9
Abbildung 2: Im Jahr 2010 gestellte und bewilligte Anträge sowie errichtete Anlagen mit Förderung im BAFA Teil (Stichtag 31. Mai 2011)	12
Abbildung 3: Anzahl errichteter Anlagen im BAFA-Teil, aufgegliedert unter Berücksichtigung der nach Juli 2010 nicht mehr geförderten Technologien	15
Abbildung 4: Anteil von Anlagen mit einer oder mehreren Bonusförderungen an der Gesamtzahl der in 2010 errichteten Anlagen mit MAP Förderung	17
Abbildung 5: Anteil unterschiedlicher Bonusarten an der Gesamtzahl der Anlagen, die Bonusförderung erhielten	18
Abbildung 6: Aufteilung der als Boni gewährten Förderzahlungen auf die unterschiedlichen Boni-Arten für in 2010 errichtete Anlagen	18
Abbildung 7: Aufteilung der im Jahr 2010 installierten Leistung MAP geförderter Anlagen im BAFA-Teil	20
Abbildung 8: Zuordnung der vermiedenen Emissionen zu einzelnen Technologiegruppen	35
Abbildung 9: Entwicklung des Gesamtbestandes an Pelletheizungen in Deutschland.....	38
Abbildung 10: Entwicklung der Antragszahlen im Bereich der großen Biomasse	39
Abbildung 11: Marktentwicklung im Bereich Solarthermie 1991-2010	40
Abbildung 12: Jährliche Wärmegesamtkosten für ein saniertes Einfamilienhaus.....	44
Abbildung 13: Wärmegestehungskosten für ein saniertes Einfamilienhaus Haus Typ E..	45
Abbildung 14: Veränderung der Differenzkosten der Wärmegestehung 2008 - 2009 für verschiedene Wärmebedarfsmuster	46
Abbildung 15: Durchschnittliche Investitionskosten erneuerbarer Wärmeanlagen für ein saniertes Einfamilienhaus Haus Typ E (bei Solaranlagen inkl. Gaskessel).....	53
Abbildung 16: Entwicklung der Differenzkosten (zu Gas-BW) erneuerbarer Wärmeanlagen 2009-2010 für verschiedene Wärmebedarfsmuster	54
Abbildung 17: Entwicklung des spezifischen Kosten von Biomasseanlagen 2004-2012..	55
Abbildung 18: Investitionskosten von Sole/Wasser-Wärmepumpen im Altbau (ohne MwSt.).....	58
Abbildung 19: Entwicklung der Brennstoffpreise 2001 - 2010.....	67
Abbildung 20: Vergleich der monatlichen Standardabweichung verschiedener Energieträger 2008 - 2010.....	68
Abbildung 21: Regionale Verteilung der BAFA-geförderten Anlagen	74
Abbildung 22: Ausgelöste Investition je € Förderung BAFA-Teil 2008 - 2010	76
Abbildung 23: Hebeleffekt KfW-Teil 2010	76
Abbildung 24: Leistungsbezogener Hebeleffekt BAFA-Teil 2008 - 2010.....	77
Abbildung 25: Ausgelöste Nettoinvestitionen des BAFA-Teils nach Herstellerland	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl und Art der ausgewerteten Rechnungen 2010 im Vergleich zu den Vorjahren	13
Tabelle 2: Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2007-2010 nach Technologien.....	16
Tabelle 3: Inbetriebnahmen im KfW-Teil 2010.....	19
Tabelle 4: Installierte Leistung BAFA-Teil 2007-2010	21
Tabelle 5: Kapazität der in Betrieb genommenen Anlagen im KfW-Teil nach Technologien	22
Tabelle 6: Installierte Leistung der in 2010 in Betrieb genommenen Biomasseanlagen im KfW-Teil	23
Tabelle 7: Installierte Leistung und Energiemenge der in 2010 geförderten tiefengeothermischen Anlagen	24
Tabelle 8: Jährliche Energiebereitstellung aus im Jahr 2010 errichteten Anlagen, die durch das MAP gefördert wurden.....	25
Tabelle 9: Brennstoffeinsatz bei reinen Wärmenetzen.....	26
Tabelle 10: Annahmen bezüglich des spezifischen solaren Wärmertrages	27
Tabelle 11: Vergleiche von Jahresarbeitszahlen für 2010 (Mittelwerte)	28
Tabelle 12: Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel 2008, 2009 und 2010.....	29
Tabelle 13: Nettoinvestitionen (korrigiert) und Fördermittel BAFA-Teil.....	30
Tabelle 14: Überblick über die Ergebnisse der Rechnungsauswertung für solarthermische Anlagen bis 40 m ² Kollektorfläche	31
Tabelle 15: Übersicht über Anzahl, Investitionen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse im KfW-Teil der im Jahr 2010 errichteten Anlagen.....	31
Tabelle 16: Aufteilung der solaren Investitionskosten auf Kollektortypen (n=55).....	32
Tabelle 17: Überblick über die geförderten tiefengeothermischen Anlagen	33
Tabelle 18: Durch 2010 im Rahmen des MAP errichtete Energieerzeugungs-Anlagen vermiedene CO ₂ -Emissionen	34
Tabelle 19: Resultierende THG-Einsparungen durch Biogasleitungen	36
Tabelle 20: Durch im Rahmen des MAP 2010 errichtete Anlagen vermiedene externe Kosten.....	37
Tabelle 21: Anzahl neu installierter Heizungs-Wärmepumpen und Anteil von Luft/Wasser-Wärmepumpen gemäß Erhebungen des BWP.....	40
Tabelle 22: Anzahl der geförderten Wärmepumpen	41
Tabelle 23: Beispielhafte Abschätzung der Wärmegestehungskosten für drei der in 2010 geförderten tiefengeothermischen Anlagen.	48
Tabelle 24: Spezifische Investitionen auf der Basis der Rechnungsauswertung BAFA....	51
Tabelle 25: Spezifische Investitionen auf der Basis der ausgewerteten KfW-Verwendungsnachweise	52
Tabelle 26: Spezifische Investitionskosten thermische Solaranlagen	56

Tabelle 27: Mittelwerte von in 2010 betriebsbereiten Anlagen, zu denen eine Rechnungsauswertung erfolgte.....	57
Tabelle 28: Spezifische Investitionen für Biomasseanlagen einschl. Baukosten 2010.....	59
Tabelle 29: Spezifische Investitionen für die Gesamtanlage einschl. Wärmenetz.....	59
Tabelle 30: Spezifische Investitionen für Wärmenetze incl. Hausanschlüsse	60
Tabelle 31: Jährlich substituierte Energie der im Rahmen des MAP errichteten Anlagen	62
Tabelle 32: Verteilung der Anlagen der Befragten auf Wohngebäudegrößen	63
Tabelle 33: Durch im Rahmen des MAP 2010 errichtete Anlagen vermiedene fossile Energieimporte.....	68
Tabelle 34: Fördereffizienz bezogen auf substituierte Endenergie.....	78
Tabelle 35: Vermiedene CO ₂ -Emissionen pro Fördermittel und Minderungskosten.....	79
Tabelle 36: Vermiedene Externe Kosten pro Fördermittel	80

1. Wesentliche Ergebnisse der Evaluation 2010

Das Marktanzreizprogramm (MAP) ist seit über einem Jahrzehnt das zentrale Instrument der Bundesregierung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich. Im Erneuerbaren-Energien-Wärmegegesetz (EEWärmeG), das im Jahr 2009 in Kraft trat, wurde diese Förderung gesetzlich verankert und gleichzeitig um eine Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien in Neubauten ergänzt. Die Förderung des MAP für kleine Anlagen im Bereich Solarthermie und Biomasse bis 100 kW Leistung und für Wärmepumpen werden über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und für alle anderen und größeren Anlagen über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt. Das BAFA vergibt dabei ausschließlich Investitionszuschüsse, während die KfW Darlehen mit Tilgungszuschüssen gewährt.

Im Jahr 2010 wurden im Hinblick auf die Zahl der geförderten Vorhaben und der ausgezahlten Fördermittel insgesamt nicht die Rekordzahlen des Vorjahres erreicht. Durch das BAFA wurden 145.742 Vorhaben gefördert und Investitionszuschüsse in Höhe von 235 Mio. € ausgezahlt. Die geförderten Vorhaben umfassen ein Investitionsvolumen von 1.808 Mio. €. Ein leichter Anstieg ist hingegen bei Projekten zu verzeichnen, die von der KfW gefördert wurden. Hier wurden 2.263 neue Zusagen im Programmteil Premium erteilt. Die Zusagen umfassten ein Darlehensvolumen von 338 Mio. € und ein Tilgungszuschussvolumen in Höhe von 105 Mio. €. Das durch die KfW-Förderung ausgelöste Investitionsvolumen betrug 401 Mio. €. Die in 2010 zugesagten Darlehen mit Tilgungszuschuss sind gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Ein Großteil dieser Investitionen wird jedoch erst in 2011 fertig gestellt sein und damit erst in die Evaluierung des Förderjahrgangs 2011 einfließen. Insgesamt wurden somit durch das MAP Investitionen in Höhe von 2.209 Mio. € ausgelöst. In den Jahren 2009 beliefen sich die ausgelösten Investitionen noch auf 3.045 Mio. €.

Für die Evaluation der Förderung ist von besonderem Interesse, welche Investitionen durch das MAP im Evaluationszeitraum tatsächlich ausgelöst wurden. Daher wurden **die 2010 errichteten Anlagen** gesondert ermittelt und diese zur Grundlage dieser Evaluation gemacht. Da beim BAFA das sog. einstufige Förderverfahren zur Anwendung kommt, bei dem ein Förderantrag erst nach Abschluss der Investition gestellt wird, können manche der 2010 errichteten Anlagen auch erst im Jahr 2011 einen Förderbescheid erhalten haben. In dieser Evaluation sind alle im Jahr 2010 errichteten Anlagen berücksichtigt, für die spätestens am 31. Mai 2011 einen Förderbescheid des BAFA erteilt wurde bzw. deren Tilgungszuschuss bei der KfW bis zum 31. Dezember 2010 von der KfW wertgestellt wurde. Der Vollständigkeit halber sei angeführt, dass nach diesem Zeitpunkt noch weitere Anlagen gefördert wurden. Derartig langwierige Förderverfahren können dann auftreten, wenn zur Vervollständigung der Antragsunterlagen Belege nachgefordert werden müssen.

Im Jahr 2010 ging sowohl die Zahl der geförderten Vorhaben wie auch der ausgezahlten Fördermittel deutlich gegenüber 2009 zurück. Insgesamt wurde mit Hilfe der MAP-Förderung im Umfang von 157 Mio. € 54.745 Anlagen mit einem Investitionsvolumen von 870 Mio. € errichtet. Auf die BAFA Förderung entfielen dabei 53.283 errichtete Anlagen, die mit 89 Mio. € gefördert wurden und Investitionen von 601 Mio. € auslösten. Darüber hinaus wurden 1.462 errichtete Anlagen im Rahmen des KfW-Programms Erneuerbare Energien, Programmteil Premium, mit 68 Mio. € gefördert, was zu Investitionen von 269 Mio. € führte.

Im Jahr 2010 wurden mit 53.283 Anlagen im Vergleich zu 2009 über drei Viertel Anlagen weniger errichtet. Die Anzahl der eingegangenen Anträge ist um circa 60 % gesunken, die Anzahl der bewilligten Anträge hat sich zudem halbiert. Zu beachten ist, dass sich ein großer Teil der in 2010 eingegangenen Anträge auf Anlagen bezieht, die schon im Jahr 2009 errichtet wurden. Trotz des wirtschaftlichen Aufschwungs brach die Anzahl der vom

BAFA geförderten Anlagen massiv ein. Die Zahl der Antragseingänge spiegelt teilweise noch das erfolgreiche Jahr 2009 wieder, da nach Inbetriebnahme der Anlage eine sechsmonatige Frist eingeräumt wird, in der die Förderungsanträge beim BAFA eingereicht werden können.

Nach den Jahren 2008 und 2009, in denen sehr viele Anlagen errichtet und gefördert wurden, ist bei den Anlagen mit dem Errichtungszeitraum 2010 ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Ein wesentlicher Grund dafür liegt im Aussetzen der Förderung zwischen Mai und Juli 2010. Zum einen fehlen damit die Anträge aus diesem Monat. Zum anderen hat die Antragszahl nach Wiederaufnahme der Förderung bei weitem nicht die Antragszahl vor dem Förderstopp erreicht, im Gegenteil, die Antragszahlen nahmen von einer bereits niedrigen Ausgangsbasis kontinuierlich weiter ab. Die niedrigeren Antragszahlen nach Wiederaufnahme lassen sich dabei nicht ausschließlich daraus begründen, dass Anlagen in Neubauten und weitere Fördertatbestände nach Wiederaufnahme der Förderung nicht mehr gefördert wurden (vgl. Abbildung 1).

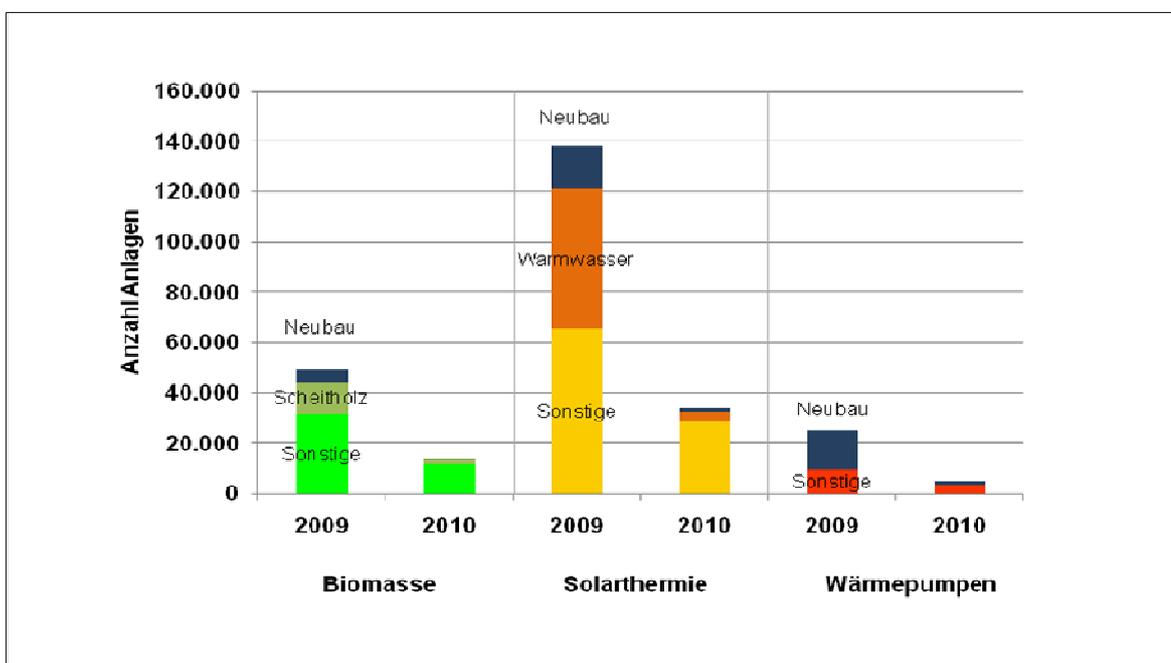


Abbildung 1: Anzahl errichteter Anlagen im BAFA-Teil, aufgegliedert unter Berücksichtigung der nach Juli 2010 nicht mehr geförderten Technologien

Der Schwerpunkt der Förderung im BAFA-Teil liegt mit knapp zwei Drittel der geförderten Anlagen nach wie vor bei den Solaranlagen, gefolgt von Biomassekesseln und Wärmepumpen. Seit 2008 besteht die Förderung beim BAFA aus einer Basisförderung und einer Bonusförderung. Mit der Bonusförderung werden besonders effiziente Anwendungen oder Kombinationen von verschiedenen erneuerbaren Energien besonders belohnt, so etwa beim Einsatz besonders effizienter Solarkollektorpumpen oder der Kombination von Biomassekessel und Solaranlage. Die Nachfrage nach Bonusförderung ist auch anteilmäßig stark zurückgegangen. Nur 20 % aller im Jahr 2010 installierten Anlagen im BAFA-Teil erhielten neben der Basisförderung auch noch eine oder mehrere **Bonusförderungen**.

Bei der **KfW** wurden insgesamt **1.462 Anlagen** gefördert, die im Jahr 2010 errichtet wurden. Der Schwerpunkt der Förderanträge liegt mit 876 Anträgen im Bereich der Wärmenetze. Die Anzahl der in 2010 eingegangenen Anträge ist um 30 % gestiegen.

Durch die geförderten Anlagen aus dem BAFA- und KfW-Teil zusammen können jährlich **1,6 TWh Wärmeenergie** bereitgestellt werden. Sie vermeiden zusammen knapp **404.000 t CO₂-Äquivalente** pro Jahr. Die durch das MAP vermiedenen jährlichen **externen Kosten** belaufen sich auf **37 Mio. €**.

Die im Rahmen des MAP 2010 errichteten Anlagen ersetzen pro Jahr rund 1.300 GWh an fossilen Energieträgern. Das sind 0,1 % der im Jahr 2007 für Raumwärme und Prozesswärme eingesetzten fossilen Primärenergie. Zum Vergleich: Der Heizölbedarf stieg aufgrund der überdurchschnittlichen kalten Witterung im Winter 2009/2010 um 0,4 % gegenüber dem Vorjahr (AGEB 2010). Es werden vergleichsweise geringe Mengen fossiler Brennstoffe substituiert.

Ein Großteil der geförderten Technologien ist Bestandteil einer **zukunftsweisenden Infrastruktur**. Dies gilt insbesondere für die Wärmenetze, wenn auch gegenwärtig diese Netze teilweise noch nicht optimal im Sinne der Effizienz betrieben werden. Das MAP trägt durch seine Ausgestaltung dazu bei, die Systemeffizienz zu erhöhen. Allerdings ist der Anteil von Anwendungen für Prozesswärme oder Kälte nach wie vor marginal. Anlagen in Mehrfamilienhäusern sowie zur Kälte- oder Prozesswärmebereitstellung werden nach wie vor durch das MAP kaum angereizt. Diesbezüglich sollte das MAP weiterentwickelt werden.

Der Ausbau erneuerbarer Energieträger ist ein probates Mittel für die zunehmende **Schwankung und Erhöhung der Preise fossiler Energieträger**. Die durch das MAP im Jahr 2010 installierten Anlagen ersetzen 0,03 % der gesamten fossilen Energieträger. Aufgrund der zurückgegangenen Förderzahlen ist auch die Bedeutung des MAP für die Dämpfung der Brennstoffpreise zurückgegangen.

Das MAP setzt durch seine technischen Förderanforderungen **technologische Standards**. Neben einer Breitenförderung unterstützt es auch gezielt die Einführung von innovativen Technologien.

Die **Wirkungskontrolle** ergibt, dass der Anteil der aus dem MAP geförderten Anlagen am Gesamtmarkt bedingt durch den Förderstopp, der Nutzungspflicht und einer wachsenden autonomen Nachfrage gegenüber 2009 weiter deutlich zurückgegangen ist. Nur noch 37 % der Nachfrage nach erneuerbaren Wärmeerzeugern wird über das MAP gefördert. Gleichzeitig steigt der Anteil von Heizungen mit erneuerbaren Energien, welche keine Förderung in Anspruch nehmen. Wie die Ergebnisse der durchgeführten Befragung zeigen, lässt sich diese Verselbständigung zumindest teilweise auf das MAP zurückführen.

Die durchschnittliche Förderung von 13 % im BAFA-Teil und 30 % im KfW-Teil bewegt sich in für öffentliche Förderungen üblichen Rahmen und scheint für wirkungsvolle Förderung angemessen. Entsprechend wurden durchschnittliche Hebeleffekte von 7 €/€ (€ Investition je € Förderung) im BAFA-Teil und 4 €/€ im KfW-Teil ermittelt. Betrachtet man den leistungsbezogenen Hebeleffekt des MAP so erweist sich die Biomasse mit 10,7 W/€ als überdurchschnittlich im Vergleich zu 6,6 W/€ bei der Solarthermie und 5,8 W/€ bei den Wärmepumpen. Dies ist jedoch teilweise auf die in großer Anzahl geförderten Pelletöfen zurückzuführen, welche aufgrund ihrer Charakteristik und geringeren Anzahl an Volllaststunden nicht als unmittelbar vergleichbar mit den anderen Anlagen betrachtet werden können. Im Vergleich zu 2009 hat sich der leistungsbezogene Hebeleffekt bei Solarthermie und Wärmepumpe leicht verbessert, bei Biomassekessel leicht verschlechtert.

Im BAFA-Teil konnte das MAP den Rückgang der Nachfrage nach erneuerbaren Energieerzeugern nicht bremsen. Der **Förderstopp** hat im Gegenteil diese Entwicklung beschleunigt und zu einer Verunsicherung unter Investoren geführt. Die Wiederaufnahme der Förderung hat diesen Trend nicht wenden können. Das MAP hat daher im Bereich der

von BAFA geförderten Kleinanlagen einen verminderten Einfluss auf das Marktgeschehen. Der KfW-Teil wurde nur geringfügig geändert, die Anforderungen zeigen gute Lenkungswirkung.

Die regionale Verteilung der geförderten Anlagen zeigt eine dem erneuerbaren Potential sowie der Bevölkerungsdichte und Hauseigentümerstruktur angemessene Verteilung. Insbesondere Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und das Saarland weisen eine hohe Pro-Kopf-Installationsquote auf.

Es ergibt sich eine gute **Wirtschaftlichkeit** der Förderung. In Bezug auf das **Kosten-Nutzen-Verhältnis der Fördermaßnahmen** belaufen sich die Förderkosten im Durchschnitt auf **0,5 Cent pro kWh substituierter fossiler Endenergie**. Die durchschnittlichen förderungsbezogenen **CO₂-Minderungskosten** von **16,5 €/tCO₂** können im Vergleich zu Kosten von Emissionszertifikaten als effizient betrachtet werden. Setzt man externe Kosten für die vermiedenen Emissionen aller Schadstoffe an (98 €/t CO₂), so wurden im Durchschnitt durch das MAP 2010 mehr als 5,5 € an externen Kosten pro € Fördermitteleinsatz vermieden.

Die vom MAP induzierten **volkswirtschaftlichen Effekte** sind als positiv zu bewerten. Der Anteil der deutschen Produktion wurde nur für den BAFA-Teil abgeschätzt. Dort stellt die Solarthermie-Industrie nach wie vor den größten Anteil heimischer Umsätze, da Solarthermie im BAFA-Teil knapp die Hälfte aller Investitionen auslöst und die Produkte zu zwei Drittel aus Deutschland stammen. Zwar hat auch die Biomasse einen großen Anteil an den Gesamtinvestitionen, doch wird der Markt hier zum Großteil von ausländischen, insbesondere österreichischen Anbietern bedient. Im KfW-Teil wird aufgrund der größeren Anlagen von einem hohen Anteil heimischer Anbieter ausgegangen.

Eine einfache Abschätzung ergibt, dass knapp **10 Tsd. Arbeitsplätze** der Förderung durch das MAP zugeschrieben werden können. Der Biomassesektor trägt hierzu mehr als die Hälfte bei.

2. Datengrundlage

2.1 Förderstatistik des BAFA

Als grundlegende Datenbasis wurden **Förderstatistiken** und Sonderauswertungen verwendet. Sie geben Auskunft über die Anzahl der geförderten als auch der abgelehnten Anträge, die Anzahl der realisierten Maßnahmen, das aufgebrachte Fördervolumen und die im betrachteten Zeitraum ausgelösten Investitionen auf dem Zielmarkt. Zusätzliche Daten, die Auskunft über das Verhältnis der geförderten Anlagen zur Anlagenentwicklung insgesamt geben, sowie die Förderanteile der einzelnen Sparten benennen, werden integriert. Es wird als Gesamtmarktentwicklung die Anzahl der gesamten Heizungsneueinstellungen und Heizungsmodernisierungen im betrachteten Zeitraum als Marktbergrenze herangezogen (vgl. ZSW ISI 2005). Auswirkungen von geänderten Förderbedingungen auf die Marktverbreitung, z.B. Änderungen der Fördersätze, werden ebenfalls betrachtet.

Der Stichtag der Datenerfassung für den Errichtungszeitraum 2010 ist der 31. Mai 2011. Einige Daten aus dem Zeitraum 2009 sind durch Werte vom 29. Juni 2011 aktualisiert worden.

Als zeitlicher Bezug für diese Evaluierung ist das **Datum der Anlageninbetriebnahme** gewählt. Damit lässt sich die Zielerreichung des MAP-induzierten Zubaus an den Zielen der BMU-Leitstudie (Nitsch und Wenzel 2010) messen, welche ebenfalls auf eine jahrescharfe Entwicklung des Zubaus aufbaut. Die Förderstatistik des BAFA weist dagegen den Eingang des Antrags, den Bewilligungszeitpunkt und das Datum der Auszahlung der

Förderung aus. Da diese Zeitpunkte jedoch je nach Zeitpunkt der Einreichung und Bearbeitungsdauer mehrere Monate nach der eigentlichen Errichtung der Anlage liegen, lässt sich mit diesen Daten nur unzureichend die zeitliche Entwicklung des Zubaus darstellen. Aus diesem Grund unterscheiden sich die Zahlen dieser Evaluierung maßgeblich von den vom BAFA ausgewiesenen Antragszahlen der letzten Förderjahre. Die Abbildung 2 gibt einen Überblick über Unterschiede der Zuordnung für das Jahr 2010. Die Differenz zwischen insgesamt 94 Tausend gestellten Anträgen, aber 133 Tausend bewilligten Anträgen ergibt sich daraus, dass Anfang des Jahres 2010 noch sehr viele Anträge aus dem Jahr 2009 bearbeitet wurden, während am Ende des Jahres 2010 kaum noch unbearbeitete Anträge vorlagen. Die große Differenz zwischen der Anzahl der bewilligten Anträge und den insgesamt 53 Tausend errichteten Anlagen ergibt sich daraus, dass sich der überwiegende Teil der Bewilligungen auf Anlagen bezog, die schon im Jahr 2009 errichtet wurden.

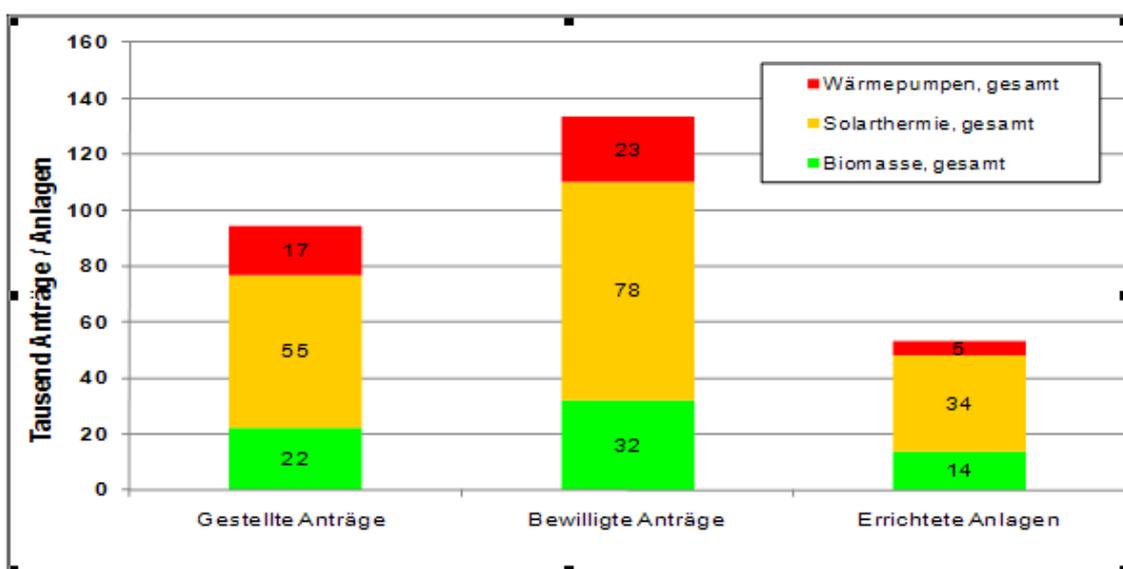


Abbildung 2: Im Jahr 2010 gestellte und bewilligte Anträge sowie errichtete Anlagen mit Förderung im BAFA Teil (Stichtag 31. Mai 2011)

2.1.1 Auswertung von Rechnungen

Zur Ermittlung solider Kostendaten wurde eine repräsentative Stichprobe aus den beim BAFA eingereichten Rechnungsunterlagen ausgewertet. Dabei wurden die verfügbaren Anträge für jede Sparte zunächst nach Bundesländern und dann nach der jeweiligen Technologie (z.B. bei Biomasse nach Pellet-, Hackgut- und Scheitholzkesseln sowie Pelletöfen) geschichtet, um eine in diesen Aspekten repräsentative Stichprobe zu erhalten. Im nächsten Schritt wurden für jede der Sparten Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen aus der geschichteten Grundgesamtheit für das Jahr 2010 jeweils 350 Rechnungen gezogen. Diese wurden bei den kleinen Biomasseanlagen vollständig ausgewertet. Bei den übrigen Rubriken wurden von den 350 gezogenen Rechnungen jeweils ca. 250 Stichproben ausgewertet, nicht eindeutig auswertbare Rechnungen mussten auf diese Weise nicht berücksichtigt werden. Einen Überblick über die Anzahl der ausgewerteten Rechnungen der jeweiligen Technologie gibt die Tabelle 1.

Tabelle 1: Anzahl und Art der ausgewerteten Rechnungen 2010 im Vergleich zu den Vorjahren

Rechnungsauswertung	Ausgewertete Rechnungen		
	2008	2009	2010
Biomasse BAFA			
Pelletöfen	112	140	72
Pelletkessel	129	108	215
Scheitholz	98	97	56
Hackgut	11	7	15
Solarthermie BAFA			
Raumheizung			
Flachkollektor	95	79	154
Röhrenkollektor	13	24	41
Luftkollektor	1	-	-
Warmwasserbereitung			
Flachkollektor	93	83	21
Röhrenkollektor	12	7	4
Prozesswärme			
Flachkollektor	-	1	-
Wärmepumpen			
Sole-Wasser	-	119	95
Luft-Wasser	-	88	77
Gesamt BAFA	564	753	750

2.2 Förderstatistik der KfW

Für die von der KfW geförderten Maßnahmen stehen zwei Datenquellen zur Verfügung, die in unterschiedlicher Weise genutzt werden können.

2.2.1 KfW-interne Statistik

Die KfW erfasst in einer internen Datenbank wesentliche Daten der Kreditanträge, wobei der Datenumfang aufgrund der Anforderungen der Evaluierungen der letzten Jahre modifiziert wurde. Die Daten erfassen jedoch nur wenige technische und wirtschaftliche Informationen über die Vorhaben. Die KfW unterscheidet im Wesentlichen Kreditanträge und Darlehenszusagen für förderfähige Maßnahmen. Mit einem Kreditantrag können mehrere Maßnahmen beantragt werden (z.B. Biomasseanlage + Wärmenetz). Bei der Tiefengeothermie gibt es die Besonderheit, dass für die drei möglichen Förderbausteine mehrere Darlehen mit Tilgungszuschuss zugesagt werden können, die sich auf nur eine Anlage beziehen. Soweit möglich sind die Darlehen solcher Anträge bei der Datenauswertung zusammengefasst.

2.2.2 Verwendungsnachweise

Zusätzlich zu der KfW-internen Datenbank stehen für das Jahr 2010 Kopien aller Verwendungsnachweise für die Kreditprogramme 271/281 und 128 für Auswertungen zur Verfügung. Aufgrund des Datenschutzes können diese Angaben nicht mit denen der KfW-Datenbank synchronisiert werden. Daher wird für die übergeordneten Auswertungen auf die elektronische KfW Statistik zurückgegriffen und für technische Details die umfangreicheren Angaben der Verwendungsnachweise ausgewertet. Bei den Verwendungsnachweisen handelt es sich einerseits um eigene Formulare, die nach Errichtung der Anlage ausgefüllt werden, und insofern reale Daten widerspiegeln. Die Kreditnehmer können aber

auch auf ihre Anträge auf Tilgungszuschuss verweisen, die Plandaten widerspiegeln, da diese Anträge vor Vorhabensbeginn einzureichen sind. Solche Verweise auf Plandaten sind jedoch nur möglich, wenn mit dem Verwendungsnachweis bestätigt wird, dass die Maßnahme wie beantragt durchgeführt wurde. Somit handelt es sich bei den hier ausgewerteten Daten um Ist-Daten.

Anders als im vergangenen Evaluationszeitraum beziehen sich nunmehr auch die Daten zu den von der KfW geförderten Anlagen auf die im Jahr 2010 errichteten Anlagen, so dass die Zahlen der KfW-Auswertung vollständig mit der zu den von BAFA geförderten Anlagen vergleichbar sind. Allerdings ist die Auswertung der KfW-Anlagen im Jahr 2010 nicht unmittelbar mit der Evaluation zum Jahr 2009 vergleichbar, da bei letzterer die im Berichtszeitraum beantragten (und nicht die im Berichtszeitraum errichteten) Anlagen evaluiert wurden. Insofern wurden einzelne Anlagen sowohl für das Jahr 2009 als auch für das Jahr 2010 berücksichtigt.

3. Zahlen und Fakten zum MAP 2010 im Überblick

Zur Übersicht werden im Folgenden eine quantitative Auswertung der Anzahl der Förderfälle, der installierten Leistung, der durch das MAP ausgelösten Investitionen, die eingesetzten Fördermittel, die erzeugte Endenergie, die vermiedenen CO₂-Emissionen und die vermiedenen externen Kosten dargestellt.

3.1 Anzahl Förderfälle

Im Jahr 2010 wurden mehr als 53.000 Anlagen errichtet, die über das BAFA eine Förderung erhalten haben. Zusätzlich wurden über 2.200 Darlehen mit Tilgungszuschuss im Rahmen der MAP-Förderung bei der KfW zugesagt, die größtenteils in der nächsten MAP-Evaluierung als in 2011 errichtete Anlagen einbezogen werden. Gut 1.400 im KfW-Teil geförderte Maßnahmen entfallen auf den untersuchten Förderjahrgang 2010. In dieser Evaluation wird eine Grundgesamtheit von fast 55.000 Förderfällen betrachtet. Im Folgenden werden, getrennt nach BAFA und KfW, die Anlagenanzahlen näher betrachtet.

3.1.1 BAFA-Teil - Basisförderung

Im Jahr 2010 wurden 53.283 Anlagen errichtet, die im Rahmen des MAP vom BAFA Förderung erhalten haben - im Vergleich zu 2009 sind dies über drei Viertel weniger. Die Anzahl der eingegangenen Anträge ist um circa 60 % gesunken, die Anzahl der bewilligten Anträge hat sich zudem halbiert. Zu beachten ist, dass sich ein großer Teil der in 2010 eingegangenen Anträge auf Anlagen bezieht, die schon im Jahr 2009 errichtet wurden. Trotz des wirtschaftlichen Aufschwungs brach die Anzahl der vom BAFA geförderten Anlagen massiv ein. Die Zahl der Antragseingänge spiegelt teilweise noch das erfolgreiche Jahr 2009 wieder, da nach Inbetriebnahme der Anlage eine sechsmonatige Frist eingeräumt wird, in der die Förderungsanträge beim BAFA eingereicht werden können.

Übergeordnet lässt sich feststellen, dass nach den zwei Jahren 2008 und 2009 mit hohen Zahlen geförderter Anlagen mit dem Errichtungszeitraum 2010 ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen ist. Ein wesentlicher Grund dafür liegt im Aussetzen der Förderung zwischen Mai und Juli 2010. Zum einen fehlen damit die Anträge aus diesem Monat. Zum anderen hat die Antragszahl nach Wiederaufnahme der Förderung bei weitem nicht die Antragszahl vor dem Förderstopp erreicht, im Gegenteil, die Antragszahlen nehmen seitdem von einer bereits niedrigen Ausgangsbasis kontinuierlich weiter ab. Die niedrigeren Antragszahlen nach Wiederaufnahme lassen sich dabei nicht ausschließlich daraus begründen, dass Anlagen in Neubauten und weitere Fördertatbestände nach Wiederaufnahme der Förderung nicht mehr gefördert wurden (vgl. Abbildung 3).

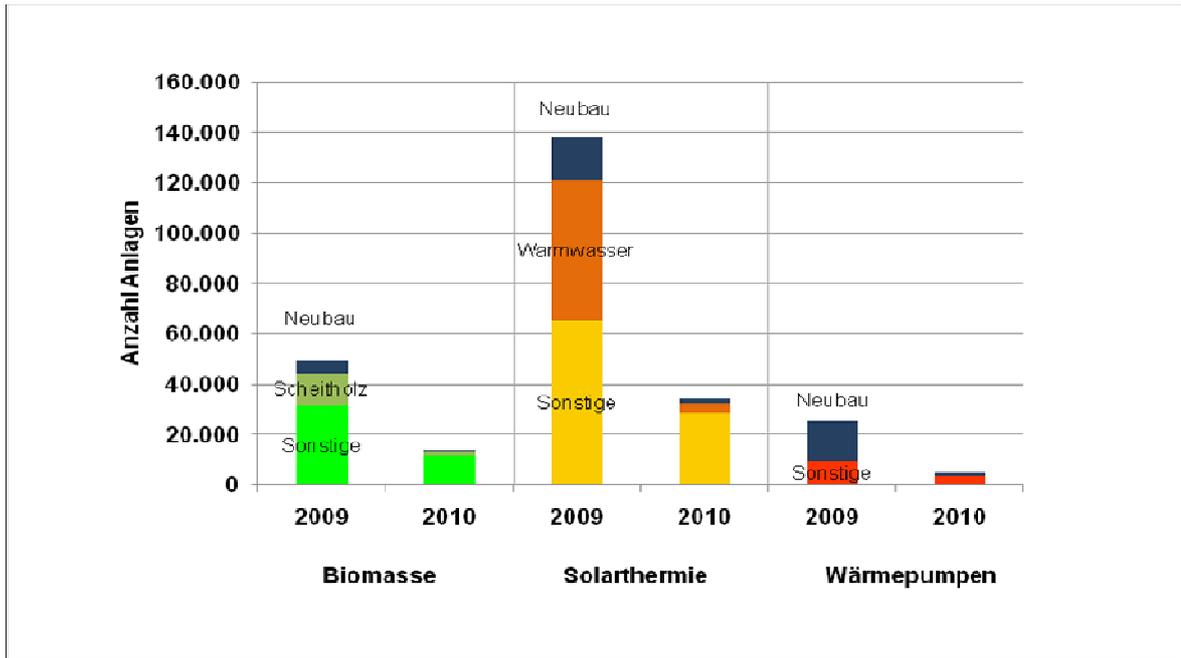


Abbildung 3: Anzahl errichteter Anlagen im BAFA-Teil, aufgegliedert unter Berücksichtigung der nach Juli 2010 nicht mehr geförderten Technologien

Das heißt, selbst in den immer noch geförderten Segmenten ist die Nachfrage nach der Förderung erheblich zurückgegangen.

Technologiebezogen haben 2010 alle drei Fördergruppen einen vergleichbaren Rückgang erlitten (ca. -70 bis 80 %), sie liegen deutlich selbst unter dem bereits niedrigen Niveau des Jahres 2009 (vgl. Tabelle 2). Innerhalb des Sektors Biomasseanlagen ist besonders der Rückgang der Pelletöfen und der Scheitholzvergaserkessel signifikant. Das kann zum Teil durch den Wegfall der Förderung von luftgeführten Pelletöfen (Richtlinienänderung vom 9. Juli 2010) und durch den zeitweisen Stopp der Förderung der Scheitholzvergaserkessel (Wegfall durch die Richtlinie vom 9. Juli 2010 und Wiederaufnahme mit verschärften Emissionsanforderungen am 11. März 2011) erklärt werden. Berücksichtigt man diese Änderungen, befinden sich die Werte ungefähr auf dem Niveau von 2007 trotz des vorübergehenden, kompletten Förderstopps im Sommer. Bei den solarthermischen Anlagen wurde die Förderung von Kollektoren zur Warmwasserbereitung wie auch die Förderung von Anlagen in Neubauten insgesamt eingestellt (Richtlinienänderung vom 9. Juli 2010). Aber selbst wenn man ausschließlich die immer noch förderfähigen Marktsegmente betrachtet, ist die Nachfrage nach Förderungen dort stark zurückgegangen.

Tabelle 2: Anzahl errichteter Anlagen mit MAP-Förderung über BAFA 2007-2010 nach Technologien

	2007	2008	2009	2010
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	5.195	17.079	18.788	2.849
Pelletkessel	6.854	19.984	16.943	8.636
Scheitholz	7.422	15.278	14.348	1.703
Hackgut	1.202	1.395	1.421	724
Keine Angabe	172		0	0
Biomasse gesamt	20.845	53.736	51.500	13.912
Solarthermie BAFA				
Flachkollektor	77.672	148.679	119.542	27.699
Röhrenkollektor	11.785	23.176	20.748	6.576
Luftkollektor	99	204	182	76
Speicherkollektor	20	5	10	11
Solarthermie gesamt	89.576	172.064	140.482	34.362
Wärmepumpen				
Sole-Wasser	3.546	16.496	15.696	2.559
Luft-Wasser	1.338	12.339	10.748	1.823
Wasser-Wasser	546	2.987	2.500	588
Sonstige	5	22	145	39
Wärmepumpen gesamt	5.435	31.844	29.089	5.009
BAFA Gesamt				
BAFA, gesamt	115.856	257.644	221.071	53.283

3.1.2 BAFA-Teil - Bonusförderung

Seit 2008 werden zusätzlich zu einer Basisförderung auch Boni gewährt, etwa beim Einsatz besonders effizienter Solarkollektorpumpen oder der Kombination von Biomassekessel und Solaranlage. Im Vergleich zum Förderjahr 2009 wurden absolut als auch anteilmäßig deutlich weniger Boni gewährt. Erhielten im Jahr 2009 neben der Basisförderung noch knapp die Hälfte der installierten Anlagen zusätzlich eine oder mehrere Bonusförderung, sind es im Jahr 2010 nunmehr nur noch 20 %. Während der Anteil bei der Solarthermie und den Wärmepumpen noch bei 23 % bzw. 24 % liegt, ist er bei der Biomasse auf 13 % abgesunken. Der Anteil der Solarthermie liegt schätzungsweise um einige Prozentpunkte höher, da die Kombiförderung von dem BAFA zum Teil auch der Biomasse und den Wärmepumpen zugeordnet wurde. Es kann jedoch nicht festgestellt werden, in wie viel Fällen so zugeordnete Fälle nicht schon andere Arten von Bonusförderungen für die Solarthermie erhalten haben. Ein weiterer Grund für den Rückgang der gewährten Bonuszahlungen kann auch im Wegfall des sogenannten Umwälzpumpenbonus zu finden sein. Dieser entfiel mit der Förderrichtlinie vom 9. Juli 2010.

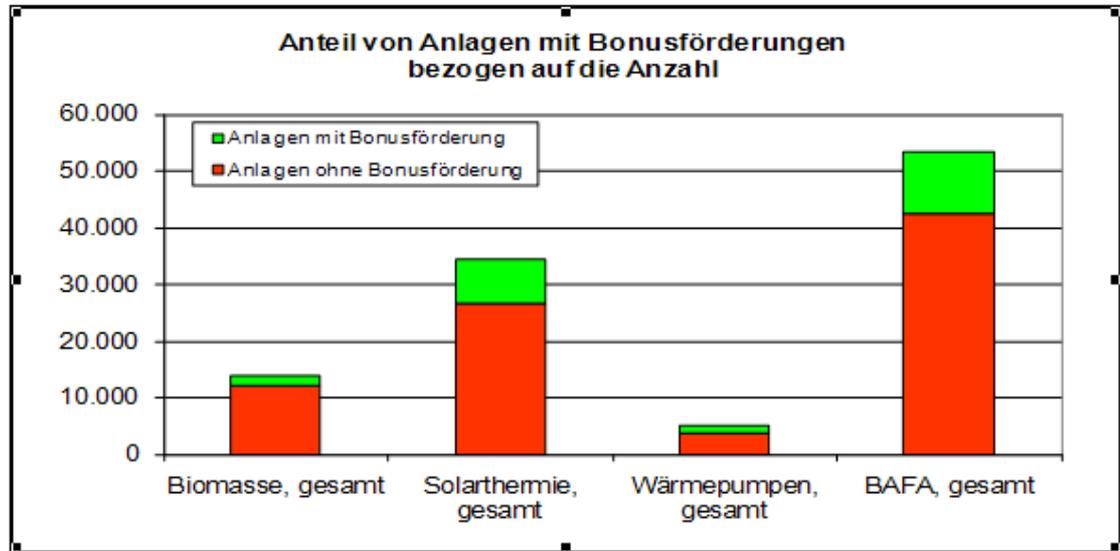
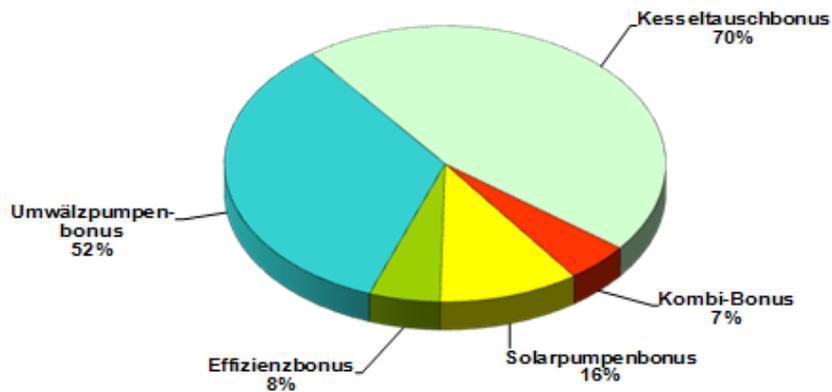


Abbildung 4: Anteil von Anlagen mit einer oder mehreren Bonusförderungen an der Gesamtzahl der in 2010 errichteten Anlagen mit MAP Förderung

Besonders beliebt ist der sogenannte Kesseltauschbonus, dieser wurde in ca. 70 % aller Fälle mit Bonusförderung gewährt, gefolgt von dem Bonus für eine effiziente Heizungs-umwälzpumpe mit 52 % (vgl. Abbildung 5). Es wird deutlich, dass die Solarbasisförderung in Zusammenhang mit dem Kesseltauschbonus dazu führt, dass bei beabsichtigten Heizungsmodernisierungen nicht nur lediglich Heizkessel durch Niedertemperaturkessel ersetzt werden, was die geringsten Investitionskosten aufweist. Vielmehr wird durch die Kombination des Kesseltauschbonus mit der Solarbasisförderung der Anreiz gegeben, eine effiziente Kombinationslösung mit Solarkollektoranlage und Brennwertkessel zu wählen. Ohne den in Aussicht gestellten Kesseltauschbonus wäre in diesen Fällen die Entscheidung wohl auch nicht zugunsten der Solaranlage getroffen worden.

Wenn ein Brennwertkessel eingesetzt wurde, kam häufig auch gleich eine effizientere Umwälzpumpe zum Einsatz. Ein zusätzlicher Kombibonus wird gewährt, wenn neben der Solaranlage auch ein Biomasseanlage oder eine Wärmepumpe zum Einsatz kommt. Dies war in 10 % aller Fälle mit Bonusgewährung der Fall. Bezogen auf die Gesamtzahl aller Geförderten bedeutet dies, dass 3 % mehr als eine Art erneuerbare Energie nutzen. Und ca. 4 % der in 2010 errichteten Solaranlagen wurden in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien betrieben. In über 90 % der Fälle handelt es sich dabei um eine Kombination von Solaranlage mit Biomasseanlage, in weniger als 10 % wurde Solar mit Wärmepumpen kombiniert.

Bonusarten nach Anzahl



Anmerkungen:

- Da für einzelne Anlagen auch mehrere Boni in Anspruch genommen werden können, ergibt die Summe der Prozentwerte mehr als 100 %.

- Der Umwälzpumpenbonus kam nur für Anträge in Frage, die vor dem Förderstopp im Mai 2010 eingingen. Somit erfreute sich dieser Bonus deutlich größerer Beliebtheit, als der Anteil mit 52% am Gesamtjahr wiedergibt.

Abbildung 5: Anteil unterschiedlicher Bonusarten an der Gesamtzahl der Anlagen, die Bonusförderung erhielten

Insgesamt wurden für im Jahr 2010 errichtete Anlagen Bonuszahlungen in Höhe von nur noch 7,5 Millionen € gewährt, das sind weniger als ein Achtel als im Jahr 2009. Der Großteil der Zahlungen entfiel mit 45 % auf den Kesseltauschbonus, gefolgt von dem Effizienzbonus mit 28 % (vgl. Abbildung 6). Besitzer energieeffizienter Gebäude profitieren demnach besonders von dem Bonuskonzept.

Verteilung der Bonusförderung

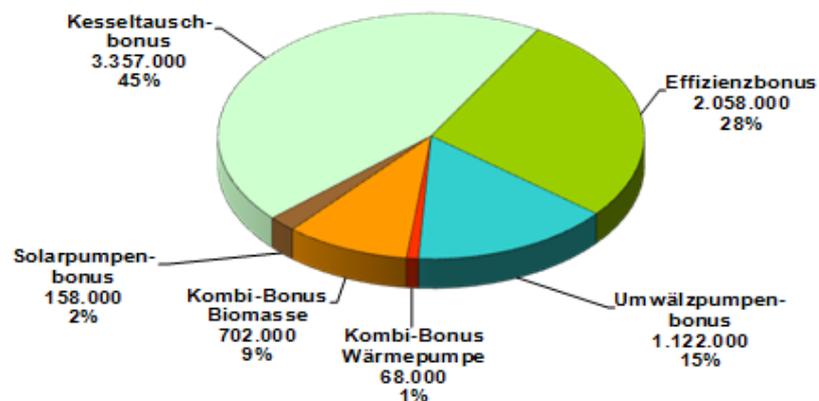


Abbildung 6: Aufteilung der als Boni gewährten Förderzahlungen auf die unterschiedlichen Boni-Arten für in 2010 errichtete Anlagen

3.1.3 KfW

Die Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Anlagen, die im Rahmen von der KfW zugesagten Darlehen mit Tilgungszuschuss errichtet wurden. Sie ist gegliedert nach den förderungsfähigen Technologien. Beantragt ein Antragsteller verschiedene förderfähige Technologien gleichzeitig mit einem Kreditantrag, werden die zugesagten Darlehen je Technologie getrennt verwaltet. Die insgesamt 1.462 Darlehen beziehen sich dadurch tatsächlich nur auf 1.090 gestellte Kreditanträge.

Der Schwerpunkt der Förderanträge liegt mit 876 errichteten Anlagen im Bereich der Wärmenetze, wobei 279 Anträge im Zusammenhang mit der Errichtung einer Biomassekesselanlage gestellt wurden. Der überwiegende Anteil der übrigen Anlagen bezieht sich auf Wärmenetze, die bestehende Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ergänzen. Im Rahmen der elektronischen KfW-Statistik werden keine Informationen erfasst, welche erneuerbare Wärmeenergie in diese Wärmenetze eingespeist wird. Informationen über die Art der eingespeisten Wärme aus erneuerbaren Energien werden ausschließlich auf dem Antrag auf Tilgungszuschuss erfasst.

Der zweite Schwerpunkt der Anträge liegt im Bereich der Biomasseanlagen für die Wärmeerzeugung. Hierbei handelt es sich um einen Anteil von 359 Anlagen (25 %). In dieser Zahl sind auch diejenigen Anlagen enthalten, die im Zusammenhang mit Wärmenetzen beantragt wurden. Ohne Wärmenetz wurden 80 Anlagen errichtet, wobei keine Informationen vorliegen, ob diese Anlagen mit oder ohne Wärmenetz betrieben werden.

Weitere 15,5 % der Anlagen verteilen sich auf die verbleibenden Technologien.

Tabelle 3: Inbetriebnahmen im KfW-Teil 2010

Fördertatbestände KfW	Inbetriebnahmen 2010	Prozent
Wärmenetz	876	59,9%
Große Biomasse-Anlage	359	24,5%
Biogasleitungen	71	4,9%
Solarkollektoranlage	87	5,9%
Große Wärmespeicher	62	4,2%
Tiefengeothermie	4	0,3%
KWK-Biomasse-Anlage	2	0,1%
Biogasaufbereitung	1	0,1%
Gesamt	1.462	100%

3.2 Installierte Leistung

Über das MAP wurde im Jahr 2010 insgesamt eine Leistung von 770,5 MW gefördert. Davon entfielen auf den BAFA-Teil mehr als 80 %. Im Folgenden wird für beide Teile getrennt die installierte Leistung weiter differenziert beschrieben.

3.2.1 BAFA

Im Jahr 2010 wurden im BAFA-Teil des MAP Anlagen mit einer Gesamtleistung von knapp 630 MW gefördert, dies ist ein Rückgang um über 70 % gegenüber 2009 (vgl. Tabelle 4). Dabei entfielen auf die Biomasseanlagen und die Solarkollektoranlagen mit 287,7 MW respektive 281,1 MW gleichgroße Anteile. Demgegenüber trugen Wärmepumpen mit etwas mehr als einem Zehntel zur installierten Gesamtleistung bei. Innerhalb der Biomasse liegt der Schwerpunkt der installierten Gesamtleistung deutlich auf den Pelletkesseln.

Im Bereich der Solarthermie dominieren Flachkollektoren deutlich (vgl. Abbildung 7). Während diese jedoch im Vergleich zum Vorjahr 2009 Einbußen von 71 % hinnehmen mussten, ist der Rückgang bei Röhrenkollektoren mit 61 % etwas geringer ausgefallen.

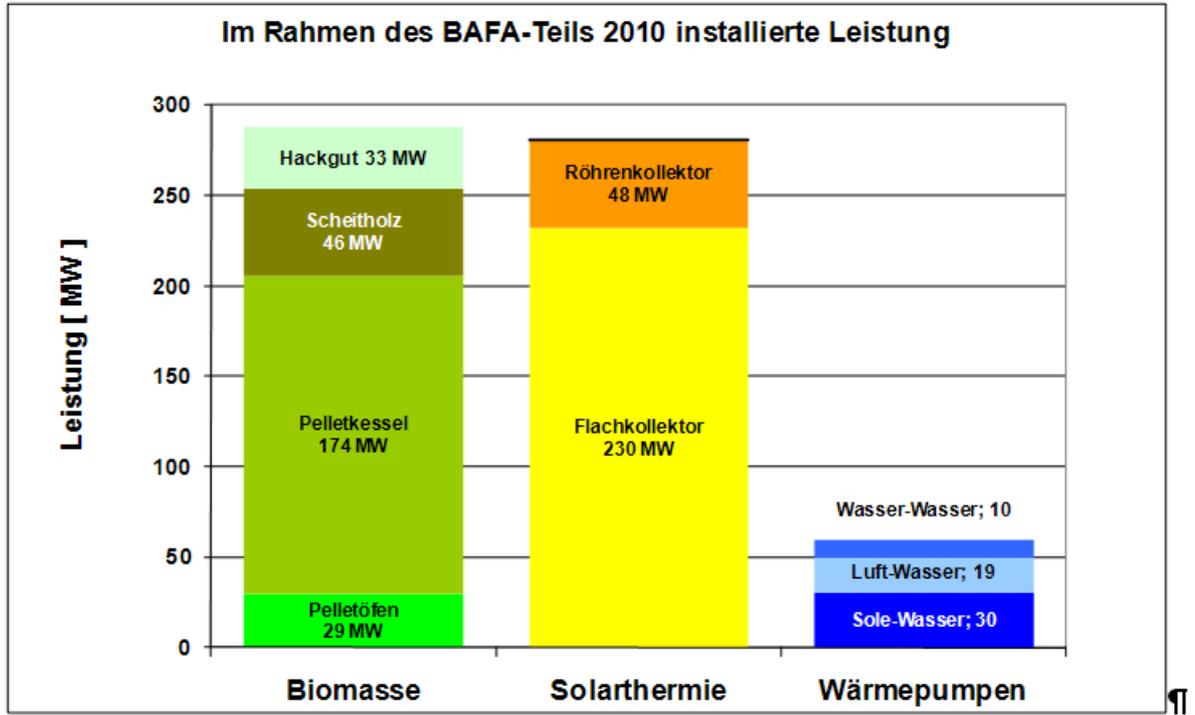


Abbildung 7: Aufteilung der im Jahr 2010 installierten Leistung MAP geförderter Anlagen im BAFA-Teil

Tabelle 4: Installierte Leistung BAFA-Teil 2007-2010

Installierte Leistung in kW	2007	2008	2009	2010
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	46.345	153.637	171.103	29.491
Pelletkessel	126.194	406.172	342.507	176.257
Scheitholz	194.252	427.774	406.046	48.159
Hackgut	60.009	69.332	67.720	33.778
keine Angabe.	4.851	0	73	0
Biomasse gesamt	431.650	1.056.915	987.448	287.685
Solarthermie BAFA ¹				
Raumheizung	348.942	771.047	648.749	260.747
Flachkollektor	307.168	671.025	546.930	213.806
Röhrenkollektor	41.180	99.149	100.837	46.466
Luftkollektor	541	870	947	474
Speicherkollektor	52	4	35	0
Warmwasserbereitung	215.549	345.394	273.808	20.132
Flachkollektor	195.187	314.169	248.408	17.917
Röhrenkollektor	20.284	31.126	25.303	2.157
Luftkollektor	15	83	68	8
Speicherkollektor	63	16	29	49
Prozesswärme	446	567	667	194
Flachkollektor	350	515	563	125
Röhrenkollektor	48	52	104	69
Luftkollektor	48	0	0	0
Kälteerzeugung	29	32	21	60
Flachkollektor	26	20	21	60
Röhrenkollektor	3	12	0	6
Flachkollektor, gesamt	502.731	985.729	795.923	231.909
Röhrenkollektor, gesamt	61.515	130.339	126.244	48.699
Luftkollektor, gesamt	604	953	1.015	483
Speicherkollektor, gesamt	116	19	64	49
Solarthermie gesamt	564.966	1.117.040	923.246	281.133
Wärmepumpen ²				
Sole-Wasser	107.792	181.620	144.242	30.168
Luft-Wasser	109.834	144.730	104.637	19.498
Wasser-Wasser	26.677	35.552	25.454	9.680
Sonstige	88	221	1.199	0
Wärmepumpen gesamt	208.681	362.122	275.531	59.346
BAFA Förderprogramm, gesamt				
Biomasse, gesamt	431.650	1.056.915	987.448	287.685
Solarthermie, gesamt	564.966	1.117.040	923.246	281.133
Wärmepumpen, gesamt	208.681	362.122	275.531	59.346
BAFA, gesamt	1.205.297	2.536.077	2.186.225	628.163

Anmerkungen:

¹ Annahme für Umrechnung aus Kollektorfläche $1 \text{ m}^2 = 0,7 \text{ kW}$

² Schätzwert auf Basis der durchschnittlichen Leistung aus der Rechnungsauswertung 2010 Sole-Wasser WP 13,1 kW/Anlage in Bestandsbauten, 9,1 kW/Anl. im Neubau (2009: 13,0 kW/Anl. bzw. 9,2 kW/Anl.; 2008: 13,6 kW/Anl. bzw. 9,5 kW/Anl.), Luft-Wasser WP 12,1 kW/Anlage in Bestandsbauten, 7,6 kW/Anl. im Neubau (2009: 12,9 kW/Anl. bzw. 9,4 kW/Anl.; 2008: 12,9 kW/Anl. bzw. 9,5 kW/Anl.)

3.2.2 KfW

Die im Rahmen des KfW-Programms geförderten Anlagen unterscheiden sich insofern in ihrer Art von den vom BAFA geförderten Anlagen, als dass sich hier der Großteil der geförderten Anlagen nicht direkt in installierter Leistung ausdrücken lässt. So wurde 2010 der überwiegende Teil der Förderung (59 %) für Wärmenetze verausgabt, die zwar in Verbindung mit einer Heizzentrale errichtet werden, jedoch einen eigenen Fördertatbestand bilden, deren Charakteristika in Trassenlänge, Wärmemenge und Verluste beschrieben werden. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, gibt Tabelle 5 einen Überblick über die im Rahmen des KfW-Programms installierte (Heiz-) Leistung: Im Anschluss werden die Spezifika der einzelnen Technologien im Detail erläutert.

Der Großteil (110 MW, 72 %) der installierten Leistung wird von Biomasseanlagen erbracht, während die solarthermischen Anlagen mit knapp 4 MW den geringsten Anteil darstellen (vgl. Tabelle 5). Die Leistung der vier geförderten tiefengeothermischen Anlagen wird auf 28 MW geschätzt.

Tabelle 5: Kapazität der in Betrieb genommenen Anlagen im KfW-Teil nach Technologien

	Inbetriebnahmen 2010	Kapazität in kW
Biomasse KfW		
Hackgut	319	102.300
Pellet	35	6.373
andere Brennstoffe	5	1.345
Biomasse KfW, gesamt	359	110.018
Solarthermie KfW¹		
Raumwärme / Trinkwasser	84	3.741
Flachkollektor	67	2.910
Vakuurröhrenkollektor	17	831
Prozesswärme	2	148
Kälteerzeugung	1	29
Solarthermie KfW, gesamt	87	3.919
Tiefengeothermie, gesamt	4	28.400
KfW, gesamt	450	142.337

Anmerkung:

¹ Umrechnungsfaktor 0,7 kW/m² Kollektorfläche

3.2.2.1 Große EE-Wärmespeicher

Das Investitionsvolumen für den Bereich der in 2010 in Betrieb genommenen Wärmespeicher betrug 3,0 Mio. €, das Kreditvolumen ca. 2,6 Mio. €. Der zugesagte Tilgungszuschuss für diesen Bereich beträgt 0,7 Mio. €.

3.2.2.2 Große Biomasseanlagen

Die Gesamtleistung der im Jahr 2010 in Betrieb genommenen Biomasseanlagen verteilt sich nahezu gleichmäßig auf die gewählten Leistungsklassen (<200 kW; 200-500 kW; 500-1.000 kW; >1.000 kW), wobei zu berücksichtigen ist, dass die Anzahl der Anlagen in

den einzelnen Leistungsbereichen stark differiert (vgl. Tabelle 6). Hinsichtlich der Anzahl der Anlagen liegen 63,2 % der Anlagen im Leistungsbereich bis 200 kW. Im Leistungsbereich oberhalb von 1.000 kW finden sich nur 4,5 % aller Anlagen. Diese 4,5 % der Anlagen verfügen jedoch in Summe über die gleiche Leistung wie die 63,2 % der Anlagen unter 200 kW.

Tabelle 6: Installierte Leistung der in 2010 in Betrieb genommenen Biomasseanlagen im KfW-Teil

	Leistungsklassen				Gesamt
	Anlagen mit Leistungsangabe				
	<200 kW	200-500 kW	500-1000 kW	>1000 kW	
Anzahl	227	77	39	16	359
Leistung	29.160	23.843	28.344	28.670	k.A.

Als Brennstoff kommen in mehr als 80 % der Anzahl der Anlagen Holzhackschnitzel bzw. Kombinationen mit anderen Brennstoffen zum Einsatz. Der ausschließliche Einsatz von Pellets ist überwiegend auf kleinere Anlagen beschränkt. Der ausschließliche Einsatz von anderen Brennstoffen ist äußerst gering.

3.2.2.3 Wärmespeicher

Insgesamt wurden im Jahr 2010 62 Wärmespeicher in Betrieb genommen. Für 42 Wärmespeicher standen Angaben über das Volumen in elektronischer Form zur Verfügung. Auf dieser Basis wurden die Werte für die 62 Speicher extrapoliert. Das Speichervolumen summierte sich auf 3.173 m³. Dies entspricht einem mittleren Speichervolumen von ca. 51 m³ je Speicher. Bei einer angenommenen Temperaturspreizung für die Speicherenergienutzung von 20 K beträgt die mittlere Speicherkapazität 1.190 kWh.

3.2.2.4 Wärmenetze

Im Jahr 2010 wurden insgesamt 876 Netze in Betrieb genommen. Für 700 Wärmenetze standen elektronisch erfasste Informationen zur Netzlänge zur Verfügung. Hochgerechnet auf die 876 Netze wurde eine Netzlänge von 604,3 km ermittelt, dies entspricht einer mittleren Netzlänge von 690 m. Angaben über die Anzahl der Wärmeübergabestationen lagen in elektronischer Form für 688 Netze vor. Diese beträgt 5.340, wodurch sich eine mittlere Anzahl von 8 Wärmeabnehmern je Netz ergibt. Extrapoliert auf 876 Netze ergeben sich ca. 6.675 Wärmeabnehmer.

In insgesamt fünf Netzen der 700 detailliert ausgewerteten Netzen betrug die Anzahl der Wärmeübergabestationen mehr als 100 Abnehmer (Summe: 701), das entspricht 13,2 % aller Abnehmer. In ca. 576 Netzen sind weniger als zehn Abnehmer angeschlossen, wobei der Mittelwert bei 3,2 Abnehmern liegt.

3.2.2.5 Tiefengeothermie

2010 wurden insgesamt sieben Darlehen (Tranchenzusagen) mit Tilgungszuschuss für vier tiefengeothermische Anlagen bereit gestellt. Durch die Verschiebung des Evaluierungszeitpunkts auf das Wertstellungsdatum der Tilgungszuschüsse ergibt sich, dass vier der sieben wertgestellten Darlehen bereits im Vorjahr evaluiert wurden. Auf Basis der vorhandenen Unterlagen wurde die in 2010 zugebaute tiefengeothermische Leistung mit 28 MWth abgeschätzt. Drei der geförderten Anlagen sind an ein Wärmenetz gekoppelt und weisen eine installierte geothermische Leistung zwischen 8 und 11 MWth auf. Eine der geförderten Anlagen mit einer Leistung von 1,3 MWth wird balneologisch sowie für die

lokale Wärmebereitstellung genutzt. Im Vergleich zum Vorjahr, unter Berücksichtigung des bisherigen Evaluierungszeitpunkts, wurde in 2010 eine geringere Leistung zugebaut.

Tabelle 7: Installierte Leistung und Energiemenge der in 2010 geförderten tiefergeothermischen Anlagen

Anträge Tiefengeothermie	Thermische Leistung geothermischer Teil	Wärmeerzeugung geothermisch
Anlage 1	11 MW _{th} ¹	110,0 GWh/a ¹
Anlage 2	8 MW _{th} ¹	23,6 GWh/a ³
Anlage 3	1,32 MW _{th} ²	4,0 GWh/a ³
Anlage 4	8,1 MW _{th} ²	24,3 GWh/a ³
Gesamt	28,4 MW_{th}	161,9 GWh/a

Anmerkungen:

¹ Abschätzung auf Basis Antragsunterlagen. Die im Antrag bzw. Verwendungsnachweis angegebene Leistung wurde mit den angegebenen Reservoirparametern abgeglichen. Bei Unstimmigkeiten wurde der aus den Reservoirparametern ableitbare Wert als thermische Leistung des geothermischen Teils angenommen.

² Wert gemäß Verwendungsnachweis

³ Annahme 3.000 Volllaststunden auf Basis Geotis-Datenbank, <http://www.geotis.de/> Zugriff Juni 2010

3.3 Energiebereitstellung aus geförderten Anlagen

Als Grundlage für die Berechnung weiterer Angaben, wie der substituierten fossilen Energie, der vermiedenen Emissionen sowie der damit verbundenen externen Kosten ist die Abschätzung der von den MAP geförderten Anlagen bereitgestellte Wärme erforderlich. Für die Bestimmung der oben genannten weiteren Angaben wird auf die Berechnungsmethode des UBA zurückgegriffen (UBA 2009). Somit beziehen sich die Angaben der Biomasseanlagen auf die erneuerbare Endenergie, also den gesamten Brennstoffeinsatz, während sich die Angaben zur Solarthermie und zu den Wärmepumpen auf die Nutzenergie beziehen, also die für Energiedienstleistungen zur Verfügung gestellte Wärme (und in vernachlässigbarer Größe auch Kälte). Aufgrund der methodischen Unterschiede von Wärmenetzen und Biogasleitungen und -aufbereitungsanlagen konnten für diese keine verlässlichen Angaben zu Wärmemengen erhoben werden.

Die Tabelle 8 gibt einen Überblick über die ermittelten Energiemengen. Im Anschluss werden die zu ihrer Bestimmung getroffenen Annahmen für die einzelnen Technologien erläutert.

Tabelle 8: Jährliche Energiebereitstellung aus im Jahr 2010 errichteten Anlagen, die durch das MAP gefördert wurden

Erneuerbarer Energiegestehung in GWh/a	Erneuerbare Endenergie	Nutzenergie
Biomasse		
Biomasse BAFA	466,9 GWh	359,8 GWh
Pelletöfen	15,7 GWh	12,3 GWh
Pelletkessel	304,5 GWh	237,5 GWh
Scheitholz	85,1 GWh	63,8 GWh
Hackgut	61,5 GWh	46,1 GWh
Biomasse KfW	365,9 GWh	275,0 GWh
Hackgut	341,0 GWh	255,8 GWh
Pellet	20,4 GWh	15,9 GWh
andere Brennstoffe	4,5 GWh	3,4 GWh
Biomasse, gesamt	832,8 GWh	634,8 GWh
Solarthermie		
Solarthermie BAFA	107,7 GWh	107,7 GWh
Raumheizung	97,3 GWh	97,3 GWh
Warmwasserbereitung	10,3 GWh	10,3 GWh
Prozesswärme	0,1 GWh	0,1 GWh
Kälteerzeugung	0,0 GWh	0,0 GWh
Solarthermie KfW	1,7 GWh	1,7 GWh
Raumheizung / Warmwasserbereitung	1,7 GWh	1,7 GWh
Prozesswärme	0,1 GWh	0,1 GWh
Kälteerzeugung	0,0 GWh	0,0 GWh
Solarthermie, gesamt	109,5 GWh	109,5 GWh
Wärmepumpen (nur BAFA) ¹		
Wärmepumpen (nur BAFA) ¹	95,7 GWh	138,4 GWh
Sole-Wasser ¹	51,4 GWh	71,9 GWh
Luft-Wasser ¹	29,5 GWh	45,4 GWh
Wasser-Wasser ¹	14,8 GWh	21,2 GWh
Tiefengeothermie (nur KfW) ^{1,2}	161,9 GWh	140,9 GWh
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs ²		
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs ²	316,4 GWh	275,3 GWh
BAFA, gesamt	670,4 GWh	606,0 GWh
KfW, gesamt	845,9 GWh	692,9 GWh
MAP, gesamt	1.516,3 GWh	1.298,9 GWh

Anmerkungen:

¹ Erneuerbare Endenergie entspricht der Erd- bzw. Umweltwärme

² Annahme Verteilungsverluste bis Verbraucher 13 %

Bei Betrachtung der aus erneuerbaren Energien bereitgestellten Endenergiemenge fällt auf, dass diese in 2010 im Vergleich zum Vorjahr „nur“ auf knapp 45 % des Vorjahreswertes zurückgegangen ist, wohingegen die Zahl der in 2010 errichteten Anlagen auf ein Viertel gefallen ist. Hierfür gibt es mehrere Gründe:

- Der Rückgang der Anlagenzahlen hat vorwiegend bei den BAFA-Anlagen stattgefunden. Diese Anlagen sind im Vergleich zu KfW-Anlagen durchschnittlich kleiner und tragen somit weniger stark zum Rückgang des Zubaus bei. Im Gegensatz dazu hat der Rückgang bei der KfW deutlich weniger stark stattgefunden, was somit einen weniger starken Rückgang an Anlagen mit hoher Leistung verursacht hat.

- Der Anlagen-Mix hat sich dahingehend verändert, dass der Anteil an Anlagen mit einer hohen Energiebereitstellung zugenommen hat.
- Der Anteil der Geothermie ist stark gestiegen. In diesem Bereich gibt es nur wenige Anlagen, die jedoch einen beachtlichen Anteil des Zubaus ausmachen.

3.3.1 Biomasseanlagen

Zur Abschätzung der in den installierten Biomasseanlagen jährlich eingesetzten Endenergie wurden als grundlegende Annahmen zunächst die Jahresvolllaststunden festgelegt. Dabei wurde für alle Anlagen außer den Pelletöfen zwischen Bestandsgebäuden und Neubau unterschieden. Für Zentralheizungen im Bestand wurden 1.400 h/a angesetzt, 1.100 h/a im Neubau. Für Pelletöfen wurde in beiden Fällen 400 h/a angenommen, da diese handbeschickten Anlagen eher zum Zuheizen betrieben werden.

Für große Biomasseanlagen, welche in größeren Wohngebäuden, Wärmenetzen oder Prozessanwendungen betrieben werden, wurden 2.500 Volllaststunden angesetzt.

Für die Anlagennutzungsgrade wurde auf eine Erhebung im Rahmen der letzten Evaluierung des MAP zurückgegriffen. Für Pellet- und Scheitholzheizungen wurden 78 %, für Hackgutanlagen und Pelletöfen 75 % angenommen.

3.3.2 Wärmenetze

Auf der Basis der Verwendungsnachweise wurden die Angaben zur Wärmeabgabe und zu den Netzverlusten ausgewertet. Angaben zur Wärmeabgabe standen für 700 Netze mit einer Länge von 482,9 km zur Verfügung. Die Anzahl der Hausübergabestationen in diesen Netzen beträgt 5.340. Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche Netzlänge von ca. 61 m/Abnehmer.

Die Angaben zur Wärmeabgabe individueller Netze sind lückenhaft, sodass auf eine Abschätzung des Wärmeabsatzes verzichtet wird.

Aus der im Folgenden dargestellten Auswertung von 700 Anträgen auf Verwendungsnachweis, die auf die 876 Anlagen der KfW-Datenbank extrapoliert wurden, wurden weiterhin Wärmenetze identifiziert, die die Abwärme von bestehenden Biogasanlagen (Motor-BHKWs) erschließen.

Es handelt sich hierbei um ca. 255 km Netzlänge welche ca. 255 GWh/a Wärme erschließen (Annahme hier: 1.000 kWh/m).

3.3.2.1 Brennstoffe

Die Verteilung auf Brennstoffquellen basierend auf den ausgewerteten Verwendungsnachweisen, die sich ausschließlich auf Wärmenetze beziehen, zeigt, dass im Jahr 2010 die Anlagen auf der Basis Holz deutlich überwiegen (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Brennstoffeinsatz bei reinen Wärmenetzen

Wärmenetz (Brennstoff)				
Gesamt	Holz	Biogas	Keine Angabe	Sonstige
876	515	282	27	52
100%	59%	32%	3%	6%

3.3.2.2 Netzverluste

Die Angaben zu den erwarteten Netzverlusten variieren in einer großen Bandbreite. Aus den ausgewerteten Unterlagen lagen Informationen für 688 Netze vor. Der mittlere erwartete Netzverlust aller Angaben mit einer Angabe zum Netzverlust beträgt 9 %. Dieser Wert ist jedoch als sehr niedrig und nicht realistisch einzustufen, da ein Wert unter 10 % in aller Regel nur von sehr gut ausgelasteten Netzen erreicht wird. Die Mehrzahl der Antragsteller gibt sehr niedrige Netzverluste an. Von den 688 verfügbaren Angaben zu den Netzverlusten liegen 353 unter 8 %, davon wiederum liegen 205 Angaben unter 5 % Netzverlusten. Nur wenige dieser Netze (20) mit Netzverlusten kleiner als 5 % weisen eine Netzlänge von weniger als 50 m auf. Keines der Netze diente der Prozesswärmeversorgung. Auch die Auswertung der Angaben zur installierten Leistung weisen in die gleiche Richtung, da es sich, soweit Angaben zu den installierten Leistungen vorliegen, überwiegend um Anlagen im Leistungsbereich bis 50 kW handelt. Die niedrigen Angaben zu den Netzverlusten sind somit nicht durch die Besonderheiten der jeweiligen Situation z. B. kurze Netze und hohe Leistungen, bei den Anlagen und Netzen zu erklären.

Bei den geförderten Netzen handelt es sich in aller Regel um kleinere Netze mit einer geringen Anzahl von Abnehmern. Bei dieser Größe von Wärmenetzen spielt der Gleichzeitigkeitsfaktor der Abnehmer eher eine untergeordnete Rolle, sodass es hier zu keiner wesentlichen zur Verstärkung der Last kommt. Somit ist bei diesen Netzgrößen mit deutlich höheren Verlusten zu rechnen, insbesondere dann, wenn die Warmwasserversorgung ebenso über diese Netze erfolgt.

Vernachlässigt man aufgrund der unrealistisch niedrig angegebenen Verluste Wärmenetze mit Verlusten von weniger als 5 % bzw. weniger als 8 %, so ergeben sich mittlere Netzverluste von 13 % bzw. 15 %. Diese Werte erscheinen im Vergleich mit Erfahrungswerten deutlich plausibler. Mögliche Ursachen für die falschen Angaben können nur vermutet werden:

- Kleinere Netze werden nicht sorgfältig genug geplant.
- Die Zusammenhänge zwischen Erzeugung, Einspeisung, Verteilung, Bedarf und Netzverlusten sind nicht bekannt.

Die Netzverluste werden derzeit von der KfW nicht geprüft.

3.3.3 Solarthermie

Für die Abschätzung des solaren Beitrags zur Erzeugung von Nutzenergie im jeweiligen Gesamtsystem wurden die folgenden spezifischen Wärmeerträge angenommen (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Annahmen bezüglich des spezifischen solaren Wärmertrages

Spezifischer solarer Wärmertrag in kWh/m ² *a	Warmwasserbereitung	Raumheizung, Prozesswärme, Kälteerzeugung
Flachkollektor	350	250
Röhrenkollektor	438	313
Luftkollektor	350	250
Speicherkollektor	350	250

3.3.4 Wärmepumpen

Für einen hohen Klimanutzen von Wärmepumpen ist eine hohe Jahresarbeitszahl von großer Bedeutung. Im MAP sind daher strenge Anforderungen an die Jahresarbeitszahl definiert, welche sich an den besten Beispielen orientierten, die in Feldtests ermittelt wurden. Die bisherige Erfahrung zeigte, dass die Jahresarbeitszahlen, die in den beim BAFA eingehenden Anträgen angegeben werden, im Mittel sehr viel höher sind, als dies aus Feldtests zu erwarten wäre. Es wird hier versucht, die Ursachen für diese große Diskrepanz näher zu beleuchten.

Tabelle 11 zeigt die Jahresarbeitszahlen, wie sie sich im Mittel über alle im Jahr 2010 beim BAFA eingereichten Anträge ergeben. Diese Mittelwerte haben sich gegenüber der Auswertung der Anträge des Jahres 2009 praktisch nicht geändert. Des Weiteren zeigt die Tabelle die mittleren Werte aus einer insgesamt 181 Wärmepumpen umfassenden Stichprobe mit vollständig ausgefüllten Fachunternehmererklärungen. Die letzte Spalte zeigt die Jahresarbeitszahlen, welche sich durch Nachrechnen aus den Angaben der Fachunternehmer zur maximalen Vorlauftemperatur, dem COP-Wert und weiteren Kontrollwerten ergaben. Die Unterschiede zwischen der Nachberechnung und der Angabe der Jahresarbeitszahl im Antragsformular sind nur gering.

Tabelle 11: Vergleiche von Jahresarbeitszahlen für 2010 (Mittelwerte)

Wärmepumpentyp	Mittelwert aus allen BAFA-Anträgen 2010	Mittelwert aus der Rechnungsauswertung		Annahmen für Rechnung
		Angaben im Antragsformular	Berechnet aus Angaben in der Fachunternehmererklärung	
Sole/Wasser, Neubau	4,49	4,50	4,41	3,70
Sole/Wasser, Altbau	4,45	4,45	4,28	3,43
Luft/Wasser, Neubau	3,75	3,73	3,77	3,00
Luft/Wasser, Altbau	3,78	3,77	3,69	2,82
Wasser/Wasser, Neubau	4,69	4,75	4,69	3,62
Wasser/Wasser, Altbau	4,61	4,56	4,36	3,30

Ein besonders wichtiger Wert bei der Berechnung der Jahresarbeitszahl gemäß VDI 4650 ist die maximale Vorlauftemperatur, welche von der Wärmepumpe an den kalten Tagen des Jahres bereitgestellt werden muss. Hier zeigt die Auswertung der Stichprobe, dass für 70 der insgesamt 74 Neubauten umfassenden Stichprobe ein einheitlicher Wert von 35°C angegeben wurde. Für Altbauten lagen die Werte zwischen 30 und 55°C und im Mittel bei 43°C und damit um 2 °C geringer als im Vorjahr. Diese Werte sind um etwa 10 K geringer als dies aus Feldtests z.B. des FhG-ISE zu erwarten wäre. Diesem Unterschied in den Vorlauftemperaturen würde eine Differenz von etwa 0,3 bis 0,4 im Mittelwert der berechneten Jahresarbeitszahl entsprechen. Mit dieser Differenz kann aber höchstens die Hälfte des Unterschiedes zwischen den auf den Antragsformularen gegenüber dem BAFA gemachten Angaben und den in Feldtests ermittelten Werten für die Jahresarbeitszahl erklärt werden. Die im MAP angekündigte messtechnische Evaluation der Wärmepumpenförderung könnte u.a. zur Aufklärung dieser Diskrepanz beitragen.

3.3.5 Tiefengeothermie

Den Antragsunterlagen kann die geothermisch installierte Leistung entnommen werden. Die jeweils angegebene Leistung wurde mit den angegebenen Reservoirparametern abgeglichen. Bei Unstimmigkeiten wurde der aus den Reservoirparametern ableitbare Wert als thermische Leistung des geothermischen Teils angenommen. Für die Abschätzung

der jährlichen Jahresvolllaststunden wurden öffentlich verfügbare Daten und Erfahrungswerte genutzt. Es zeigt sich, dass der geothermische Anlagenteil bei Anlagen mit Wärmenetz meist eine Jahresvolllaststundenzahl von etwa 3.000 h/a erreicht. Die in 2010 zugebaute jährliche erneuerbare Endenergiemenge liegt damit bei 162 GWh/a.

3.4 Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel

Die Fördermittel für die im Jahr 2010 in Betrieb genommenen Anlagen beliefen sich auf 157 Mio. €, wovon 89 Mio. € im Rahmen des BAFA Programms und 68 Mio. € durch die KfW zugesagt wurden. In den Jahren 2009 und 2008 belief sich das Fördervolumen noch auf 418 Mio. € bzw. 387 Mio. €. Dieses entspricht somit insgesamt einem Rückgang von 62 % im Vergleich zum Jahr 2009 (vgl. Tabelle 12). Hierbei ist anzumerken, dass der Rückgang im BAFA-Teil mit 72 % deutlich größer ausfällt, als im KfW-Teil, dessen Fördervolumen lediglich um 29 % gesunken ist. Die Fördermittel der KfW sind vor allem im Vergleich zum Jahr 2009 relativ stabil. Insgesamt wurden durch die Förderung Investitionen von ca. 870 Mio. € ausgelöst. Die folgende Auswertung bezieht sich auf die im Jahr 2010 errichteten Anlagen.

Tabelle 12: Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel 2008, 2009 und 2010

in Mio. €	Ausgelöste Investitionen				Fördermittel			
	2008	2009	2010	Veränderung 09/10	2008	2009	2010	Veränderung 09/10
KfW	61,10	432,0	269,5	-38%	16,3	96,2	67,9	-29%
BAFA	2.287,50	2.050,2	600,9	-71%	370,5	321,4	88,8	-72%
Gesamt	2.348,60	2.482,2	870,4	-65%	386,8	417,7	156,7	-62%

Im Folgenden werden BAFA- und KfW-Teil gesondert detaillierter analysiert.

3.4.1 BAFA

Die bei der Rechnungsauswertung erfassten Investitionen umfassen

- die **Anlage**: Biomassekessel, Solarkollektor und Wärmepumpe
- die **Anlagenperipherie**: Pufferspeicher, Regelungstechnik, Wärmemengenzähler, zugehörige Pumpen und Anschlussmaterial, bei Sole/Wasser- bzw. Wasser/Wasser-Wärmepumpen den Erdwärmetauscher bzw. den Brunnen
- die **Montage**

Die angegebenen Nettoinvestitionen, d.h. Investitionen ohne Umsatzsteuer, wurden – wo möglich – auf Basis der angegebenen Nettoinvestitionen und der Ergebnisse der Rechnungsauswertung korrigiert und beziehen sich somit auf den Anlagenteil, der sich der geförderten erneuerbaren Energie zurechnen lässt.

Bei Rechnungen, bei denen für das Gesamtsystem wichtige Komponenten, wie z.B. Pufferspeicher etc. fehlten, wurde diese Position durch einen entsprechenden Mittelwert ergänzt. Somit wurden die vom BAFA ausgewiesenen Investitionen teilweise auch nach oben korrigiert. Für die Korrektur wurden die ermittelten spezifischen Investitionen auf die

Grundgesamtheit der jeweiligen Sparte angewandt. Falls eine Korrektur aufgrund mangelnder oder zu geringer Anzahlen bei der Rechenauswertung nicht möglich war, wurden die vom BAFA angegebenen Werte übernommen. Dies war jedoch nur für einen sehr geringen Anteil der gesamten Investitionssumme der Fall.

Die Gesamthöhe der durch BAFA-Förderung im Jahr 2010 getätigten Nettoinvestitionen belief sich auf 601 Mio. €. Entsprechend der Anlagenanzahl lässt sich erkennen, dass die größte Einzelposition Anlagen der Solarthermie zukommt und zwar der Raumheizung (vgl. Tabelle 13). Diese hatten im Jahr 2010 einen Anteil von mehr als 50 % der gesamten BAFA-Fördermittel. Gefolgt werden die Raumwärme-Solaranlagen von den Pelletkesseln, welche 27 % der Fördermittel ausmachten. Insgesamt sind die ausgelösten Investitionen um 70 % gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen.

Tabelle 13: Nettoinvestitionen (korrigiert) und Fördermittel BAFA-Teil

in Tsd.	2008		2009		2010	
	Investitionen	Fördermittel	Investitionen	Fördermittel	Investitionen	Fördermittel
Biomasse BAFA						
Pelletöfen	50.949 T€	17.646 T€	52.186 T€	16.589 T€	10.292 T€	2.058 T€
Pelletkessel	298.280 T€	52.983 T€	285.993 T€	47.947 T€	139.419 T€	21.911 T€
Scheitholz	195.858 T€	19.806 T€	179.472 T€	19.093 T€	20.082 T€	2.119 T€
Hackgut	30.494 T€	1.533 T€	35.214 T€	1.602 T€	18.713 T€	745 T€
keine Angabe.	T€	1.220 T€	48 T€	7 T€	T€	T€
Biomasse, gesamt	575.581 T€	93.187 T€	552.915 T€	85.237 T€	188.507 T€	26.833 T€
Solarthermie BAFA						
Raumheizung	799.541 T€	152.115 T€	703.177 T€	131.114 T€	293.118 T€	40.450 T€
Flachkollektor	651.000 T€	131.929 T€	542.549 T€	110.408 T€	227.469 T€	33.195 T€
Röhrenkollektor	147.241 T€	20.010 T€	159.494 T€	20.541 T€	65.062 T€	7.182 T€
Luftkollektor	1.296 T€	177 T€	1.122 T€	161 T€	587 T€	73 T€
Speicherkollektor	4 T€	0,4 T€	12 T€	3 T€	T€	T€
Warmwasserbereitung	371.033 T€	47.552 T€	346.770 T€	41.566 T€	26.713 T€	2.377 T€
Flachkollektor	322.652 T€	42.525 T€	304.831 T€	37.153 T€	22.584 T€	2.078 T€
Röhrenkollektor	48.186 T€	5.006 T€	41.795 T€	4.394 T€	4.068 T€	295 T€
Luftkollektor	157 T€	19 T€	123 T€	15 T€	8 T€	1 T€
Speicherkollektor	37 T€	2 T€	21 T€	4 T€	52 T€	3 T€
Prozesswärme	620 T€	95 T€	854 T€	125 T€	241 T€	28 T€
Flachkollektor	547 T€	86 T€	695 T€	103 T€	139 T€	17 T€
Röhrenkollektor	73 T€	8 T€	159 T€	22 T€	102 T€	10 T€
Kälteerzeugung	39 T€	6 T€	36 T€	4 T€	96 T€	9 T€
Flachkollektor	16 T€	3 T€	36 T€	4 T€	88 T€	9 T€
Röhrenkollektor	24 T€	3 T€	T€	T€	9 T€	1 T€
Flachkollektor, gesamt	974.720 T€	174.544 T€	852.069 T€	147.669 T€	249.252 T€	35.299 T€
Röhrenkollektor, gesamt	195.999 T€	25.027 T€	200.874 T€	24.957 T€	69.299 T€	7.488 T€
Luftkollektor, gesamt	1.453 T€	195 T€	1.245 T€	176 T€	595 T€	75 T€
Speicherkollektor, gesamt	42 T€	3 T€	33 T€	7 T€	52 T€	3 T€
Solarthermie, gesamt¹	1.172.214 T€	199.769 T€	1.054.221 T€	172.809 T€	319.198 T€	42.865 T€
Wärmepumpen²						
Sole-Wasser	321.488 T€	47.545 T€	270.994 T€	40.662 T€	53.403 T€	7.094 T€
Luft-Wasser	176.331 T€	17.597 T€	130.992 T€	13.512 T€	29.056 T€	2.481 T€
Wasser-Wasser	52.095 T€	12.112 T€	39.014 T€	8.880 T€	10.071 T€	1.968 T€
Sonstige	1.034 T€	121 T€	2.097 T€	329 T€	708 T€	99 T€
Wärmepumpen, gesamt	550.948 T€	77.375 T€	443.097 T€	63.383 T€	93.237 T€	11.642 T€
BAFA Förderprogramm, gesamt						
Biomasse, gesamt	575.581 T€	93.373 T€	552.915 T€	85.237 T€	188.507 T€	26.833 T€
Solarthermie, gesamt	1.172.214 T€	199.769 T€	1.054.221 T€	172.809 T€	319.198 T€	42.865 T€
Wärmepumpen, gesamt	550.948 T€	77.375 T€	443.097 T€	63.383 T€	93.237 T€	11.642 T€
BAFA, gesamt	2.298.743 T€	370.516 T€	2.050.233 T€	321.429 T€	600.942 T€	81.340 T€

Anmerkungen:

Werte in kursiver Schrift wurden anhand der Rechenauswertung korrigiert

¹ Differenzen der Gesamtsumme entstanden durch die Korrektur der Daten anhand der im Rahmen der Rechenauswertung ermittelten spezifischen Investitionen.

² Aufgrund ausstehender Auswertung der Rechnungen 2008 wurden die Nettoinvestitionen 2008 direkt aus der BAFA-Datenbasis entnommen.

Das Investitionsvolumen für die kleinen solarthermischen Anlagen bis 40 m² Kollektorfläche wurde aus den Rechnungsstichproben des BAFA ermittelt (vgl. Tabelle 14). Es beinhaltet sowohl die Hardware- als auch die Installationskosten für die Errichtung der Solaranlage. Sind die Installationskosten nicht explizit in den Rechnungen ausgewiesen, wurden zu ihrer Bestimmung die gesamten Installationskosten anteilig gemäß dem Verhältnis zwischen Kosten von solarer und nicht-solarer Hardware berücksichtigt.

Tabelle 14: Überblick über die Ergebnisse der Rechnungsauswertung für solarthermische Anlagen bis 40 m² Kollektorfläche

Verwendung	Kollektortyp	Anzahl	Fläche in m ²	Investition in €	Eingesetzte Fördermittel in €	Spezifische Investition €/m ²
Kombianlage	Flachkollektor	154	2.047	1.524,462	223,434	745
	Röhrenkollektor	41	426	417,539	47,865	980
Trinkwassererwärmung	Flachkollektor	21	120	105,879	10,755	882
	Röhrenkollektor	4	21	27,722	1,970	1,320
Gesamt		220	2.614	2.075,602	284,024	794

3.4.2 KfW

Die folgende Tabelle stellt die Gesamtinvestitionen den Darlehensvolumina sowie den entsprechenden Tilgungszuschüssen der in 2010 errichteten Anlagen gegenüber. Die Darlehenssumme ist in vielen Fällen geringer als die Gesamtinvestition. Mit den Darlehen wurden durchschnittlich 70 % der angegebenen Investitionen finanziert, ein gegenüber dem Vorjahr unveränderter Wert. Knapp 54 % der gesamten Investitionen und 58 % der angegebenen Zuschüsse beziehen sich auf Wärmenetze. Zählt man noch die großen Biomasseanlagen hinzu, welche in vielen Fällen mit einem solchen Wärmenetz verbunden sind, so kommen nochmals 15 % bzw. 4 % hinzu.

Tabelle 15: Übersicht über Anzahl, Investitionen, Kreditvolumina und Tilgungszuschüsse im KfW-Teil der im Jahr 2010 errichteten Anlagen

	Inbetriebnahmen 2010	Summe Investition	Kreditvolumen	Zuschuss	Abschätzung Zinsvorteil ¹
Wärmenetz	876	141.404.637	97.923.435	42.554.431	6.290.364
Große Biomasse-Anlage	359	38.975.898	29.694.542	2.786.002	1.907.505
Biogasleitungen	71	10.804.000	10.250.960	3.105.000	658.497
Solarkollektoranlage	87	7.476.804	4.637.918	2.243.041	297.929
Wärmespeicher	62	3.212.461	2.588.739	706.210	166.294
Tiefengeothermie	4	66.300.000	28.970.000	15.863.000	1.860.963
KWK-Biomasse-Anlage	2	288.613	288.600	7.740	18.539
Biogasaufbereitung	1	1.010.000	1.010.000	303.000	64.880
Gesamt	1.462	269.472.412 €	175.364.192 €	67.568.425 €	11.264.970 €

Anmerkung:

¹ Der Zinsvorteil wurde in den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt, da es sich nur um eine Abschätzung handelt

3.4.2.1 Große solarthermische Anlagen

Tabelle 16 gibt eine Übersicht zu den von der KfW geförderten solarthermischen Anlagen.

Tabelle16: Aufteilung der solaren Investitionskosten auf Kollektortypen (n=55)

	installierte Fläche m ²	Nennwärmeleistung kW _{th}	solare Invest.-kosten €	spez. solare Invest.-kosten €/m ²	spez. solare Invest.-kosten €/kW _{th}
Flachkollektoren	3.044	2.190	2.508.138	824	1.145
Vakuumröhrenkollektoren	863	569	756.550	877	1.329
Luftkollektoren	75	50	45.814	611	916
Summe	3.982	2.809	3.310.501	771	1.130

3.4.2.2 Wärmenetze

Es wurden für im Jahr 2010 in Betrieb genommene Wärmenetze Investitionen in Höhe von 141,4 Mio. € ausgelöst, wobei das zugehörige Kreditvolumen 97,9 Mio. € beträgt. Den Investitionen für die Wärmenetze sind auch die entsprechenden Anteile für die Gebäude der Heizzentrale, die Hausanschlüsse und die Wärmeübergabestationen der Hausanschlüsse zugeordnet, sodass sich diese nicht ausschließlich auf die Rohrleitungen beziehen. Der zugesagte Tilgungszuschuss für diesen Bereich beträgt 42,5 Mio. €.

3.4.2.3 Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung

Das gesamte Investitionsvolumen, das den im Jahr 2010 in Betrieb genommenen Anlagen im Bereich der Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung zuzuordnen ist, beträgt im Jahre 2010 39,0 Mio. €, wobei das Kreditvolumen im Bereich des MAP 29,7 Mio. € beträgt. Die Investitionen für die Erzeugungsanlagen werden sorgfältig von den Investitionen zur Wärmeverteilung abgegrenzt, so dass die hier aufgeführten Investitionen ausschließlich dem Bereich der Erzeugung zuzuordnen sind. Der zugesagte Tilgungszuschuss für diesen Bereich beträgt 2,8 Mio. €.

3.4.2.4 Wärmespeicher

Das Investitionsvolumen für den Bereich der in 2010 in Betrieb genommenen Wärmespeicher betrug 3,0 Mio. €, das Kreditvolumen ca. 2,6 Mio. €. Der zugesagte Tilgungszuschuss für diesen Bereich beträgt 0,7 Mio. €.

3.4.2.5 Tiefengeothermie

Die durch das MAP im Bereich Tiefengeothermie ausgelösten Investitionen für den tiefengeothermischen Anlagenteil liegen im Jahr 2010 bei 66 Mio. €. Auf Basis von Erfahrungswerten wird abgeschätzt, dass die ausgelösten Gesamtinvestitionen inkl. Wärmenetz bei mindestens 120 Mio. € liegen. Im Vergleich zum Vorjahr (bisheriger Evaluierungszeitpunkt) sind die ausgelösten Investitionen etwas geringer.

Tabelle 17: Überblick über die geförderten tiefengeothermischen Anlagen

	Nettoinvestition	Darlehen	Tilgungszuschuss
	Mio. €	Tsd. €	Tsd. €
Anlage 1	19,75 ^a	10.000 ^c	5.362 ^c
Anlage 2	21,23 ^a	8.500 ^c	4.621 ^c
Anlage 3	0,75 ^a	470	263
Anlage 4	24,57 ^b	10.000 ^c	5.617 ^c
Gesamt	66,30	28.970	15.863

Anmerkungen:

^a gemäß Verwendungsnachweis

^b Wert auf Basis Antragsunterlagen

^c Darin enthalten sind Zusagen über Darlehen in Höhe von 1,5 bis 2,5 Mio. € und über einen Tilgungszuschuss von jeweils 1,25 Mio. €, deren Verwendung noch nicht nachgewiesen wurde und die ggf. nur reduziert gewährt werden (nach Verwendungsnachweis)

3.4.2.6 Biogasleitungen und -aufbereitung

Insgesamt wurden im Jahr 2010 71 mit MAP-Mitteln geförderte Biogasleitungen mit einer durchschnittlichen Leitungslänge von 1.530 m in Deutschland errichtet (*Anmerkung: für die Berechnung der Leitungslängen wurden nur ab 2009 eingegangene Anträge berücksichtigt, da für die 2008 beantragten Anlagen diese Angaben nicht abgefragt wurden*). Die gesamten dadurch angestoßenen Investitionen betragen 11 Mio. €. Im Durchschnitt wurden 152.000 € je Anlage für den Bau von Biogasleitungen investiert.

Im gleichen Zeitraum wurde eine Biogasaufbereitungsanlage mit einer Kapazität von stündlich 300 m³ aufbereitetes Biogas errichtet und im Rahmen des MAP mit Darlehen und Tilgungszuschuss gefördert. Die angestoßenen Investitionen betragen 1 Mio. €. Die Förderzusagen aus 2009 und 2010 werden sich erst in der Evaluierung des Folgejahres niederschlagen.

3.5 Vermiedene CO₂ - Emissionen

Zur Bestimmung der durch die im Rahmen des MAP installierten Anlagen vermiedenen Emissionen wurde der Ansatz des Umweltbundesamtes angewendet (UBA 2009). Mit der „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“ hat das UBA Schadstoffvermeidungsfaktoren für verschiedene erneuerbare Energiesysteme abgeleitet, welche durch Multiplikation mit der entsprechenden erneuerbaren Energiemenge eine Abschätzung der vermiedenen Emissionen zulässt. Allerdings sind die verfügbaren Vermeidungsfaktoren teilweise auf einem hohen Aggregationsniveau angegeben und ebenfalls an zahlreiche Annahmen geknüpft. Für die Wärmepumpentypen Sole-Wasser und Luft-Wasser wurden daher die Faktoren zurückgerechnet und die Annahmen bezüglich der Jahresarbeitszahlen und der Verteilung Bestand-Neubau berücksichtigt.

Auch für die solarthermischen Anlagen wurden Annahmen getroffen, welche von Rahmenbedingungen des MAP abweichen. So wurde vom UBA eine Verteilung von 75 % zu 25 % zwischen Flach- und Röhrenkollektoren angenommen mit durchschnittlich je 4 m² und 10,5 m². Da allerdings vom UBA keine Angaben zum spezifischen solaren Wärmeertrag gemacht wurden, konnten diese Werte nicht zurückgerechnet werden. Daher können

die durch Solarthermie vermiedenen Emissionen nur als aggregierter Gesamtwert angegeben werden. Für Biogasleitungen und -aufbereitungsanlagen wurde ein alternativer Ansatz zur Bestimmung der vermiedenen CO₂-Emissionen verfolgt, welcher weiter unten erläutert wird.

Mit Hilfe des MAP errichtete Wärmenetze wurden insoweit berücksichtigt, dass ein Teil der Abwärme aus Biogasanlagen fossile Einzelheizungen ersetzt. Für die entsprechenden Emissionsfaktoren wurden ebenfalls die Annahmen aus dem Bericht des UBA herangezogen. Für den Teil der Wärmenetze, welche durch Anlagen auf Basis fester Biomasse beheizt werden, wurde – um eine Doppelzählung zu vermeiden – angenommen, dass diese durch die großen KfW-geförderten Biomasseanlagen abgedeckt sind.

Folgende Tabelle 18 und Abbildung 8 geben eine Übersicht über die ermittelten jährlich vermiedenen CO₂-Emissionen. Insgesamt werden durch im Jahr 2010 errichtete Anlagen, die durch das MAP gefördert wurden, knapp 404 Tsd. Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr vermieden.

Tabelle 18: Durch 2010 im Rahmen des MAP errichtete Energieerzeugungs-Anlagen vermiedene CO₂-Emissionen

Vermiedene Emissionen in t/a	CO ₂ -Äquivalente	CO ₂
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	111.704	110.809
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	28.339	27.658
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	1.265	1.223
Feste Biomasse-H(K)W	105.027	100.726
Biogasaufbereitung ¹	36.996	34.576
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKW s	76.230	82.719
Tiefe Geothermie H(K)W	11.077	10.557
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	5.127	4.981
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	2.412	2.347
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	742	710
Luft-Wasser Wärmepumpe Neubau	540	523
Solarthermie-Mix	24.504	23.864
Gesamte Vermiedene Emissionen	403.963	400.693

Anmerkung:

¹ s. Ableitung unten

Es lässt sich erkennen, dass die Anlagen zur Verfeuerung von fester Biomasse für mehr als die Hälfte der gesamten vermiedenen CO₂-Emissionen verantwortlich sind. Zählt man noch die Biogasaufbereitungsanlagen sowie die durch Wärmenetze erschlossenen Biogas-BHKWs hinzu, so ist die Biomasse für ca. 60 % der CO₂-Vermeidung verantwortlich. Die solarthermischen Anlagen kommen trotz ihrer verhältnismäßig großen Anzahl auf lediglich rund 25 Tausend Tonnen pro Jahr, das sind 6 % der gesamten vermiedenen Emissionen.

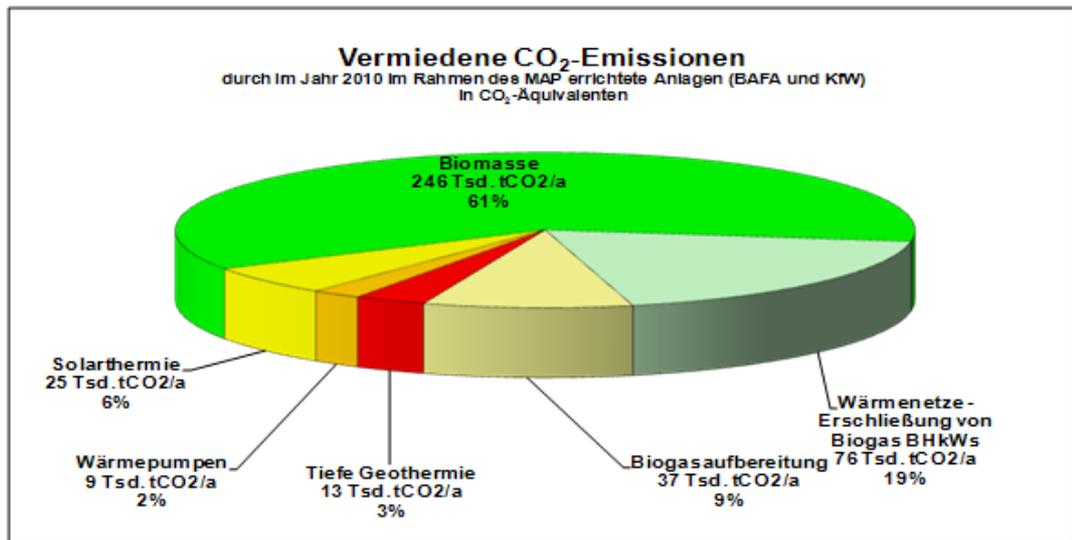


Abbildung 8: Zuordnung der vermiedenen Emissionen zu einzelnen Technologiegruppen

3.5.1 Annahmen Biogasleitungen

Biogasleitungen führen nicht per se zu einer Einsparung an CO₂. Sie tragen allerdings dazu bei, dass die Wärmenutzung der Biogas-BHKW erhöht wird, da ein Teil des Biogases in unmittelbarer Nähe zu einer Wärmesenke genutzt wird. Um diesen Effekt zu quantifizieren, wird auf Ergebnisse einer Befragung von 75 Betreibern von Biogasleitungen (Installation Sept. 2008 bis Sept. 2009) zurückgegriffen, von denen 36 geantwortet haben (Pehnt et al. 2010). Basierend auf diesen Überlegungen wird ein durchschnittlicher Treibhausgas-Reduktionsfaktor pro Anlage errechnet. Es wird angenommen, dass die Stromerzeugung aus Biogas-Anlagen in Anlehnung an (Dreher et al. 2009) 849 g Treibhausgase/kWh_{el} bei Stromeinspeisung und 294 g/kWh_{th} Wärmebereitstellung mindern. Der Wärmesubstitutionsfaktor ergibt sich dabei aus der Überlegung, dass ein typischer ländlicher Heizungs mix substituiert wird.

Dazu ist zunächst zu unterscheiden zwischen Biogasanlagen, die gänzlich neu gebaut wurden (33 %). Bei diesen wurde in den meisten Fällen ein BHKW am Fermenter-Standort und mittels einer Biogasleitung ein BHKW beim Endnutzer („Satelliten-BHKW“) errichtet. Nur in einem Fall wurde lediglich ein Satelliten-, nicht jedoch ein BHKW am Fermenter-Standort neu errichtet und die Prozesswärme aus einem Biogas-Kessel erzeugt. Zum anderen gibt es Anlagen, die erweitert bzw. umgebaut wurden, beispielsweise durch Errichtung eines zusätzlichen sog. Satelliten-BHKW beim Endnutzer (etwa weil der Fermenter zuvor nicht vollständig ausgelastet war; 53 % der Fälle) oder durch Modernisierung oder Umgruppierung vorhandener BHKW, wenn beispielsweise zuvor zwei BHKW am Fermenter installiert waren, von denen eins an einen Standort mit hohem Wärmebedarf verschoben wird.

Die Wärme am BHKW beim Endnutzer wird zum größten Teil in ein Nahwärmenetz eingespeist (66 %) oder für die Beheizung von Betriebsgebäuden verwendet (53 %); zudem wird die Wärme zur Beheizung von Ställen genutzt (22 %) (Mehrfachnennungen möglich). Allerdings ist es durchaus nicht so, dass 100 % der Wärme des Satelliten-BHKW genutzt wird. In den befragten Anlagen lag die mittlere Wärmenutzung bei 75 %. Die Hälfte der Anlagen wies eine Wärmenutzung von weniger als 70 % auf. Bei der Bestimmung der CO₂-Einsparung durch Biogas-Leitungen sind verschiedene, z. T. gegenläufige Effekte zu betrachten:

Zum einen sorgen die Biogasleitungen gegenüber einem reinen Fermenter-BHKW für eine verbesserte Wärmeabnahme. Die Installation einer Biogasleitung kann dazu beitragen, zusätzliche Biomasse-Potenziale zu erschließen, in dem der Fermenter besser ausgelastet wird. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Biogasleitung ursächlich für die Kapazitätserweiterung ist. In den meisten Fällen handelt es sich dabei allerdings nicht um Gülle, die sonst nicht genutzt worden wäre, sondern um nachwachsende Rohstoffe. Allerdings kann man die Klimaschutzwirkung dieses zusätzlichen Biomasse-Einsatzes nicht ohne weiteres der Biogasleitung zuordnen, da unklar ist, was mit den nachwachsenden Rohstoffen alternativ geschehen wäre; wie viele der Anlagen ansonsten durch Erweiterung des Fermenter-BHKW sowieso vergrößert worden wären.

Zum anderen ergibt sich aber eine Differenz bezüglich des elektrischen Wirkungsgrades: wenn die Alternative wäre, ein großes oder zwei kleinere BHKW zu installieren, ergibt sich eine Wirkungsgraddifferenz, die bis zu einigen Prozentpunkten betragen kann. Außerdem ergibt sich ggf. ein zusätzlicher Hilfsstrombedarf für den Kompressor, der aus der Betreiberbefragung abgeleitet werden kann. Von den befragten Anlagen besitzen zwei Drittel als Komponenten der Gasaufbereitung einen Kompressor zur Druckerhöhung. Die elektrische Anschlussleistung des Kompressors beträgt zwischen 2 und 5 kW_{el} bzw. i. d. R. 0,3 bis 1 % der elektrischen Leistung des Satelliten-BHKW.

Basierend auf diesen Überlegungen wird in Pehnt et al. (2010) ein durchschnittlicher Treibhausgas-Reduktionsfaktor pro Anlage errechnet.

Im Durchschnitt ergeben sich THG-Einsparungen pro Anlage von rund 240 t/a bei Neubauten und 600 t/a bei Erweiterung oder Umgruppierung von BHKW, jeweils gegenüber einer Anlage ohne Biogasleitung. Der vergleichsweise geringere Wert bei Neubauten erklärt sich damit, dass einige der Anlagen eine sehr geringe Wärmenutzung sowohl des Fermenter- wie auch des Satelliten-BHKW aufweisen. In vielen der Anlagen ist auch das Fermenter-BHKW vergleichsweise groß ausgelegt – meist größer als das Satelliten-BHKW. Damit ist der erzielbare Zusatzeffekt vergleichsweise gering.

Hochgerechnet auf alle 71 Biogasleitungen BHKW werden – unter der Annahme einer ähnlichen Verteilung Neubau (ein Drittel)/Erweiterung (zwei Drittel) wie bei den Anlagen, die mittels Fragebogen in Pehnt et al. (2010) ausgewertet wurden -, rund 37 kt pro Jahr bzw. 735 kt über 20 Jahre vermieden (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Resultierende THG-Einsparungen durch Biogasleitungen

	THG-Einsparung					
	pro Anlage				Hochgerechnet (n=71)	
	t/a			t/20 a	t/a	t/20 a
	Mittel	von	bis	Mittel		
Neubau Satelliten-BHKW	242	-61	641	4.835		
Erweiterung Satelliten-BHKW, Umgruppierung	605	0	2.974	12.099		
Neubau Satelliten-BHKW ohne Ferm.-BHKW	732	-	-	14.640		
Gesamt					36.756	735.115

3.5.2 Annahmen Biogasaufbereitung

Analog zur letzten Evaluierung wird in Anlehnung zu den Berechnungen des ZSW in Pehnt et al. (2010) die THG-Einsparung der einen realisierten Biogasaufbereitung mittels der Annahme quantifiziert, dass das eingespeiste Erdgassubstitut vollständig in dezentralen KWK-Anlagen genutzt wird und dass die Beheizung des Fermenters mit Biorohgas erfolgt. Daraus ergibt sich eine THG-Minderung von 240 t/a oder, bezogen auf 20 Jahre, 4,8 kt.

3.6 Vermiedene externe Kosten

Für die Abschätzung der vermiedenen externen Kosten stützt sich die Evaluierung aus Gründen der Konsistenz auf die Annahmen des Projektes „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmemarkt“ (ISI et al 2010).

Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse der Berechnung der vermiedenen Kosten. Dabei entfallen wiederum fast 70 % auf die Biomasse und Solarthermie zusammen. Allerdings ist festzuhalten, dass aufgrund der schlechteren Emissionswerte bei den Schadstoffgruppen der Stickoxide, Kohlenwasserstoffe und der Staubemissionen die Biomassenanlagen auch negative externe Kosten erzeugen. Diese wurden von den vermiedenen externen Kosten abgezogen.

Tabelle 20: Durch im Rahmen des MAP 2010 errichtete Anlagen vermiedene externe Kosten

Vermiedene Externe Kosten in Mio. Euro	CO2	CH4	N2O	SO2	NOx	Staub	NM VOC	Gesamt
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	10,9	0,2	-0,1	0,4	0,0	-0,2	-0,3	10,9
Feste Biomasse-Scheitholzessel (HH)	2,7	0,1	0,1	0,2	-0,1	0,0	0,0	3,0
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Feste Biomasse-H(K)W	9,9	0,8	0,0	0,2	-1,5	0,0	0,0	9,3
Biogas-Mix (BHKW)	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	8,1	-0,5	-2,1	0,5	-0,2	0,0	0,0	5,9
Tiefe Geothermie H(K)W	1,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	1,1
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Luft-Wasser Wärmepumpe Neubau	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Solarthermie-Mix	2,3	0,2	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	2,5
Gesamt	39,3	1,0	-2,4	1,3	-1,6	-0,3	-0,3	37,0

4. Ergebnisse der Evaluation

4.1 Wachstum der Märkte

4.1.1 Kleine Biomasseanlagen

Die vom bayerischen Kaminkehrerhandwerk für das gesamte Bundesgebiet ausgewerteten Statistiken zu den durchgeführten Erstmessungen von Holzkesseleln verzeichnen bis

zum Jahr 2005 einen starken Zuwachs an messpflichtigen Anlagen (> 15 kW), danach kam es aber bei allen drei Heizkesselgattungen zu einem vorübergehenden Einbruch, der erst durch einen Anstieg in 2009 kompensiert wurde. In 2010 kam es dann erneut zu einem Einbruch der durchgeführten Erstmessungen bei allen messpflichtigen Anlagen. Den Auswertungen zufolge wurden in 2010 in Deutschland 19.006 Holzheizkessel (zum Vergleich 2009: 27.812 Holzheizkessel) erstmalig gemessen, davon waren 59 % Scheitholz-kessel, 16 % Hackschnitzelkessel und 25 % Pelletkessel. Allerdings ist diese Verteilung nicht repräsentativ, weil Feuerungen mit weniger als 15 kW Leistung nicht erfasst wurden. Dadurch dürfte insbesondere die Anzahl der Pelletkessel nochmals deutlich darüber liegen. Das zeigt auch die Schätzung des Deutschen Pelletinstituts, die das Anlagenwachstum in 2010 auf 15.000 schätzen. Inwieweit hier jedoch auch Pelletöfen (Einzelfeuerstätten) enthalten sind, bleibt unklar.

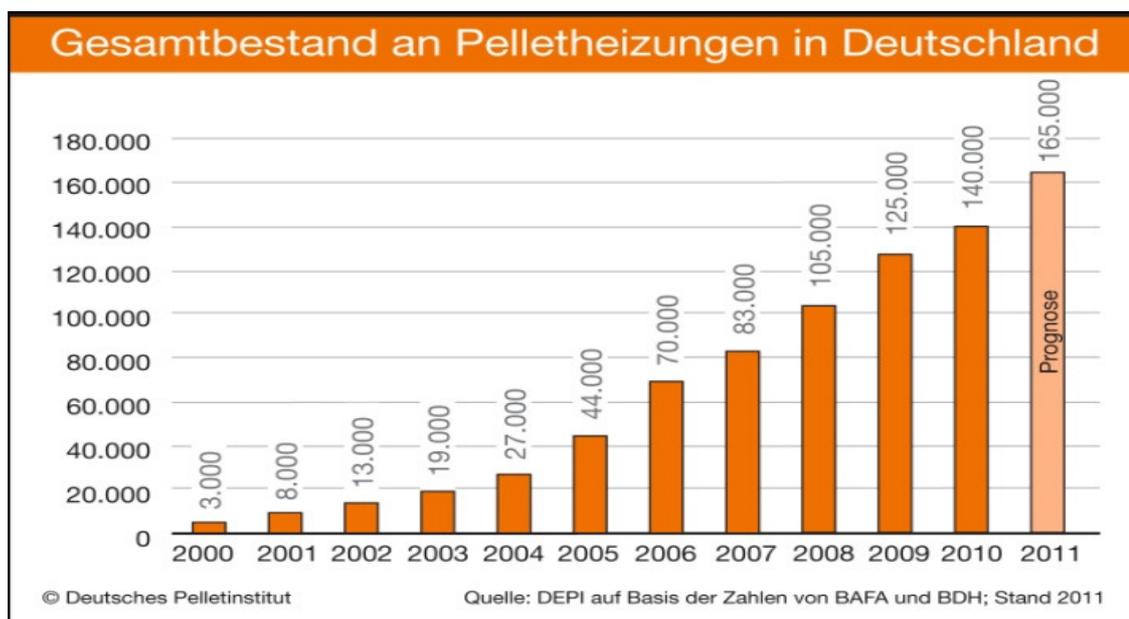


Abbildung 9: Entwicklung des Gesamtbestandes an Pelletheizungen in Deutschland

4.1.2 Große Biomasseanlagen

Die Entwicklung der Antragszahlen in den letzten Jahren gibt eine gute Indikation über die Entwicklung des gesamten Marktes, da davon ausgegangen werden kann, dass nach Möglichkeit verfügbare Förderungen auch genutzt werden.

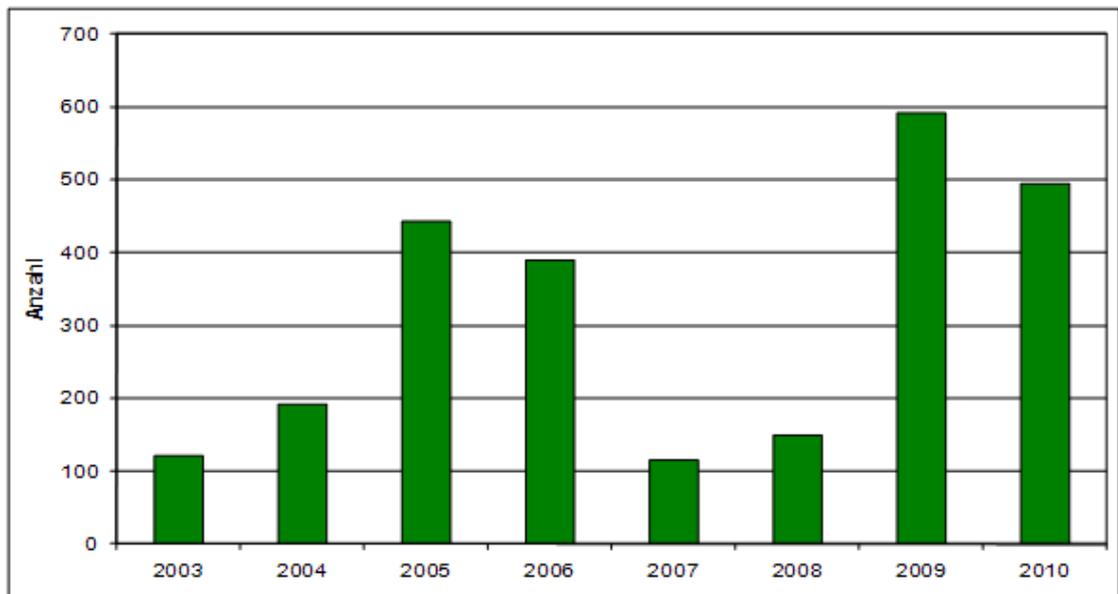


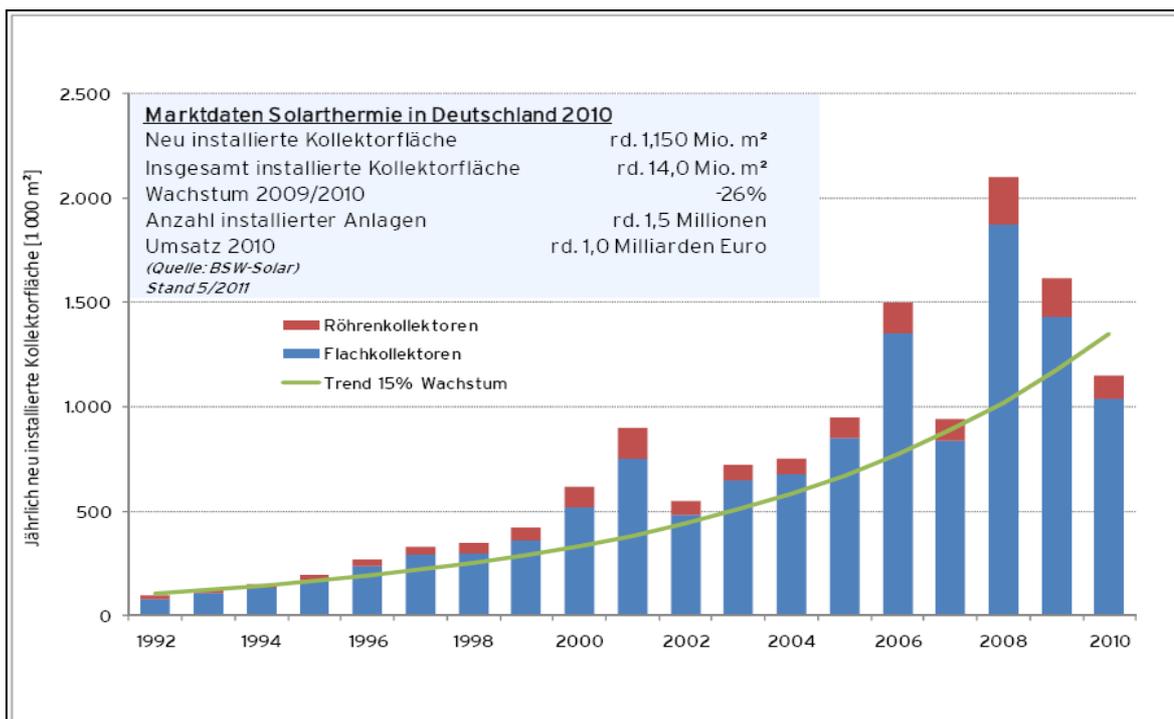
Abbildung 10: Entwicklung der Antragszahlen im Bereich der großen Biomasse

Der Rückgang der Antragszahlen in den Jahren 2007 und 2008 ist nach Ansicht der Autoren im Wesentlichen auf den Rückgang der Förderbeträge von 60 €/kW auf 24 €/kW zurückzuführen. Der starke Anstieg im Jahr 2009 ist auf die stark angestiegenen Energiepreise sowie auf zusätzliche Förderanreize für Pufferspeicher und Wärmenetze zurückzuführen.

Der leichte Rückgang der Antragszahlen kann als Folge der wieder gesunkenen Energiepreise angesehen werden, jedoch können sich hier auch konjunkturelle Einflüsse bemerkbar machen. Die weitere Entwicklung wird sicherlich auch in Zukunft stark von Förderanreizen und dem Energiepreinsniveau bestimmt sein. Eine Kontinuität ist auch weiterhin aus der mittelfristig zu erwartenden Wirksamkeit des EEWärmeG zu erwarten

4.1.3 Solarthermie

Für das Jahr 2010 weist der Markt für solarthermische Anlagen einen Rückgang um ca. 30 % im Vergleich zu 2009 auf. Ausschlaggebend hierfür sind primär die gegenwärtig relativ niedrigen Preise für fossile Energieträger (Öl und Gas) sowie die noch aus der vorangegangenen Wirtschaftskrise resultierende Zurückhaltung privater Konsumenten bei Investition. Zusätzlich hierzu wirkte sich auch der Stopp der Förderung zwischen Mai und Juli 2010 aus. Schließlich bleibt nach wie vor das potenziell bedeutende Marktsegment großer Solarthermieanlagen in Mehrfamilienhäusern weitgehend unbedient.



Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft e. V., Stand Juni 2011

Abbildung 11: Marktentwicklung im Bereich Solarthermie 1991-2010

4.1.4 Wärmepumpen

Im letzten Jahr war eine Konsolidierung des Gesamtabsatzes von Wärmepumpen auf einem im Vergleich zu 2005 hohem Niveau zu beobachten (vgl. Tabelle 21). Der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen am Gesamtabsatz verdoppelte sich in diesem Zeitraum von 27 % auf 52 %. Trotz eines allgemein schrumpfenden Marktes gab es beim Absatz von Luft/Wasser-Wärmepumpen auch noch im Jahr 2010 einen Zuwachs.

Tabelle 21: Anzahl neu installierter Heizungs-Wärmepumpen und Anteil von Luft/Wasser-Wärmepumpen gemäß Erhebungen des BWP

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gesamt	18.487	43.955	44.633	62.452	54.800	51.000
Anteil Luft/Wasser-Wärmepumpe	27%	35%	40%	45%	45%	52%

Ein deutlich anderes Bild ergibt sich bei der Auswertung der Förderstatistik des BAFA (vgl. Tabelle 22). In den Jahren 2008 und 2009 wurden nur etwa halb so viele Wärmepumpen gefördert wie die Anzahl, die vom BWP als Gesamtabsatz ermittelt wurde. Ob daraus geschlossen werden darf, dass die übrigen Wärmepumpen ohne Förderung gebaut wurden, ist nicht gesichert (*Anmerkung: Die in Deutschland abgesetzte Anzahl von Wärmepumpen wird von den Herstellern an einen Notar gemeldet. Dieser leitet nur die anonymisierten Summen weiter. Eine Kontrolle der gemeldeten Zahlen ist daher nicht möglich. Für Neubauten wird die verwendete Heizenergie auch vom Statistischen Bundesamt ermittelt. Im Jahr 2009 wurden gemäß dieser Quelle 21.532 der 95.245 Neubauten mit einer Wärmepumpe ausgestattet. Vom MAP wurden in Neubauten 17.925 Wärmepumpen gefördert, welche Betriebsbereitschaft für das Jahr 2009 gemeldet haben - also nur 17% weniger als der vom Statistischen Bundesamt angegebene Wert.*)

Im Jahr 2010 brach die Anzahl der Förderanträge dramatisch ein, woran sowohl ein zweimonatiger Förderstopp als auch das Auslaufen der Förderung von Wärmepumpen in Neubauten einen wesentlichen Anteil haben.

Von besonderem Interesse ist der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen, da diese eine deutlich schlechtere CO₂-Bilanz aufweisen als Sole/Wasser- oder Wasser/Wasser-Wärmepumpen. In Altbauten ist der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen deutlich größer als im Neubau, da die Installation von Erdwärmetauschern im Altbau schwieriger als im Neubau ist. Da seit Mitte 2010 die MAP-Förderung von Anlagen in Neubauten eingestellt wurde, ist nur noch die Entwicklung des Anteils der geförderten Luft/Wasser-Wärmepumpen in Altbauten von Bedeutung. Im Unterschied zu der Analyse des Gesamtmarktes durch den BWP nimmt der Anteil der durch das MAP geförderten Luft/Wasser-Wärmepumpen nicht zu, sondern ab (vgl. Tabelle 22). Diese Entwicklung ist zu begrüßen, da die Gefahr, dass anstelle von klimafreundlichen Sole/Wasser- oder Wasser/Wasser-Wärmepumpen die weniger effizienten Luft/Wasser-Wärmepumpen installiert werden, dadurch abnimmt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Förderbedingungen des MAP (hohe Anforderung an die Jahresarbeitszahl auch bei Luft/Wasser-Wärmepumpen, geringere Förderung für Luft/Wasser-Wärmepumpen) hierzu beigetragen haben.

Tabelle 22: Anzahl der geförderten Wärmepumpen

	Betriebsbereitschaft gemeldet für das Jahr		
	2008	2009	2010
Alle geförderten Wärmepumpen	31.895	28.953	4.815
- davon im Altbau	15.937	11.028	3.206
- davon Luft/Wasser-WP im Altbau	8.107	5.108	1.152
- Anteil L/W-WP im Altbau an allen im Altbau geförderten WP	51%	46%	36%

4.1.5 Wärmenetze und große Speicher

Die Entwicklung der Darlehns- und Tilgungszusagen im Jahr 2010 im Vergleich zu den Vorjahren zeigt bei den Netzen einen moderaten Anstieg um ca. 10% (1314 zu 1.193 Anträge). Bei den großen Wärmespeichern sind die Zahlen nahezu konstant geblieben (109 zu 104 Anträge). In den Jahren 2007 und 2008 wurden in Summe 318 Anträge gestellt, während im Jahr 2009 ca. 1.200 Darlehen mit Tilgungszuschuss für Wärmenetze zugesagt wurden. Diese Entwicklung zeigt, dass in diesen Bereichen ein deutliches Interesse besteht und der Fördermechanismus seine Wirkung zeigt.

4.1.6 Tiefengeothermie

In 2010 wurden vier Anlagen gefördert. Da eine der in 2010 geförderten Anlagen ausschließlich zu balneologischen Zwecken und zur lokalen Wärmebereitstellung genutzt wird, beliefern gegenwärtig insgesamt 14 tiefengeothermische Anlagen in Deutschland ein Wärmenetz. Im Moment ist ein geringes Marktwachstum zu verzeichnen. Dies wird auch durch die Entwicklung der MAP-Förderung beantragender Projekte widerspiegelt.

4.1.7 Biogasleitungen und -aufbereitung

Das MAP hat mit dazu geführt, dass die Anlagenkonfiguration Biogasanlage plus Biogasleitung an Bekanntheit gewinnt. Zwar ist die Gesamtzahl der Biogasleitung angesichts der großen Anzahl installierter Biogasanlagen immer noch vergleichsweise gering. Allerdings

ist die Zahl der 2010 eingegangenen Anträge deutlich angestiegen. Da viele dieser Anträge allerdings erst 2011 in Betrieb gegangen sein werden, wird sich dieser Trend erst in der Evaluierung 2011 bemerkbar machen.

Der Fördertatbestand für Biogas-Aufbereitungsanlagen wird sich erst in der MAP-Evaluierung 2011 bemerkbar machen. Zugesagt wurden in 2010 Fördermittel für sechs Anlagen, jedoch ist in 2010 nur eine Anlage errichtet worden. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die vielen Anlagen, die im Jahr 2010 zugebaut wurden, aus betriebswirtschaftlichen Gründen größer sind als die im MAP für den Tilgungszuschuss festgelegte maximale Kapazität von 350 m³/h. Zum Vergleich: Ende Mai 2011 waren 52 Einspeiseanlagen in Betrieb, für Ende 2011 werden etwa 100 Anlagen prognostiziert (Biogaspartner 2011).

Fazit

Der Gesamtabsatz von erneuerbaren Wärmeanlagen ist 2010 gegenüber 2009 um 33 % zurückgegangen, und damit stärker als der Gesamtabsatz an Wärmeerzeuger aller Brennstoffarten, der nur um 6 % gegenüber 2009 zurückging. Das Ziel, den Markt für erneuerbare Wärmeanlagen wachsen zu lassen, ist damit verfehlt worden.

4.2 Energiegestehungskosten

4.2.1 Wirtschaftlichkeitsrechnung Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpen

Zur Ermittlung der Energiegestehungskosten wurden für die vergleichbaren Technologien für Einzelheizungen in Ein- und Mehrfamilienhäusern (EFH, MFH) Wirtschaftlichkeitsrechnungen gem. VDI 2067 durchgeführt. Basis der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind Annahmen zu Gebäudewärmebedarf und der daraus resultierenden Heizleistung für verschiedene Gebäudetypen und Größen. Die der Betrachtung zu Grunde gelegten Gebäude entstammen dem Projekt „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmemarkt“ (ISI et. al, 2010). Dabei wurden die Wärmebedarfsmuster von folgenden Häusern der IWU-Gebäudealtersklasse berechnet und als Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsrechnung herangezogen:

- **Ein und Zweifamilienhaus**

- Unsaniert, Jahreswärmebedarf EFH Typ E 57,9 MWh
(Anmerkung: Gebäudetyp E gemäß „Deutsche Gebäudetypologie“ IWU, erbaut zwischen 1958 - 1968)
- Saniert, Jahreswärmebedarf EFH Typ E 29,2 MWh
- ENEV 09, Jahreswärmebedarf EFH Typ J 6,2 MWh (Gas)
(Anmerkung: Gebäudetyp J gemäß „Deutsche Gebäudetypologie“ IWU, erbaut nach 2002)
- Passivhaus, Jahreswärmebedarf EFH Typ J 3,3 MWh (Gas)

- **Mehrfamilienhaus**

- Unsaniert, Jahreswärmebedarf EFH Typ E 582,2 MWh
- Saniert, Jahreswärmebedarf EFH Typ E 295,2 MWh

- ENEC 09, Jahreswärmebedarf MFH Typ E 141,5 MWh (Gas)
- Passivhaus, Jahreswärmebedarf MFH Typ E 75,5 MWh (Gas)

Für den EnEV 09-Standard wurde eine Kostenoptimierung zwischen Dämmung und erneuerbaren Energieeinsatz vorgenommen (IWU 2003). Ein EFH Typ J mit EnEV 09 Standard benötigt beim Einsatz einer Gas-Brennwertheizung also einen besseren Dämmstandard zur Einhaltung der EnEV als ein identisches Haus mit Pelletkessel. Entsprechend niedriger ist der spezifische Wärmebedarf. Die Wirtschaftlichkeitsrechnungen für die folgenden erneuerbaren Energiesysteme wurden durchgeführt:

- **Biomasse**

- Pelletheizung
- Scheitholzvergaserkessel
- Hackgutkessel

- **Solarthermie**

Solarsysteme zur Unterstützung einer Gas-BW-Heizung;
Ausführung jeweils als Flach- und Vakuumröhrenkollektor

- Raumheizung (EFH 14 m²; MFH 70 m²)
- Warmwasserbereitung (EFH 5,8 m²; MFH 24m²)

- **Wärmepumpe**

- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Sole-Wasser-Wärmepumpe

Als fossiles Referenzheizungssystem wurde ein Gas-Brennwertkessel herangezogen, dessen Investitionskosten aus aktuellen Preiskatalogen entnommen wurden (Viessmann 2008, 2009). Die angesetzten Investitionskosten für die erneuerbaren Energiesysteme resultieren aus der Rechnungsauswertung. Wo möglich und sinnvoll wurde daraus eine Funktion abgeleitet, die die spezifischen Investitionskosten in Abhängigkeit von der Anlagengröße darstellt. Aufgrund der großen Streuung der spezifischen Investitionskosten bei solarthermischen Anlagen, bei Biomasse-Hackgutanlagen und bei großen Biomasseanlagen wurden für diese die mittleren spezifischen Investitionskosten für die jeweilige Anwendung zugrunde gelegt (vgl. Tabelle 24, Seite 51).

Für alle zehn Anlagentypen wurde für jedes Gebäude (4 EFH und 4 MFH) die Wirtschaftlichkeit berechnet. Im Folgenden werden die Ergebnisse für den sanierten Bestandsbau des Einfamilienhauses Typ E näher erläutert, da dieser aufgrund seines Wärmebedarfsmusters mit rund 24 MWh Wärmebedarf im Jahr als repräsentativ für eine Vielzahl von Bestandsgebäuden angesehen werden kann. Die Rechnungen zu den anderen Gebäudetypen finden sich im Anhang.

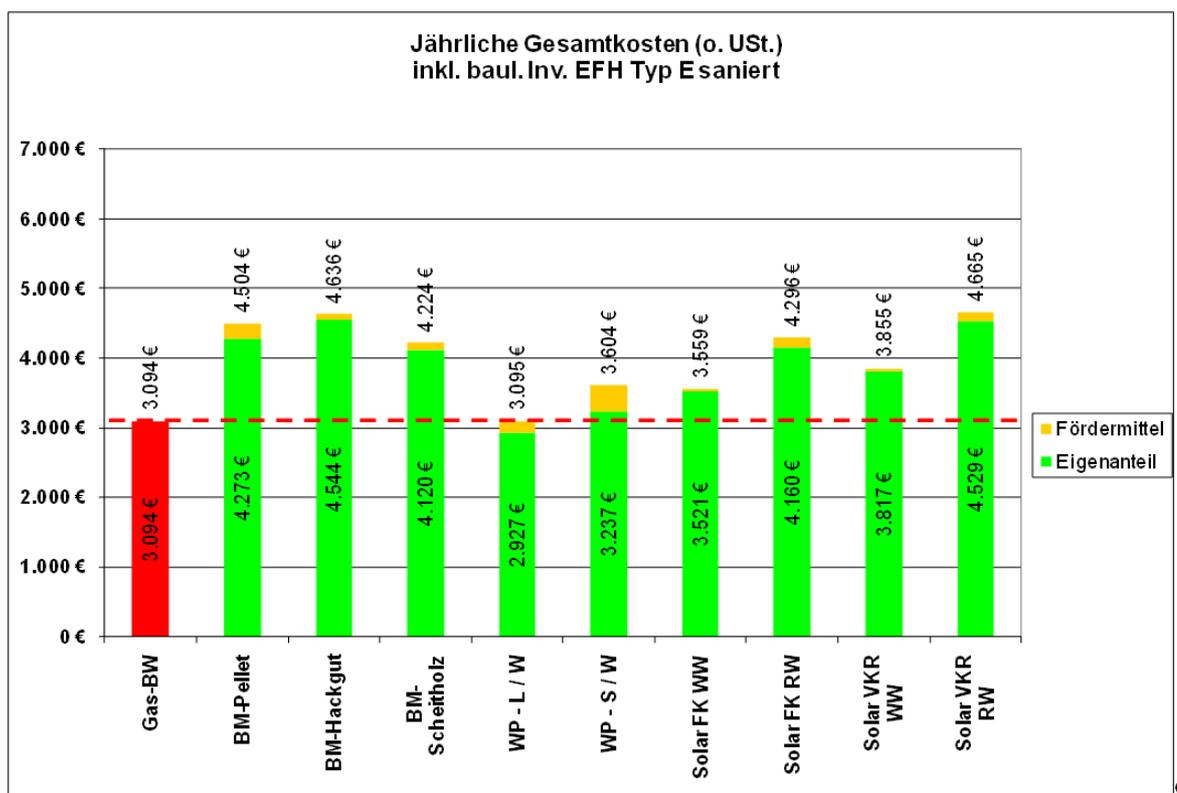
4.2.2 Jährliche Gesamtkosten

In Abbildung 12 sind die jährlichen Gesamtkosten, d.h. die jährlich anfallende Summe aus kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten gegenübergestellt. Es zeigt sich

zunächst, dass für diesen Gebäudetyp im Jahr 2010 die Luft-Wasser-Wärmepumpe mit jährlichen Gesamtkosten von 3.095 €/a die günstigste Heizungsalternative darstellt und liegt somit gleichauf mit einem Gas-Brennwert-Kessel (Referenzsystem) mit Jahreskosten von 3.094 €.

Es lässt sich erkennen, dass die solare Flachkollektoranlage zur Trinkwassererwärmung und die Sole-Wasser-Wärmepumpe nur jeweils 15 % höhere Jahreskosten haben und damit nahe an der Wirtschaftlichkeit liegen. Die gelb dargestellten Fördermittel verbessern die Wirtschaftlichkeit weiter, sodass in diesem Fall die Differenzkosten, also der Abstand zur fossilen Referenzanlage, nur noch 106 € im Falle der Wasser-Wärmepumpe und 427 € pro Jahr bei der solaren Trinkwassererwärmung betragen.

Dadurch, dass es sich bei den angesetzten Investitionskosten um einen Durchschnitt mit einer relativ großen Streuung handelt, kann davon ausgegangen werden, dass ein guter Teil der Sole-Wasser-Wärmepumpen bereits wirtschaftlich und ohne zusätzliche Förderung betrieben werden können. Nicht zuletzt wurden der Rechnung relativ konservative Annahmen bezüglich der Jahresarbeitszahl zu Grunde gelegt. Betrachtet man andere Gebäudetypen mit einem größeren Wärmebedarf, wie z.B. den unsanierten Altbau oder Mehrfamilienhäuser, so zeigt die Rechnung, dass die Luft-Wärmepumpe hier bereits günstiger liegt als die Referenzanlage. Bei den Wärmekosten der Solaranlagen ist zu beachten, dass es sich hierbei um die Gesamtkosten, also inklusive der Wärmeerzeugung durch die Gasheizung, handelt.



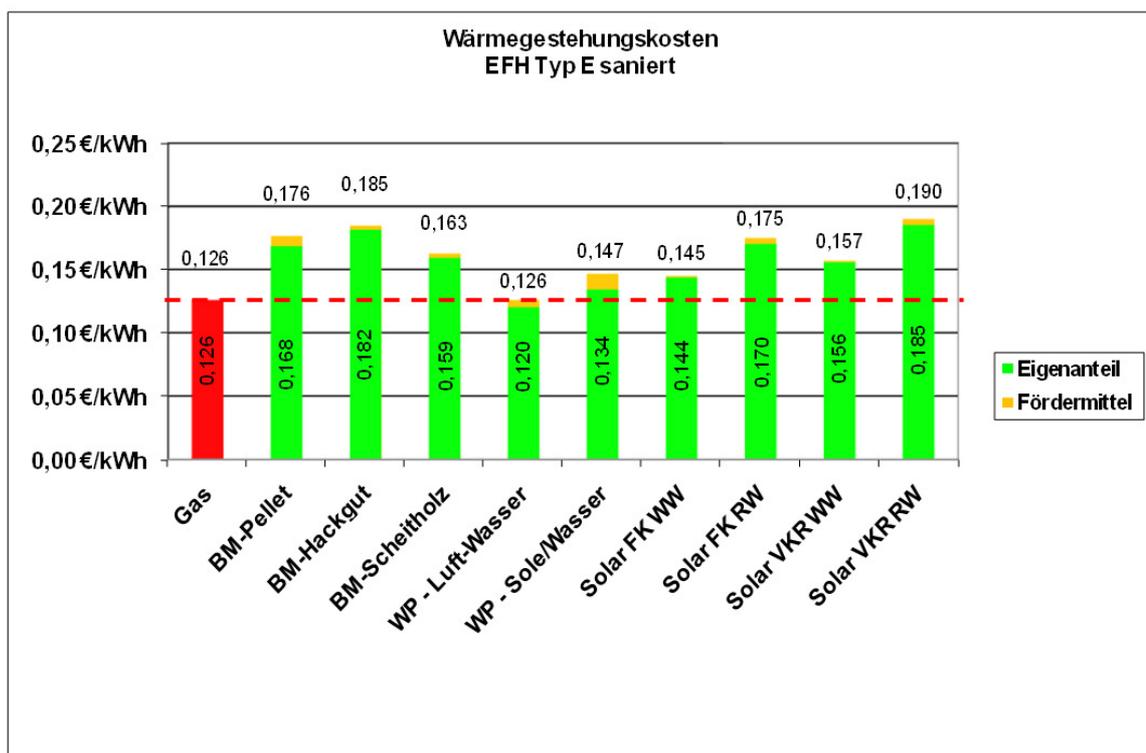
Anmerkungen:

FK Flachkollektor, VKR Vakuumröhrenkollektor

Abbildung 12: Jährliche Wärmegesamtkosten für ein saniertes Einfamilienhaus

4.2.3 Spezifische Wärmegestehungskosten

Während die Jahresgesamtkosten die von den Endkunden wahrgenommenen Kosten der Wärmebereitstellung am besten wiedergeben können, werden die spezifischen Wärmegestehungskosten oftmals angegeben, um Heizsysteme zu vergleichen. Sie geben die Kosten für die Bereitstellung einer Kilowattstunde Wärme an. Abbildung 13 zeigt, dass es in der Tendenz keinen Unterschied zu den Jahresgesamtkosten gibt. Die Wärmegestehungskosten variieren zwischen 12 ct/kWh bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe, 15 ct/kWh bei der Sole-Wasser-Wärmepumpe als günstigste geförderte Heizung und 19 ct/kWh bei der solaren Heizungsunterstützung mit Röhrenkollektoren.



Anmerkungen:

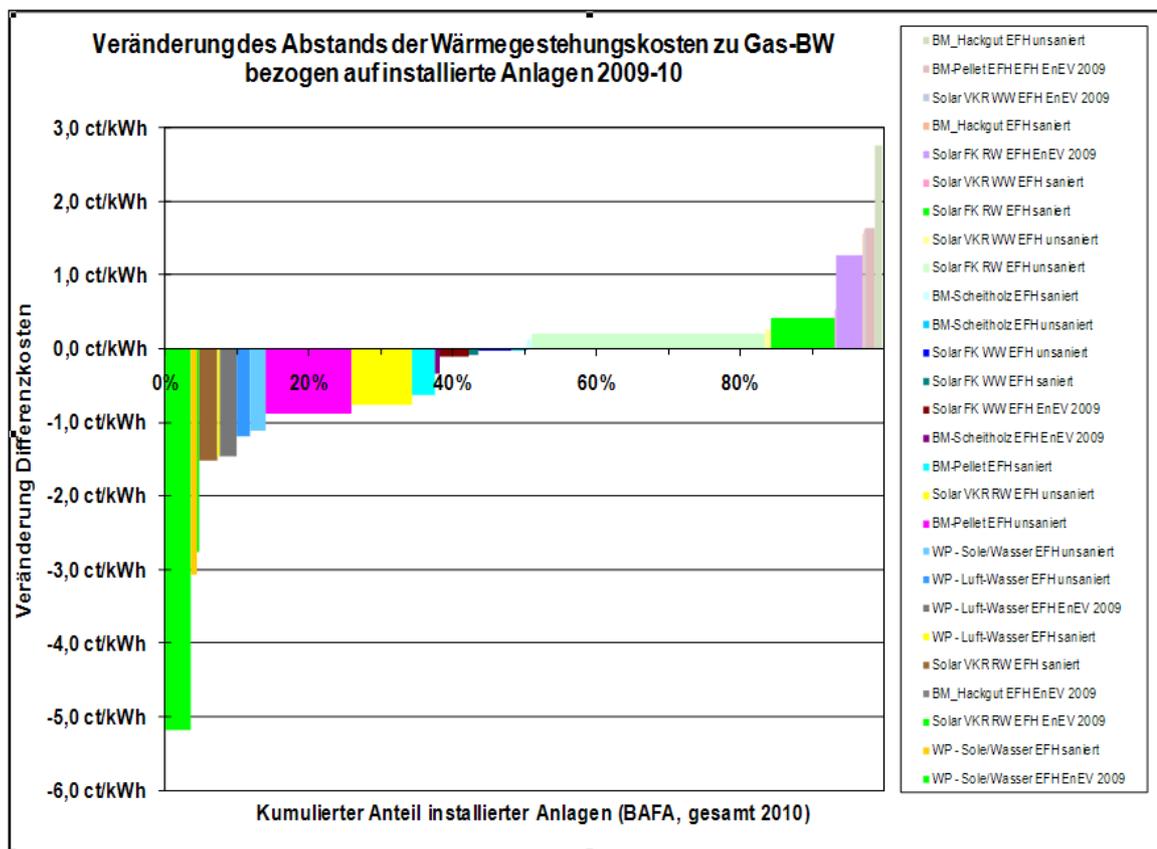
FK Flachkollektor, VKR Vakuumröhrenkollektor

Abbildung 13: Wärmegestehungskosten für ein saniertes Einfamilienhaus Haus Typ E

4.2.4 Entwicklung der Wärmegestehungskosten

Um die Veränderung bei den Wärmegestehungskosten abzubilden, wurde eine Vergleichsrechnung mit Werten der Brennstoff- und Energiepreise 2009 sowie der entsprechenden Investitionskosten (s. hierzu Nr. 4.3) durchgeführt. Abbildung 14 zeigt die Veränderung der Differenzkosten der Wärmegestehung der jeweiligen Kombination aus Anlagen- und Haustyp von 2009 auf 2010. Die Höhe der Balken stellt die Veränderung der Differenzkosten in ct/kWh dar, während die Breite den geschätzten Anteil an der Gesamtzahl der im Rahmen des MAP 2010 installierten Anlagen wiedergibt (Verteilung MAP 2010 und Anteil der Gebäudeklassen gem. IWU 2003). Bei der Berechnung wurde eine Inflationsbereinigung vorgenommen, alle Preise sind auf das Jahr 2010 bezogen. Man kann erkennen, dass die Differenzkosten für einige Konfigurationen gefallen und für andere hingegen gestiegen sind. Die Spanne reicht von einer Abnahme der Differenzkosten um mehr als 5 ct. bei den Wärmepumpen bis hin zu einer Erhöhung von knapp 3 ct. bei der Hackgutanlage. Schätzungsweise die Hälfte der errichteten Anlagen ist im Vergleich

zum Vorjahr also kostengünstiger und damit wettbewerbsfähiger geworden, während die andere Hälfte teurer geworden ist, deren Wettbewerbsfähigkeit also abnahm.



Anmerkungen:

FK Flachkollektor, VKR Vakuumröhrenkollektor

Abbildung 14: Veränderung der Differenzkosten der Wärmegestehung 2008 - 2009 für verschiedene Wärmebedarfsmuster

Die in der Grafik enthaltene Hackgutanlage ist für den Fall des sanierten Einfamilienhauses nicht repräsentativ, bei der Rechenauswertung wurden für diesen Gebäudetyp fast keine dieser Anlagen identifiziert. Dieser Anlagentyp wird der Vollständigkeit wegen trotzdem hier aufgeführt.

4.2.4.1 Große Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung

Zur Ermittlung der Energiegestehungskosten werden aufgrund der großen Bandbreite der möglichen Anlagenkonfigurationen Modellsysteme definiert, die einen möglichst großen Praxisbezug ermöglichen.

Grundsätzlich werden die folgenden Alternativen unterschieden:

- Versorgung eines Einzelabnehmers
- Versorgung in einem Wärmenetz

Für beide Alternativen werden vier Anlagengrößen berücksichtigt, die sich an den Leistungsklassen der statistischen Auswertungen der vorliegenden Informationen orientieren.

Des Weiteren werden zwei Anlagenkonfigurationen berücksichtigt, die die derzeitige Praxis widerspiegeln:

- Monovalente Versorgung auf der Basis Biomasse
- Bivalente Versorgung mit Biomasse und einem konventionellen Ölkessel als Backup-Anlage für den Grundlastbereich

Beide Anlagenkonzepte sind in der Praxis zu finden, wobei in Wärmenetzen mit steigender Anzahl an Abnehmern in aller Regel eine Backup-Anlage, die auch als Spitzenlastanlage eingesetzt werden kann, berücksichtigt wird.

Bei größeren Anlagen ist es zudem üblich, die Erzeugerleistung auf mehr als einen Kessel aufzuteilen, um die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Eine mögliche Aufteilung sind z.B. zwei Biomassekessel mit je 50 % der geforderten Leistung und ein Backup-Kessel (Heizöl oder Biomasse) mit einer Leistung von ebenfalls 50 % der geforderten Leistung. Ein derartiges Konzept bietet eine gute Absicherung für den Fall eines Anlagenausfalls.

Als Brennstoff für einen Backup-Kessel wird in der Regel extra leichtes Heizöl (HEL) verwendet, da hier keine Netzanschlusskosten und Grundpreise für die Gasversorgung anfallen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Konditionen für Erdgas ungünstiger werden, wenn keine Abnahme garantiert wird. Für die Brennstoffversorgung und -lagerung eines Backup-Kessels, der mit Heizöl betrieben wird, reicht eine geringere Kapazität in Form eines doppelwandigen Sicherheitstanks aus, da die Anzahl der Jahresbetriebsstunden in alle Regel sehr klein sind. Grundsätzlich sind alle Anlagen mit einem Pufferspeicher von ca. 30 l/kW ausgestattet, der auch bei Schwachlast den getakteten Betrieb der Biomassekessel ermöglicht.

Versorgung eines Einzelabnehmers

Für die Versorgung eines Einzelabnehmers wird eine typische Wärmeenergiebereitstellung für Heizung- und Warmwasser berücksichtigt. Die Ermittlung der Energiegestehungskosten erfolgt auf der Basis der Annahme eines Betriebes von 1.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr.

Für die Option einer Heizöl-EL-Backupanlage wird eine Leistung von 30 % der Nennleistung der Biomasseanlage angenommen, dies ermöglicht in aller Regel auch eine weitgehende Grundlastabdeckung im Falle des Anlagenausfalls der Biomasseanlage. Als Sensitivitätsbetrachtung für die Auswirkungen des Einsatzes der Backupanlage wird die Bereitstellung von ca. 20 % des Jahreswärmebedarfes über die Heizöl EL-Anlage angenommen. Diese Fahrweise kann auch im Sommer bei geringem Wärmebedarf sinnvoll sein, da die Ölkessel auch im Vergleich zum Wärmespeichereinsatz flexibler eingesetzt werden können.

Die Annahmen für die Investitionskosten wurden auf der Basis der verfügbaren Informationen aus den Anträgen auf Tilgungszuschuss abgeleitet. Die übrigen Annahmen für die Wartungs- und Betriebs- und Instandhaltungskosten wurden in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2067 ermittelt. Die Berechnung der Energiebereitstellungskosten basiert auf einer annuitätischen Verteilung der Kapitalkosten über die Lebensdauer der Anlagen. Ohne Berücksichtigung eines Backup-Kessels auf der Basis Heizöl ergeben sich Energiebereitstellungskosten in Höhe 8,1 ct/kWh bei großen Anlagen und 9,7 ct/kWh bei kleinen Anlagen. Unter Berücksichtigung eines Backup-Kessels mit einem Leistungsanteil von 30 % ohne Energiebereitstellung ergeben sich Energiebereitstellungskosten in Höhe 8,3 ct/kWh bei großen Anlagen und 10,0 ct/kWh bei kleinen Anlagen.

Versorgung eines Wärmenetzes

Für die Versorgung werden im Vergleich zur Versorgung eines Einzelabnehmers veränderte Randbedingungen berücksichtigt. Da die Wärmeabnahme der Abnehmer im Netz nicht zeitgleich erfolgt, vergleichmäßig sich der Wärmebedarf etwas, so dass die Anlage im Jahresmittel besser ausgelastet ist und die Zahl der Vollbenutzungsstunde im Vergleich zu Einzelabnehmern ansteigt. Der Vergleichmäßigungseffekt ist umso größer, je größer die Anzahl der Abnehmer im Netz ist. Aus diesem Grund werden für die Versorgung im Netz je nach Anlagengröße unterschiedliche Vollbenutzungsstunden zugrunde gelegt. Die Bandbreite beginnt bei 1.600 h bei kleinen Anlagen bis zu 2.400 Stunden bei großen Anlagen.

Ohne Berücksichtigung eines Backup-Kessels auf der Basis Heizöl ergeben sich Energiebereitstellungskosten in Höhe 8,4 ct/kWh bei großen Anlagen und 10,4 ct/kWh bei kleinen Anlagen.

Unter Berücksichtigung eines Backup-Kessels mit einem Leistungsanteil von 30 % ohne Energiebereitstellung ergeben sich Energiebereitstellungskosten in Höhe 8,6 ct/kWh bei großen Anlagen und 10,7 ct/kWh bei kleinen Anlagen. Die Ergebnisse der Berechnung sind im Detail im Anhang zusammengefasst. Die Berechnung der Energiegestehungskosten basiert auf den gleichen Grundsätzen wie für die Einzelabnehmer.

4.2.4.2 Wärmenetze und Wärmespeicher

Für die Wärmenetze und Wärmespeicher können keine eigenständigen Energiegestehungskosten ermittelt werden. Der Einfluss der Wärmenetze und Wärmespeicher auf die Energiegestehungskosten bei Biomasseanlagen zu Wärmeerzeugung ist bereits im vorangegangenen Abschnitt berücksichtigt.

4.2.4.3 Tiefengeothermie

Die Abschätzung der Wärmegegestehungskosten für die in 2010 geförderten Anlagen zeigt, dass nach wie vor große Unterschiede bestehen (vgl. Tabelle 23). Dies ist durch unterschiedliche Anlagenparameter, die jeweilige Standortgeologie und auch die Wärmeabnehmerstruktur zu begründen.

Tabelle 23: Beispielhafte Abschätzung der Wärmegegestehungskosten für drei der in 2010 geförderten tiefengeothermischen Anlagen.

		Anlage A	Anlage B	Anlage C
Geothermische Leistung	MW _{th}	11 ^b	8 ^b	8 ^b
Jahresvolllaststunden geoth. Anlagenteil	h/a	6.875 ^{b,c}	3.000 ^{b,d}	3.000 ^{b,d}
Nettoinvestition geoth. Anlagenteil	€/kW _{th}	1.774 ^b	2.024 ^b	3.049 ^b
Jährliche Betriebskosten geoth. Anlagenteil	€/a	518 ^{b,a}	471 ^{b,a}	575 ^{b,a}
Interner Zinsfuß	%	6	6	6
Anlagenlaufzeit	a	20 ^a	20 ^a	20 ^a
Energiegestehungskosten	€ct/kWh	2,9	10,2	11,3
Anteil Förderung	€ct/kWh	0,64	1,83	2,02
Anteil Förderung	%	21,8	17,8	14,4

Anmerkungen:

^a Angenommener Wert Datenbasis Huenges et al. (2010), S. 386

^b Abschätzung auf Basis der Daten in den Antragsunterlagen und im Verwendungsnachweis

^c Abschätzungen auf Basis öffentlich verfügbarer Anlageninformationen

^d Abschätzung auf Basis Geotis-Datenbank; <http://www.geotis.de/>, Zugriff Juni 2011

Im Gegensatz zum Vorjahr konnten sowohl die Angaben aus den Antragsunterlagen sowie aus den Verwendungsnachweisen für die Abschätzung der Wärmegestehungskosten genutzt werden. Dabei zeigt sich, dass bei Antragstellung generell von geringeren Investitionen und damit auch geringeren Gestehungskosten ausgegangen wurde. Die auf Basis der Antragsunterlagen abgeschätzten Gestehungskosten liegen dabei um bis zu 2,2 €/kWh unter den aus dem Verwendungsnachweis ermittelten Werten. Maßgeblich dafür sind v.a. die Mehraufwendungen für die Tiefbohrungen. Drei der vier Anlagen haben den Förderbaustein „Mehraufwendungen“ beantragt.

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit geothermischer Anlagen sind jedoch nicht nur die Gestehungskosten des geothermischen Anlagenteils ausschlaggebend. Insbesondere die Kosten für den Netzausbau können aufgrund der Größe der benötigten Netze ein entscheidender Faktor sein.

4.2.4.4 Biogasleitungen und -aufbereitung

Weder für Biogasleitungen noch für -aufbereitung können im eigentlichen Sinn „Wärmegestehungskosten“ definiert werden, da diese Anlagen nicht unmittelbar Wärme bereitstellen, sondern lediglich eine intermediäre Wandlung von einem Sekundärenergieträger in einen weiteren Sekundärenergieträger vornehmen. Dennoch kann die Wirtschaftlichkeit der Anlagen aus einer Gegenüberstellung der Kosten und Erlöse bewertet werden.

Die durchschnittlichen Kosten von Biogasleitung liegen bei ca. 110 €/m. Die höchsten Kosten liegen bei 1.300 €/m; die niedrigsten bei 28 €/m. Hier gehen die unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten und Eigenarbeits-Anteile ein. Die durchschnittlichen Investitionskosten einer Leitung betragen rund 152.000,-€. In diesen Kosten sind die Biogasleitung und – falls vorhanden – Verdichter und Gastrocknung enthalten.

Bei Biogasleitungen entstehen Erlöse durch die erhöhte Wärmenutzung, aber auch durch erhöhte Einnahmen durch das EEG. Diese entstehen durch den höheren KWK-Bonus und die Aufteilung der Anlagenleistung auf zwei BHKW (Anlagensplitting), was aufgrund der größtendegressiven EEG-Vergütung einen höheren spezifischen Einspeisetarif ergibt.

Die Erlöse allein aus dem EEG variieren je nach Konfiguration stark, bewegen sich aber in einer mittleren Größenordnung zwischen 80 und 200 Tausend € pro Anlage und Jahr (Pehnt et al. 2010). Die mittlere zusätzliche EEG-Vergütung für 36 in Pehnt et al. (2010) ausgewertete Anlagen liegt bei rund 110 Tausend € bei Neuanlagen, davon rund 51 Tausend € durch den KWK-Bonus. Hinzu kommen die Erlöse für die abgesetzte Wärme, die je nach Betreiberkonzept deutlich schwankt.

Mit dem novellierten EEG wird für Anlagen ab 1. Januar 2012 die wirtschaftliche Situation allerdings vollständig neu zu bewerten sein.

Wie bereits in Fichtner et al. (2010) ausgeführt, amortisiert sich allein durch die zusätzlichen Erlöse des KWK-Bonus eine Biogasleitung bereits nach kurzer Zeit. Allerdings müssen auch die Mehrkosten amortisiert werden, die sich aus der Kostendifferenz von zwei kleinen und einem großen BHKW ergeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Kostendifferenz durch die erhöhte EEG-Vergütung von zwei kleinen BHKW im Vergleich zu einem großen BHKW mehr als abgedeckt wird.

Auch bei Anlagen der **Biogas-Aufbereitung** ergeben sich zusätzliche Erlöse. Zwar sinkt auch hier zunächst die Stromvergütung durch den geringeren Stromnutzungsgrad der kleineren dezentralen BHKWs im Vergleich zu einem großen zentralen BHKW, da die eingespeiste Strommenge insgesamt geringer ist. ZSW berechnet für ein Beispiel-BHKW 16 % niedrigere Strommengen (ZSW in Pehnt et al. 2010). Andererseits wirkt dämpfend, dass der Vergütungssatz durch das Anlagensplitting höher ist, womit die Grundvergütung mit den gewählten Annahmen pro Jahr lediglich rund 7 % geringer ist. Weiterhin wirkt sich der zusätzliche Strombedarf für die Aufbereitung und Einspeisung dämpfend auf den Jahresertrag aus. Dem geringeren Stromerlös und dem Fremdstrombezug gegenüber stehen jedoch die Erlöse aus der erhöhten Wärmenutzung, die den geringeren Stromerlös und Fremdstrombezug jedoch deutlich überkompensieren. Für eine Durchschnittsanlage ergibt sich somit ein jährlicher Mehrerlös in der Größenordnung von rund 0,4 Mio. €. Bezogen auf die mittleren Investitionskosten der Biogas-Aufbereitung ergibt sich ohne Einrechnung des Tilgungszuschusses eine statische Amortisationszeit von rund 6 Jahren.

Die bisher geringe Wirkung des MAP bezüglich des Ausbaus der Biogasaufbereitung lässt sich auch mit folgendem Sachverhalt erläutern: Die Biomethan-Kosten bis zum Gasnetz sind nach Berechnungen in Urban (2011) nur zu 22 % auf die Aufbereitungsanlage (Betriebs- und Kapitalkosten) zurückzuführen; der Anteil der Kapitalkosten der Aufbereitungsanlage beträgt sogar nur 8 %. Wenn diese Kosten zu 30 % vom MAP bezuschusst werden, ergeben sich Kostenreduktionen von rd. 0,2 €/kWh. Dies entspricht auch Abschätzungen des DBFZ (Grope 2011).

Fazit

Für alle Gebäudetypen liegt die Luft-Wasser-Wärmepumpe am nächsten an der Wirtschaftlichkeit, für bestimmte Anwendungen ist sie unter den getroffenen Annahmen sogar die günstigere Variante. Auch Hackgutanlagen in großer Ausführung kommen nahe an die Wärmegestehungskosten einer konventionellen Heizung heran. Eine weitere Förderung ist daher im Detail zu prüfen.

Die Energiegestehungskosten der im Jahr 2010 errichteten Anlagen sind im Vergleich zu den im Jahr 2009 errichteten Anlagen für fast alle Technologien gesunken. Die Minderungen betragen bis zu 17 %, bewegen sich aber meist im einstelligen Bereich. Jene Technologien, die in Kombination mit fossilen Kesseln eingesetzt werden, also insbesondere Solarkollektoren, profitieren dabei auch von verminderten fossilen Brennstoffkosten. Eine Ausnahme stellen Flachkollektoren zur Raumheizung dar, deren Wärmegestehungskosten trotz gesunkener fossiler Brennstoffkosten sogar noch leicht gestiegen sind, was sich aus den gestiegenen Investitionskosten für diese Technologie ergibt.

4.3 Spezifische Investitionskosten

Die Evaluierung erfolgte anhand der Auswertung von detaillierten Rechnungen für BAFA-Anlagen für die Jahre 2009 und 2010 (s. hierzu auch Nr. 2.1).

Die bei der Rechenauswertung erfassten Investitionskosten umfassen

- die **Anlage**: Biomassekessel, Solarkollektor und Wärmepumpe
- die **Anlagenperipherie**: Pufferspeicher, Regelungstechnik, Wärmemengenzähler, zugehörige Pumpen und Anschlussmaterial, bei Sole/Wasser- bzw. Wasser/Wasser-Wärmepumpen den Erdwärmetauscher bzw. den Brunnen
- die **Montage**

Bei den KfW-Anlagen wurden die bei der Antragsstellung angegebenen Investitionskosten herangezogen.

Tabelle 24 zeigt die durchschnittlichen spezifischen Investitionskosten von kleinen Anlagen, die vom BAFA gefördert wurden, basierend auf den Ergebnissen der Rechnungsauswertung. Im Vergleich zum Vorjahr lässt sich kein einheitliches Bild ausmachen. Dabei ist zu beachten, dass die Anzahl ausgewerteter Rechnungen bei bestimmten Technologien sehr gering ist, diese Ergebnisse also kaum repräsentativ sind. Zu diesen Technologien mit nur wenigen Stützwerten zählen Hackgutanlagen, Luftkollektoren, Röhrenkollektoren zur ausschließlichen Warmwasserbereitung und Solaranlagen zur Prozesswärmebereitung. Sie werden deshalb hier nicht ausgewiesen. Die Tabelle wird weiter unten technologiespezifisch diskutiert.

Tabelle 24: Spezifische Investitionen auf der Basis der Rechnungsauswertung BAFA

Rechnungsauswertung	Spezifische Investitionen			Veränderung 09/10
	2008 ¹	2009 ¹	2010	
Biomasse BAFA				
Pelletöfen	335 €/kW	308 €/kW	349 €/kW	13%
Pelletkessel	743 €/kW	844 €/kW	791 €/kW	-6%
Scheitholz	463 €/kW	447 €/kW	417 €/kW	-7%
Solarthermie BAFA²				
Raumheizung				
Flachkollektor	687 €/m ²	702 €/m ²	745 €/m ²	6%
Röhrenkollektor	1.051 €/m ²	1.120 €/m ²	980 €/m ²	-12%
Luftkollektor	1.056 €/m ²	839 €/m ²	867 €/m ²	3%
Warmwasserbereitung				
Flachkollektor	727 €/m ²	869 €/m ²	882 €/m ²	2%
Röhrenkollektor	1.096 €/m ²	1.169 €/m ²	1.320 €/m ²	13%
Wärmepumpen				
Sole-Wasser	1.767 €/kW	1.879 €/kW	1.770 €/kW	-6%
Luft-Wasser	1.216 €/kW	1.252 €/kW	1.490 €/kW	19%

Anmerkungen:

¹ Inflationsbereinigte Angaben (destatis 2011)

² nur solarer Anteil

Analog zu Tabelle 24 wurden in Tabelle 25 die spezifischen Investitionen anhand der Auswertung der KfW-Verwendungsnachweise ermittelt.

Tabelle 25: Spezifische Investitionen auf der Basis der ausgewerteten KfW-Verwendungsnachweise

Rechnungsauswertung	Spezifische Investitionen		Veränderung 09/10
	2009'	2010	
Biomasse KfW			
< 200 kW	374 €/kW	342 €/kW	-9%
200-500 kW	279 €/kW	342 €/kW	23%
500-1000 kW	338 €/kW	418 €/kW	24%
> 1000 kW	366 €/kW	294 €/kW	-20%
Solarthermie KfW²			
	1.046 €/kW	1.314 €/kW	26%
Geothermie			
	2.016 €/m ²	1.899 €/m ²	-6%
Wärmespeicher			
	1.075 €/m ³	933 €/m ³	-13%
Wärmenetze			
Hausanschlüsse			
< 200 kW	106 €/m ²	87 €/m ²	-18%
200-500 kW	112 €/m ²	120 €/m ²	7%
500-1000 kW	118 €/m ²	134 €/m ²	13%
> 1000 kW	119 €/m ²	63 €/m ²	-47%
Netz, allein			
< 200 kW	125 €/m	110 €/m	-12%
200-500 kW	159 €/m	228 €/m	44%
500-1000 kW	195 €/m	186 €/m	-5%
> 1000 kW	280 €/m	276 €/m	-1%

Im Zuge der Rechnungsauswertung wurden außerdem Kostenkurven in €/kW in Abhängigkeit von der installierten Anlagenleistung erstellt. Diese dienen als Grundlage für die unter Nr. 4.2.1 beschriebene Wirtschaftlichkeitsrechnung. Dies ermöglicht, die durchschnittlichen Investitionen für die entsprechende Größenklasse der Anlage zu interpolieren. In der folgenden Abbildung 15 sind die in der Wirtschaftlichkeitsrechnung für das Bestandsgebäude „Typ E saniert“ angesetzten Investitionskosten inklusive der Förderanteile dargestellt. Die Kosten sind als Nettoinvestitionskosten, d.h. ohne Umsatzsteuer, angegeben und bewegen sich zwischen 6.530 € für einen Gas-Brennwertkessel und rund 21.360 € für eine Vakuum-Röhren-Kollektor-Solaranlage für die Raumwärmeerzeugung.

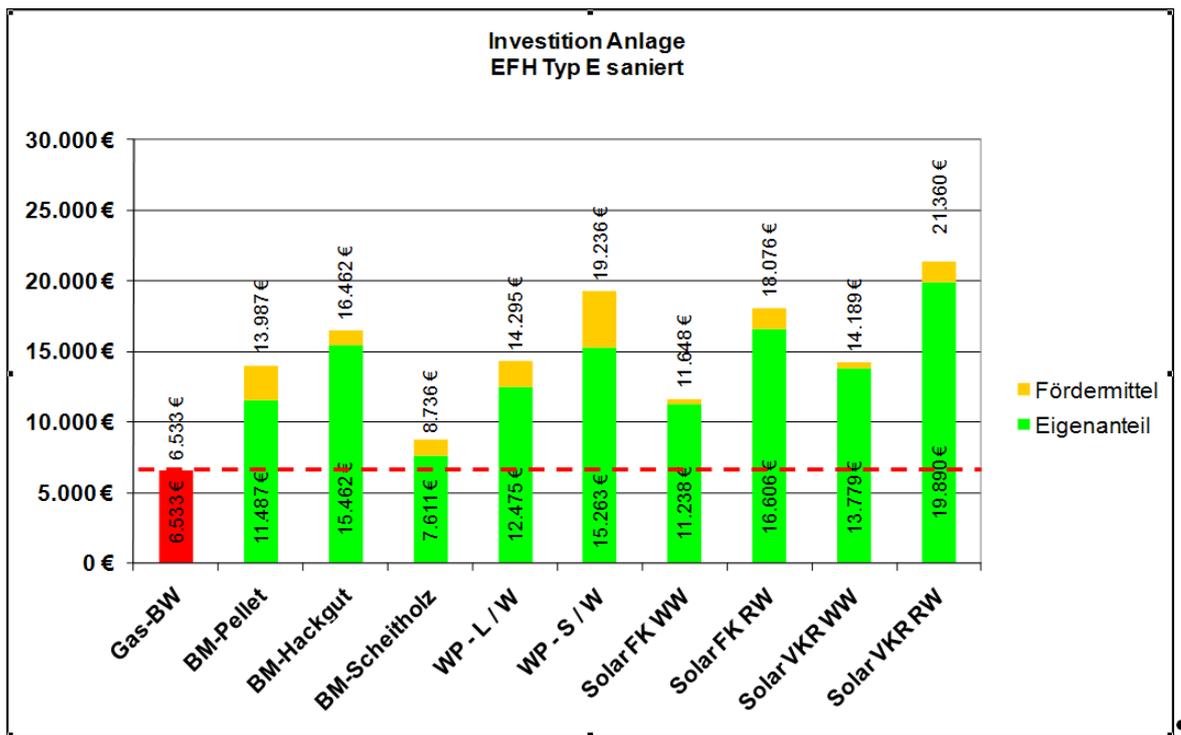


Abbildung 15: Durchschnittliche Investitionskosten erneuerbarer Wärmanlagen für ein saniertes Einfamilienhaus Haus Typ E (bei Solaranlagen inkl. Gaskessel)

Vergleicht man die auf der oben genannten Basis ermittelten Investitionskosten mit der Alternative Erdgas, so erhält man die in Abbildung 16 dargestellte Verteilung. Die Grafik gibt die prozentuale Veränderung der Differenzkosten vom Jahr 2009 auf das Jahr 2010 wieder. Dabei entspricht die Höhe jedes Balkens der Veränderung der Differenzkosten in Prozent, während die Breite den geschätzten Anteil an der Gesamtzahl der im Rahmen des MAP 2010 installierten Anlagen wiedergibt (Verteilung MAP 2010, Anteil der Gebäudекlassen gem. IWU 2003). Bei der Berechnung wurde eine Inflationsbereinigung vorgenommen, alle Preise sind auf das Jahr 2010 bezogen.

Es lässt sich erkennen, dass die Differenzkosten für rund 35 % der Anlagen 2010 im Vergleich zum Vorjahr gesunken sind. Bei diesen Anlagen handelt es sich größtenteils um Wärmepumpen und Biomasseanlagen. Für die meisten dieser Anlagen sind die Differenzkosten zwischen 20 und 30 % gesunken. Im Bereich der gestiegenen Differenzkosten sind überwiegend Solarthermiesysteme zu finden. Für die meisten dieser Anlagen stiegen die Differenzkosten im Bereich von etwa 10 % bis knapp 40 %.

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, ist die in der Grafik enthaltene Hackgutanlage für den Fall des sanierten Einfamilienhaus nicht repräsentativ, wird aber der Vollständigkeit wegen trotzdem aufgeführt.

lich der Förderung zugeschrieben werden kann, da bis Juli 2010 auch luftgeführte Pelletöfen gefördert wurden. Dadurch ist bei Pelletöfen davon auszugehen, dass die Preissenkung in 2009 eher durch die vom Endkunden vorgenommene Produktauswahl (verstärkter Einsatz von Billigprodukten bzw. kostengünstiger luftgeführter Geräte gegenüber teurer wassergeführter Pelletöfen) als durch echte Preissenkungen für ein- und dieselbe Feuerung eingetreten ist.

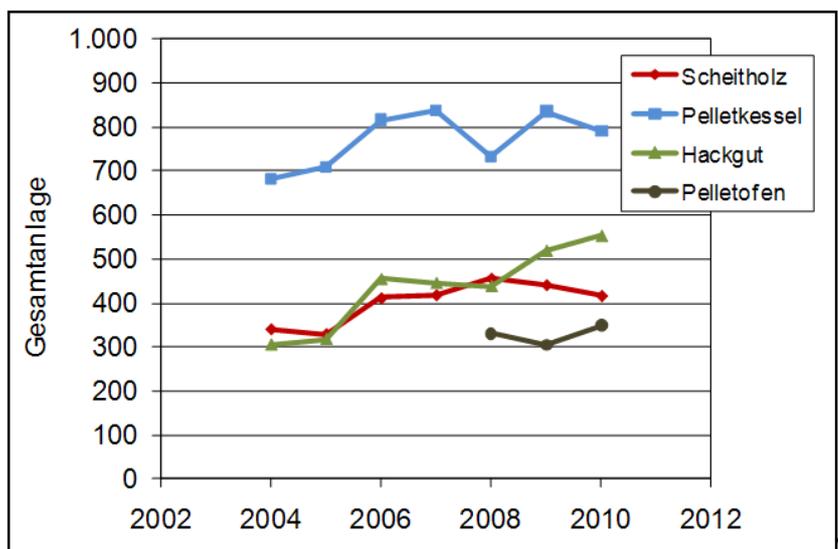


Abbildung 17: Entwicklung des spezifischen Kosten von Biomasseanlagen 2004-2012

Generell gilt, dass bei Biomassefeuerungen ohnehin (zumindest mittelfristig) weniger mit Kostensenkungen durch Massenfertigung zu rechnen ist, da es sich bei den Herstellern überwiegend um mittelständige Unternehmen mit relativ geringen Fertigungskapazitäten handelt, die weitgehend ihre eigene Produktpalette in Eigenregie fertigen und es sich hierbei zudem um bereits jahrzehntelang etablierte Produkte mit gleichbleibend hohem Materialaufwand handelt (ähnlich wie bei Öl- und Gaskesseln). Kurzfristig ausgelöste Steigerungen der Nachfrage (z. B. durch einen sprunghaften Anstieg der Heizölpreise oder durch ein Wiedereinsetzen der staatlichen Förderung) führen daher wegen der langsamen Anpassung der Fertigungskapazitäten eher zu Preiserhöhungen. Umgekehrt kommt es auch zu Preissenkungen bei Nachfrageeinbruch (z. B. durch Aussetzen der Förderung).

4.3.2 Solarthermie

Solaranlagen sind mit Ausnahme von Röhrenkollektoren zur Raumbeheizung im Jahr 2010 spezifisch teurer gewesen als im Jahr 2009. Damit setzt sich die Entwicklung aus dem Jahr 2009 fort, d.h. beide Technologien in beiden Anwendungen waren im Jahr 2010 auch teurer als im Jahr 2008 bzw. bei Röhrenkollektoren zu Raumheizung gleich teuer. In Gesprächen mit Branchenvertretern konnten keine eindeutige Erklärung für die Preiserhöhungen gefunden werden wie z.B. Marktengpässe, allerdings kam zur Sprache, dass einige Hersteller die erhöhten Rohstoffkosten der letzten Jahre zeitverzögert, insbesondere nach den Jahren des großen Absatzes 2007 und 2008, berücksichtigen. Hersteller von Flachkollektoren gaben dagegen an, ihre Herstellungskosten sogar gesenkt zu haben, etwa durch effizientere Produktion in größeren Produktionsanlagen. Die Hersteller selbst unterliegen einem harten Preiswettbewerb, der zu Konsolidierungen führt und die Hersteller dazu zwingt, die Kostensenkungen an die nächste Stufe des Vertriebs auch weiterzugeben. Diese Kostensenkungen werden allerdings dann in den weiteren Stufen des

Vertriebs über Anbieter, Großhändler und Installateure nicht an die Endkunden weiterge-
reicht, die auf den Rechnungen ausgewiesenen Kosten des Kollektors sind unverändert
hoch. Auf welcher Stufe des Vertriebsweges dadurch zusätzliche Margen generiert wer-
den, ist nicht nachvollziehbar (*Anmerkung: Gegenwärtig werden verstärkt Komplettsyste-
me mit geringeren Kollektorflächen angeboten, um preisgünstigere Systeme anzubieten.
Dies hat sich allerdings nicht im Errichtungsjahr 2010 niedergeschlagen, die durchschnitt-
liche Größe von Kombi-Flachkollektoranlagen blieb annähernd gleich. Daher kann auch
ausgeschlossen werden, dass durch kleinere Analagengrößen die spezifischen Kosten
gestiegen sind*).

Bei Betrachtung der Anlagen mit allen Kollektortypen ergeben sich im Jahr 2010 spez.
Investitionskosten von 794 €/m², das bedeutet gegenüber 2009 eine Steigerung um 2 %
und gegenüber 2008 um knapp 10 % (vgl. Tabelle 26). Eine detaillierte Analyse der Kos-
tenentwicklung sowie die Rücksprache mit Vertretern des Handwerks legt den Schluss
nahe, dass insbesondere im Bereich der Installation vorhandene Kostensenkungspotenti-
ale durch die Handwerker nicht realisiert werden. Ursächlich hierfür ist u.a. die Tatsache,
dass von vielen Handwerksbetrieben sowohl Dienstleistungen im Bereich Heizung als
auch Sanitär angeboten werden und gegenwärtig das Geschäftsfeld „Sanitär“ besser
ausgeprägt ist als das Geschäftsfeld „Heizung“ (Quelle: Email Andreas Müller, ZVSHK
vom 16.06.11). Nach der offiziellen, vorläufigen Handwerksberichterstattung des statisti-
schen Bundesamtes (1. Vierteljahr 2011) haben die Klempner, Installateure und Hei-
zungsbauer in Relation zum 1. Quartal 2010 ein Beschäftigungswachstum von +1,3 %
und ein Umsatzwachstum von +3,8 % zu verzeichnen. Dies legt den Schluss nahe, dass
aufgrund einer entsprechend guten Auslastung der SHK-Betriebe u.a. im Bereich der In-
stallation von thermischen Solaranlagen keine Notwendigkeit zu Preisreduktionen besteht
und diese daher auch nicht erfolgt sind.

Tabelle 26: Spezifische Investitionskosten thermische Solaranlagen

Anlagentyp	Kollektortyp	2008	2009	2010
Kombianlage	Flachkollektor	678 €/m ²	670 €/m ²	745 €/m ²
	Röhrenkollektor	1.038 €/m ²	1.107 €/m ²	980 €/m ²
Warmwasser	Flachkollektor	718 €/m ²	816 €/m ²	882 €/m ²
	Röhrenkollektor	1.082 €/m ²	1.156 €/m ²	1.320 €/m ²
Gesamt		723 €/m²	779 €/m²	794 €/m²

Die spezifischen Investitionskosten sind im Jahr 2010 für Anlagen mit Flachkollektoren
gestiegen, in Bezug auf Kombianlagen für Röhrenkollektoren gesunken (vgl. Tabelle 26).
Der Anstieg der spezifischen Investitionskosten für Röhrenkollektoren, die in Trinkwas-
seranlagen eingesetzt werden, ist dagegen nicht repräsentativ, da dieser Wert nur auf der
Auswertung von vier Einzelrechnungen basiert. Bei Betrachtung der spezifischen Investi-
tionskosten der Gesamtzahl der Anlagen mit Röhrenkollektoren (Kombi- und Warmwas-
ser) ergibt sich ein Wert von 996 €/m², der die Abnahme der spezifischen Investitionskos-
ten bei Röhrenkollektoren im Jahr 2010 bestätigt. Die spezifischen Investitionskosten für
Röhrenkollektoren liegen dennoch nach wie vor über denen von Flachkollektoren, jedoch
geht die Differenz von ca. 350 €/m² aus den beiden Vorjahren auf ca. 240 €/m² zurück.

4.3.3 Wärmepumpen

Für das Jahr 2010 konnten 172 Rechnungen für Sole/Wasser- und Luft/Wasser-
Wärmepumpen ausgewertet werden. Tabelle 27 zeigt als Ergebnis dieser Auswertung die

Investitionskosten (o. MwSt.) für diese Wärmepumpen. Die angegebenen Kosten enthalten den Wärmemengenzähler, einen Brauchwasserspeicher, zugehörige Pumpen und Anschlussmaterial, ggf. den Pufferspeicher, die Montage und bei Sole/Wasser-Wärmepumpen den Erdwärmetauscher (*Anmerkung: Rechnungen, bei welchen unklar war, ob ein Brauchwasserspeicher oder ein Erdwärmetauscher enthalten ist, wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Eindeutig fehlende Rechnungspositionen wurden ggf. durch Mittelwerte aus der Auswertung vollständiger Rechnungen ergänzt. Für fehlende Erdwärmetauscher wurden im Neubau 7.840 € und im Altbau 11.050 €, für Brauchwasserspeicher wurden ca. 1.600 € angesetzt. Montagekosten waren bei gut der Hälfte der in Altbauten installierten Anlagen getrennt ausgewiesen. Sie lagen sowohl für Sole/Wasser- als auch für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Mittel bei 1.880 €. Sofern im Neubau überhaupt Montagekosten ausgewiesen wurden, lagen diese um ca. 25 % unter denen für Altbauten. Die typischen Kosten für Pufferspeicher lagen zwischen 800 € und 1.200 €. Etwa zwei Drittel aller Wärmepumpenanlagen verfügen über einen Pufferspeicher. Etwaige bauseitige Kosten zur Verbesserung der Jahresarbeitszahl, z.B. Einbau einer Fußbodenheizung, sind in den angegebenen Investitionskosten nicht enthalten).*

Die geringsten mittleren Investitionskosten von 14.850 € weisen Luft/Wasser-Wärmepumpen in Neubauten, die höchsten Sole/Wasser-Wärmepumpen in Altbauten (22.670 €) auf. Die Schwankungsbreite ist groß (vgl. Tabelle 27). Die Kosten der günstigsten und der teuersten Anlage unterschieden sich (bei gleicher Anlagengröße) um wenigstens den Faktor 2,5.

**Tabelle 27: Mittelwerte von in 2010 betriebsbereiten Anlagen, zu denen eine Rech-
nungsauswertung erfolgte.**

		Neubau	Altbau	Neubau	Altbau
		Sole/Wasser	Sole/Wasser	Luft/Wasser	Luft/Wasser
2010					
Anzahl ausgewerteter Anlagen		36	59	26	51
... - davon in EFH/ZFH		35	48	25	46
Investitionskosten inkl. WW-Speicher (o.MwSt.)	€/Anlage	17672	22668	14852	16234
Kostensteigerung gegenüber Vorjahr		-1%	-4%	14%	5%
mittlere Wohn- oder Nutzfläche	m ²	194	206	159	186
mittlere Leistung der Wärmepumpe	kW/Anlage	9,5	13,1	7,6	12,1
mittlerer Förderbetrag	€/Anlage	1538	3518	969	1584
Jahresarbeitszahl lt. Antragsformular		4,49	4,43	3,78	3,73
2009					
Anzahl ausgewerteter Anlagen		-	64	53	29
Investitionskosten inkl.					
WW-Speicher (o. MwSt.)	€/Anlage	17.936	23.637	13.022	15.511
mittlere Wohnfläche	m ²	174	184	155	183
mittlere Leistung der WP	kW/Anlage	9,2	13	9,4	12,9
mittlerer Förderbetrag	€/Anlage	2.223	3.875	786	1.850
2008					
Anzahl ausgewerteter Anlagen		62	49	25	60
Investitionskosten inkl.					
WW-Speicher (o.MwSt.)	€/Anlage	17.201	23.502	13.159	15.018
mittlere Wohnfläche	m ²	182	202	167	190
mittlere Leistung der Wärmepumpe	kW/Anlage	9,5	13,6	9,5	12,9
mittlerer Förderbetrag	€/Anlage	2.115	4.161	837	1.719

Anmerkung:

EFH/ZFH = Ein- oder Zweifamilienhäuser

Die mittlere Leistung der installierten Wärmepumpen liegt in Neubauten bei 8,7 kW und in Altbauten bei 12,6 kW.

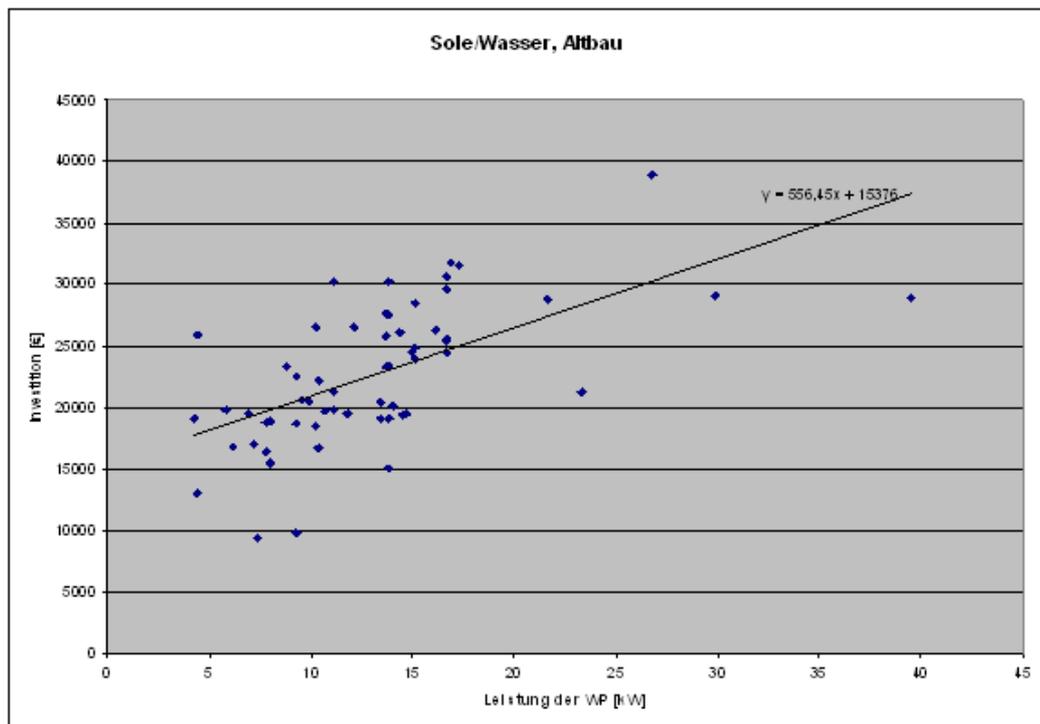


Abbildung 18: Investitionskosten von Sole/Wasser-Wärmepumpen im Altbau (ohne MwSt.)

Anlagen für Mehrfamilienhäuser oder für Nichtwohngebäude sind tendenziell größer und teurer als für Ein- und Zweifamilienhäuser. In Tabelle 27 wirkt sich dies aber nur bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen im Altbau merklich aus. Werden hier nur Ein- und Zweifamilienhäuser berücksichtigt, so sinken die mittleren Investitionskosten um 400 €, die Wohn- oder Nutzfläche um 21 m², die Leistung der Wärmepumpe um 1,0 kW und der mittlere Förderbetrag um 500 €.

Auffällig in Tabelle 27 ist die Kostensteigerung bei Luft/Wasser-Wärmepumpen im Neubau. Die Ursache hierfür ist in zwölf Anlagen zu suchen, bei denen nicht Außenluft, sondern Abluft als Wärmequelle verwendet wird. Von den Anlagenherstellern werden diese besonders für energieeffiziente Gebäude geeigneten Wärmepumpen unter der Rubrik „Lüftungsgeräte“ angeboten. Einschließlich Installation sind diese Anlagen teurer als herkömmliche Wärmepumpen. Werden diese Anlagen in Tabelle 27 nicht berücksichtigt, so sinkt der Mittelwert der Investitionskosten für Luft/Wasser-Wärmepumpen im Neubau von 14.852 € auf 12.070 €. Gleichzeitig steigt die Wohn- und Nutzfläche auf 181 m² und die Leistung der Wärmepumpen auf 10,1 kW. Bei den übrigen Wärmepumpen wurden sowohl Kostensteigerungen als auch Kostensenkungen gefunden, die sich aber alle in einem relativ engen Band bewegen, sodass keine klaren Tendenzen nachgewiesen werden können.

Bei Wasser/Wasser-Wärmepumpen konnten insgesamt 34 Rechnungen, davon acht für Neubauten ausgewertet werden. Die Investitionskosten für Neubauten lagen bei 13.970 €

und für Altbauten bei 18.910 € und damit jeweils um ca. 5.000 € günstiger als bei Sole/Wasser-Wärmepumpen. Die Ursache für diesen Unterschied ist allein der Kostenunterschied bei der Erschließung der Wärmequelle (Brunnen anstelle von Erdwärmetauscher). Der mittlere Förderbetrag für die Wasser/Wasser-Wärmepumpen entspricht dem von Sole/Wasser-Wärmepumpen. Die mittlere Leistung liegt um 20 % (Neubau) bis 30 % (Altbau) über der von Sole/Wasser-Wärmepumpen. Die Jahresarbeitszahl wird von den Antragstellern mit 4,7 (Neubau) bzw. 4,5 (Altbau) angegeben.

Von Interesse sind auch die Auswirkungen der verschärften Anforderungen an die Jahresarbeitszahl nach Beendigung des Förderstopps. Bei den Kosten ließen sich keine signifikanten Änderungen gegenüber den in Tabelle 27 feststellen. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen verbesserte sich gemäß der Fachunternehmererklärungen der COP nur geringfügig (*Anmerkung: Die maximale Erhöhung gegenüber 2009 wurde mit 0,22 bei Luft/Wasser-Wärmepumpen im Altbau gefunden. Gleichzeitig erhöhte sich der COP (A2W35) um 0,29 auf 3,69. Der überwiegende Teil dieser Erhöhungen wurde bereits vor der im Juli 2010 erfolgten Verschärfung der Anforderungen an die Jahresarbeitszahl erreicht. Bei Sole/Wasser-Wärmepumpen im Neubau ergab sich dagegen bei der Jahresarbeitszahl keine und beim COP nur eine minimale Änderung gegenüber den Mittelwerten des Jahres 2009*) und bei Sole/Wasser-Wärmepumpen überhaupt nicht.

4.3.4 Große Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (Einzelanlagen)

Für die Ermittlung der spezifischen Investitionskosten wurden die detaillierten Angaben der Verwendungsnachweise für in Betrieb genommene Anlagen ausgewertet. Tabelle 28 gibt die spezifischen Investitionen basierend auf der Auswertung der Anträge auf Tilgungszuschuss wieder.

Tabelle 28: Spezifische Investitionen für Biomasseanlagen einschl. Baukosten 2010

spezifische Investitionen [€/kW]				
Leistungsklassen	<200 kW	200-500 kW	500-1.000 kW	>1.000 kW
Kessel + Bau	443	504	542	361
nur Kessel	342	342	418	294

Es haben sich in allen Bereichen Kostensteigerungen ergeben, wobei hier eine eindeutige Rückführung auf die möglichen Ursachen nicht möglich ist. Zum einen sind hier allgemeine Kostensteigerungen zu berücksichtigen und zum anderen kann die hohe Nachfrage ebenfalls einen Einfluss auf die Preisentwicklung gehabt haben.

4.3.5 Biomasseanlagen zur Wärmeerzeugung (mit Wärmenetz)

Entsprechend der bereits oben genannten Kriterien und Annahmen ergab sich die Verteilung der spezifischen Investitionskosten:

Tabelle 29: Spezifische Investitionen für die Gesamtanlage einschl. Wärmenetz

spezifische Investitionen [€/kW]				
Leistungsklassen	<200 kW	200-500 kW	500-1.000 kW	>1.000 kW
Anlage inkl. Netz	727	1.215	1.192	686

Die spezifischen Investitionskosten liegen für die unteren Leistungsklassen in einem mit dem Jahr 2009 vergleichbaren Bereich. Für die Leistungsklasse oberhalb von 1.000 kW

basiert die Auswertung nur auf wenigen Anlagen, sodass eine Analyse der Einzelanlagen und der Anlagenkomponenten erforderlich wäre um die Ursachen zu ermitteln.

4.3.6 Wärmenetze

Die Vorgehensweise für die Ermittlung der spezifischen Investitionen für den Bereich der Wärmenetze ist mit der beschriebenen Vorgehensweise für die Biomasseanlagen identisch. In Tabelle 30 sind die spezifischen Investitionen im Bereich der Wärmenetze zusammengefasst. Die Auswertung erfolgte getrennt für unterschiedliche Gesamtleistungen, für die das Netz ausgelegt wurde.

Tabelle 30: Spezifische Investitionen für Wärmenetze incl. Hausanschlüsse

spezifische Investitionen [€/kW]				
Leistungsklassen	<200 kW	200-500 kW	500-1000 kW	>1000 kW
Netz inkl. HA, Geb	278 €/kW	562 €/kW	533 €/kW	310 €/kW
Hausanschlüsse	87 €/kW	120 €/kW	134 €/kW	63 €/kW
Netz, allein	110 €/m	228 €/m	186 €/m	276 €/m

4.3.7 Große Wärmespeicher

Die Vorgehensweise für die Ermittlung der spezifischen Investitionen für den Bereich der Wärmenetze ist unmittelbar mit der beschriebenen Vorgehensweise für die Biomasseanlagen identisch. Auf dieser Basis ergeben sich mittlere spezifische Investitionskosten von 932,7 €/m³. Dieser Betrag liegt etwas niedriger als im Jahr 2009 ca. 10%, jedoch ist nicht auszuschließen, dass hier einzelne Anlagen einen signifikanten Einfluss haben.

4.3.8 Tiefengeothermie

Aufgrund der Unterschiede in der Standortgeologie (unterschiedliche Bohrkosten) und der genutzten geothermischen Leistung liegen die spezifischen Investitionskosten zwischen 1.774 und 3.049 €/kW_{th} (vgl. Tabelle 23). Wie bereits bei den Energiegestehungskosten angesprochen müssen die Netzausbaukosten beim Vergleich der Wirtschaftlichkeit ebenfalls berücksichtigt werden.

4.3.9 Biogasaufbereitung und -leitung

Kostentendenzen können aufgrund der kurzen Laufdauer des Fördertatbestandes noch nicht identifiziert werden.

Fazit

Bei fast allen geförderten Technologien sind die Investitionskosten in 2010 im Vergleich zu 2009 im Bereich von -8 % bis -24 % gesunken. Es wird vermutet, dass die gesunkene Nachfrage wesentlich zu den Preissenkungen beigetragen hat. Ausnahmen sind Flachkollektoranlagen sowohl als reine Warmwasseranlagen wie auch als Kombianlagen und Röhrenkollektoranlagen zur Warmwasserbereitung, bei denen die Investitionskosten um bis zu 7 % gestiegen sind. Diese unelastische Preisbildung weist auf unvollkommene intransparente Märkte hin, die realisierte Kostensenkungen nicht an die Endkunden weitergeben, sondern zu zusätzlichen Margen entlang der Wertschöpfungskette führen.

4.4 Substituierte Energieträger

Die im Rahmen des MAP errichteten Anlagen leisten einen wichtigen Beitrag zur Schaffung einer nachhaltigen Versorgungsstruktur durch den Ersatz fossiler Brennstoffe bei der Wärmeerzeugung. Dieser Beitrag kann gemessen werden an der Menge der substituierten fossilen Energieträger.

4.4.1 Methodik

Auch die Ermittlung der substituierten fossilen Energieträger wurde auf der Basis der UBA-Studie „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“ durchgeführt (UBA 2009). Anhand der angegebenen Substitutionsfaktoren konnten die erneuerbaren Wärmemengen aus Nr. 3.3. mittels Primärenergiefaktoren für die typischen fossilen Wärmeanlagen in die entsprechende fossilen Primärenergien umgerechnet werden. Die für die Biomasse angegebene Endenergiemenge wurde mittels der in der Wirtschaftlichkeitsrechnung angenommenen Nutzungsgrade zunächst in Nutzenergie umgerechnet.

Die Energiemenge von geförderten Biogasleitungen und -aufbereitungsanlagen wurde nicht berücksichtigt, da die zugehörige Wärme- bzw. Energieerzeugungsanlage nicht dem MAP zuzurechnen ist und hierzu auch keine Angaben vorlagen. Bei den Wärmenetzen, welche die Abwärme von Biogas-BHKWs nutzen, wurde die Nutzung von ca. 600 GWh/a zugrunde gelegt (vgl. Nr. 3.3). Für die daraus resultierende Nutzenergie wurden durchschnittliche Netzverluste von 13 % angenommen. Diese Annahme wurde auch für die tiefegeothermischen Anlagen getroffen.

4.4.2 Substituierte fossile Energiemengen

Tabelle 31 gibt eine Übersicht über die substituierten fossilen Energiemengen. Insgesamt werden jährlich rund 1.300 GWh an fossilen Energieträgern ersetzt. Davon werden fast 41 % der substituierten fossilen Energiemenge durch Biomasseanlagen erbracht, 26 % durch Wärmenetze, die Biomasse BHKWs erschließen, 13 % von Wärmepumpen und 10 % von solarthermischen Anlagen.

36 % der gesamten Menge ersetzt dabei den Energieträger Öl, 33 % Erdgas, die beiden typischsten Heizenergieträger. 22 % entfallen auf Fernwärme und 6 % Strom auf Nachtspeicheröfen. Die geförderten Anlagen substituierten damit ca. 0,3 % des für Raumwärme im Jahr 2007 aufgewendeten Öls. Bei Gas beträgt der substituierte Anteil nur 0,1 % für Raumwärme.

Tabelle 31: Jährlich substituierte Energie der im Rahmen des MAP errichteten Anlagen

Substituierte Endenergie in GWh/a	Öl	Gas	Steinkohle	Braunkohle	Fernwärme	Elektrizität	Gesamt
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	120	135	0	4	4	41	304
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	43	12	2	3	0	15	75
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	0	2	0	1	0	0	3
Feste Biomasse-H(K)W	0	0	0	0	158	0	158
Wärmenetz an Biogas-BHKW	167	148	28	0	0	0	344
Tiefe Geothermie	0	0	0	0	109	0	109
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	39	35	1	2	3	6	86
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	14	13	0	1	1	2	32
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	20	18	1	1	1	3	45
Luft-Wasser Wärmepumpe Neubau	6	5	0	0	0	1	12
Solarthermie	62	65	0	0	2	10	139
Summe Gesamt	471	434	32	12	279	79	1308

Raumwärme 2007 in GWh ¹	156.667	311.389		13.056	58.611	28.333	568.056
Anteil	0,3%	0,1%		0,3%	0,5%	0,3%	0,2%
Prozess- und Raumwärme 2007 in GWh ¹	213.611	597.222		134.444	73.333	176.111	1.194.722
Anteil	0,2%	0,1%		0,0%	0,4%	0,0%	0,1%

Anmerkung:

¹ Werte zum Wärmebedarf aus Tzscheutschler et al. 2009

Fazit

Die im Rahmen des MAP 2010 errichteten Anlagen ersetzen pro Jahr rund 1.308 GWh an fossilen Energieträgern. Das sind 0,1 % der im Jahr 2007 für Raumwärme und Prozesswärme eingesetzten fossilen Primärenergie. Der preisdämpfende Effekt fällt somit aufgrund der erheblich geringeren Anzahl errichteter Anlagen im Jahr 2010 deutlich geringer aus, als im Jahr 2009, als noch die preisdämpfende Wirkung der MAP-Anlagen in der Größenordnung des Preisunterschiedes zwischen einem warmen und einem kalten Winter lag.

4.5 Förderung zukunftsweisender Infrastrukturen und Systemeffizienz

Für die langfristige Umsetzung erneuerbarer Energien im Wärme- und Kältemarkt ist es wichtig, dass heute schon Technologien gefördert werden, die ihr volles Potenzial möglicherweise erst mittelfristig ausschöpfen können. Es ist zu vermeiden, dass Investitionen ausgelöst werden, die den flächendeckenden Einsatz erneuerbarer Energien behindern. Ein besonderes Augenmerk ist auf Technologien zu richten, die eine Versorgung vollständig unabhängig von importierten Brennstoffen und den damit verbundenen internationalen Brennstoffpreisen ermöglicht. Hier weisen beispielsweise Wärmenetze und hocheffiziente Gebäude Vorteile auf, da sie eine ausschließliche Nutzung erneuerbaren Energien vereinfachen.

4.5.1 Anteil an Anlagen in Mehrfamilienhäusern

Die im vergangenen Jahr durchgeführte Telefonumfrage zeigt, dass von den Anlagen in Privathaushalten 90 % auf Ein- und Zweifamilienhäuser entfallen. Die Unterschiede in der Verteilung der geförderten Anlagenarten auf die Gebäudegrößen zeigt Tabelle 32:

Während zwei Drittel der Wärmepumpenanlagen in Einfamilienhäusern installiert sind, befinden sich nur knapp die Hälfte der Biomasseanlagen in Einfamilienhäusern. Die durchschnittlichen Größen der geförderten Anlagen sind in 2010 gegenüber 2009 annähernd konstant geblieben, was die o.g. Bewertung aus dem vergangenen Jahr bestätigt. Insgesamt lässt sich damit erkennen, dass der Anteil an Mehrfamilienhäusern mit mehr als zwei Wohneinheiten sehr gering ist.

Tabelle 32: Verteilung der Anlagen der Befragten auf Wohngebäudegrößen

Anzahl versorgter Wohnungen	Gesamt	Biomasseanlagen	Solaranlagen	Wärmepumpen
Anzahl Befragter	800	289	445	289
1 Wohnung	57 %	49 %	54 %	66 %
2 Wohnungen	33 %	35 %	36 %	28 %
3 Wohnungen	6 %	10 %	7 %	3 %
4 Wohnungen oder mehr	3 %	6 %	2 %	1 %

4.5.2 Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme / Kälte

Im Bereich der KfW wurden 32 Netze gefördert und errichtet, die auch Prozesswärme bereitstellen, darunter vier, die Holzhackschnitzel als Wärmequelle verwenden. Bei den großen Solaranlagen konnten zwei Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme und eine Anlage zur Kälteerzeugung identifiziert werden. Von den kleinen Solaranlagen für Prozesswärme bis 40 m² Kollektorfläche wurden 2010 22 Stück errichtet. Unter den mehr als 34 Tsd. errichteten Anlagen 2010 finden sich sieben Anlagen zur Kälteerzeugung. Für Wärmepumpen lagen hierzu keine Informationen vor.

4.5.3 Biomasse-Kleinanlagen

Die Erhebung zeigt, dass die meisten der Biomasse-Zentralheizungen derzeit nicht mit einer zusätzlichen solarthermischen Anlage kombiniert sind, obwohl deren Anteil (Stückzahl bezogen) verglichen mit 2006/2007 (17 %), 2008 (35 %), 2009 (39 %), stetig gestiegen ist und mittlerweile mit aktuell 36 % ein gleichbleibend hohes Niveau erreicht hat. Allerdings ist diese Verteilung nicht repräsentativ, da die Aussage „mit Solar“ lediglich durch einen entsprechenden Hinweis in den BAFA-Rechnungen begründet ist, dies jedoch nicht explizit angegeben werden musste. Dadurch dürfte die Anzahl der Biomassekessel, die mit einer zusätzlichen solarthermischen Anlage kombiniert sind, nochmals deutlich darüber liegen. Das zeigt auch die Auswertung einer Umfrage im Rahmen der MAP-Evaluierung der Jahre 2006 und 2007. Hier hatte der Solaranteil in Kombination mit einer Biomassefeuerung bei 46 % gelegen.

Bei den Auswertungen zu den Schadstoffemissionsklassen, denen die Feuerungen zugeordnet werden können, ergeben sich gegenüber vergangenen Auswertungen weitere Verbesserungen. Diese betreffen vor allem die Scheitholzessel. Der Anteil solcher Kessel, die gemäß Typenprüfbericht mehr als 25 mg/Nm³ Gesamtstaub emittieren, sank von 43 % in 2006/2007, über 38 % bzw. 30 % in 2008/2009 auf nunmehr nur noch 18 %. Bei den Pellet-Zentralheizungen ergab die Auswertung dagegen keine Veränderungen. Aktuell lag hier beispielsweise der Anteil der Anlagen, die gemäß Typenprüfbericht mehr als 25 mg/Nm³ Gesamtstaub emittieren weiterhin bei nur noch 2 %. Es steht zu vermuten, dass das Optimierungspotenzial bei Pelletfeuerungen bereits in höherem Maß ausgeschöpft wurde, zumindest was die Wirksamkeit bei Typenprüfabläufen betrifft.

Für die übrigen Anlagentypen kann wegen der geringen Stichprobe keine belastbare Aussage getroffen werden, jedoch ist die Tendenz erkennbar, dass sich der Anteil an Pelletöfen, die gemäß Typenprüfbericht mehr als 25 mg/Nm³ Gesamtstaub emittieren, gegenüber den Auswertungen 2008/2009 (hier 35 % bzw. 26 %) mit aktuell 33 % auf etwa gleich bleibendem Niveau bewegt. Bei Hackschnitzelheizungen dagegen ist im Jahr 2010 ein Anstieg von 27 % in 2008 und 29 % in 2009 auf aktuell 40 % erkennbar, wobei hier die Datenbasis wegen des geringen Stichprobenumfangs kaum belastbar ist. Weitere Anstöße zur Verbesserung des Schadstoffausstoßes sind durch die ab 2015 vorgesehene drastische Verschärfung bei den Staubgrenzwerten der novellierten 1. BImSchV gegeben, zumal diese dann auch in der Praxis überwacht werden sollen.

4.5.4 Solarthermie

Im Hinblick auf den weiteren Ausbau der Nutzung der Solarthermie ist ein „zweidimensionaler“ Ansatz zu verfolgen. Zum einen muss die Anzahl solarthermischer Anlagen weiter erhöht werden, etwa über die Erschließung neuer Absatzmärkte wie z.B. Mehrfamilienhäuser (s.o.). Zum anderen ist es wichtig, dass die solaren Deckungsanteile neu realisierter Anlagen ebenfalls zunehmen. Durch die Kombination beider Maßnahmen ist es möglich sowohl den Verbrauch von fossilen Energieträgern bzw. die Emissionen von CO₂ deutlich zu reduzieren und gleichzeitig einen entscheidenden Beitrag zur Erhöhung der Versorgungssicherheit zu leisten. Durch die Konzentration der Förderung auf Raumheizungsanlagen wurde im MAP ein geeigneter Schwerpunkt zur Förderung höherer solarer Deckungsbeiträge gesetzt.

4.5.5 Wärmepumpen

Die in der Evaluation des MAP für das Jahr 2009 angeführten Punkte zu technischer Entwicklung und Systemeffizienz des gesamten Energieversorgungssystems sind weiterhin gültig (vergl. Langniß et al. 2010b). Zu ergänzen ist, dass der kritische Trend zu Luft/Wasser-Wärmepumpen gemäß der Erhebungen des BWP zwar weiter anhält, dass aber innerhalb des MAP der Anteil der Luft/Wasser-Wärmepumpen an der Gesamtheit der geförderten Wärmepumpen vergleichsweise gering ist und zudem weiter abnimmt.

4.5.6 Wärmenetze und große Speicher

Die Entwicklung MAP geförderter Netze und der großen Wärmespeicher ist positiv zu sehen, auch wenn die Veränderungen im Bereich von 0 bis +10% liegen. Aus Sicht der Autoren ist hier die Konstanz in der Förderung als wesentlicher anzusehen im Vergleich zu stark schwankenden Antragszahlen.

Ein wesentlicher Vorteil der zentralen Wärmebereitstellung über Biomasseanlagen und Wärmenetze ist, dass auch Abnehmer mit Wärme aus Biomasse versorgt werden können, die nicht über die räumlichen Voraussetzungen für eine eigene Anlage verfügen. Ein weiterer Vorteil liegt in der Verwendung preiswerterer Brennstoffsortimente im Vergleich zu kleinen Pelletanlagen, wie sie in dezentralen Systemen eingesetzt werden.

Allerdings ist hinsichtlich der Systemeffizienz zentraler Anlagen mit Wärmeverteilungssystemen grundsätzlich zu berücksichtigen, dass die Wärmeverteilung immer zu zusätzlichen Energieverlusten innerhalb der Energiebereitstellungskette führt. Aus diesem Grund ist bei Wärmeverteilungssystemen, die von Heizkesseln und nicht aus KWK-Anlagen gespeist werden, nicht grundsätzlich gesichert, dass die Energieeffizienz höher ist als in Einzelsystemen. Dies gilt insbesondere bei kleinen Wärmenetzen mit nur wenigen Abnehmern.

Die Förderung der Wärmenetze und der großen Speicher können den Anteil an Biomasse im Wärmemarkt deutlich steigern. Für die Zukunft sollte der Schwerpunkt im Bereich der Steigerung der Energieeffizienz und der Jahresenergienutzungsgrade im Vergleich zu dezentralen Anlagen gelegt werden. Wo möglich sollte das Kriterium der Energieeffizienz der zentralen Wärmebereitstellung ein Teil des Kriterienkataloges für die Förderung werden.

4.5.7 Tiefengeothermie

Aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen bei geothermischen Projekten, v.a. für die Tiefenbohrungen, ist der Nutzungsgrad der Wärmequelle ein entscheidendes Kriterium für die Wirtschaftlichkeit. Dabei spielt v.a. die Erschließung von Wärmeabnehmern mit niedriger Rücklaufftemperatur (für die Nutzung eines möglichst großen Temperaturbereichs vom Thermalwasser) sowie Abnehmern mit kontinuierlichem Bedarf oder Wärmebedarf in den Sommermonaten (für die möglichst ganzjährige Nutzung der Wärmequelle) eine wichtige Rolle. Am Markt zeigt sich – z.T. gestärkt durch politische Unterstützung – eine verstärkte Suche nach geeigneten Konzepten um das bestehende Nachfragepotenzial an Niedertemperaturwärme durch private Haushalte sowie industrielle Prozesse gezielt zu erschließen. Kann z.B. die erfolgreiche Einbindung von Niedertemperaturtrocknungsprozessen oder Kältebereitstellung gezeigt und weiterentwickelt werden, wird dies die Entwicklung von Fernwärmeprojekten generell positiv beeinflussen.

Im Rahmen des MAP könnte diese Entwicklung durch eine gezielte Förderung der Wärmeabnehmerstruktur unterstützt werden. Für die Begrenzung der Rücklaufftemperatur auf einen möglichst geringen Höchstwert gibt es z.B. entsprechende Regeleinrichtungen. Für deren Einsatz besteht im Moment jedoch für den Verbraucher kein ausreichender wirtschaftlicher Anreiz. Die Bereitstellung von „Kälte“ wird im Moment nur in Zusammenhang mit Solarkollektoren gefördert. Hier bestünde die Möglichkeit auch Kälteanlagen in die Förderung zu integrieren, die durch erneuerbare Energien erzeugte (Fern)Wärme nutzen.

4.5.8 Biogasaufbereitung und -leitung

Bereits in Langniß et al. (2010) wurde ausgeführt, dass es sich bei dem Ausbau einer Biogasleitungs-Infrastruktur um eine kostengünstige Alternative zum Bau von Wärmenetzen handelt und die damit eine überzeugende Option bietet, den Gesamtnutzungsgrad von Biogas-Anlagen zu steigern, in dem auch entfernter liegende Wärmesenken erschlossen werden können.

Auch Biogas-Aufbereitungssysteme bieten die Möglichkeiten, durch einen allmählich anwachsenden biogenen Anteil die Substitution fossiler Energieträger im Gasnetz voranzutreiben. Die grundsätzliche ökologische Sinnhaftigkeit bei Einhaltung von Effizienzkriterien wurde in IFEU et al. (2008) nachgewiesen, wobei bezüglich des Einsatzes von Anbau-biomasse die auch für Biogasanlagen ohne Einspeisung relevanten ökologischen Begrenzungen gelten.

Im Rahmen des MAP erhalten nur kleine Biogas-Aufbereitungsanlagen einen Tilgungszuschuss. Dies bietet einerseits ökologisch-strukturelle Möglichkeiten, da besonders kleinere Anlagen angereizt werden, die vielfach erhöhte Gülleanteile aufweisen. Dadurch wird die Erhöhung von ländlicher Wertschöpfung auch für kleinere Betriebe und die Nutzung von vorteilhaften Konstellationen ermöglicht, beispielsweise wenn ausreichende Verteilnetze bereitstehen oder in Verbindung mit örtlichen Tankstellen, da dann die kapital- und betriebskostenintensive Verdichtung entfallen kann.

Hinzu kommt, dass in Zukunft Biogas-Anlagen gem. §27 Abs. 3 nur noch dann gefördert werden, wenn die Anlagen mind. 60 % in KWK erzeugen oder einen hohen Gülleanteil

aufweisen. In Anlagen, die höhere Anteile nachwachsender Rohstoffe einsetzen, ist im ländlichen Raum ohne ausreichende Wärmenutzungsmöglichkeiten die Einspeisung des aufbereiteten Biogases bzw. der Bau von Biogasleitungen eine Möglichkeit, die EEG-Bedingungen (60 % KWK-Anteil) einzuhalten.

Fazit

Ein Großteil der geförderten Technologien ist Bestandteil einer zukunftsweisenden Infrastruktur. Solaranlagen stellen mit 53 % der Förderung einen Schwerpunkt beim BAFA-Teil dar. Weiterhin wurden im Jahr 2010 mit Unterstützung des MAP 876 Nahwärmenetze errichtet. Allerdings wird vermutet, dass die Effizienz der Netze noch deutlich gesteigert werden kann. Auch andere geförderte Technologien wie etwa Wärmepumpen haben teilweise noch keinen befriedigenden Effizienzgrad erreicht. Solarthermische Anlagen in Mehrfamilienhäusern sowie zur Kälte- oder Prozesswärmebereitstellung werden nach wie vor durch das MAP kaum angereizt. Diesbezüglich muss sich das MAP weiterentwickeln. Die Entwicklungen zeigen, dass das MAP Wirkung zeigt, das angestrebte Ziel ist allerdings nur teilweise erreicht worden.

4.6 Verminderung des Preisrisikos und Erhöhung der Versorgungssicherheit

Eine Bewertung der Energieträger zur Bereitstellung von Wärme durch diesen Indikator und besonders der Gesamtstandardabweichung des Sektors der Wärmeerzeugung im Vergleich mit dem der durch das MAP geförderten Anlagen erlaubt eine Aussage bzgl. des Wandels zu einer nachhaltigen Infrastruktur.

4.6.1 Preisrisiko

Die Verknappung fossiler Ressourcen, insbesondere von Erdöl und Erdgas, hat in der nahen Vergangenheit zu besonders starken Schwankungen der Energiepreise geführt (vgl. Abbildung 19).

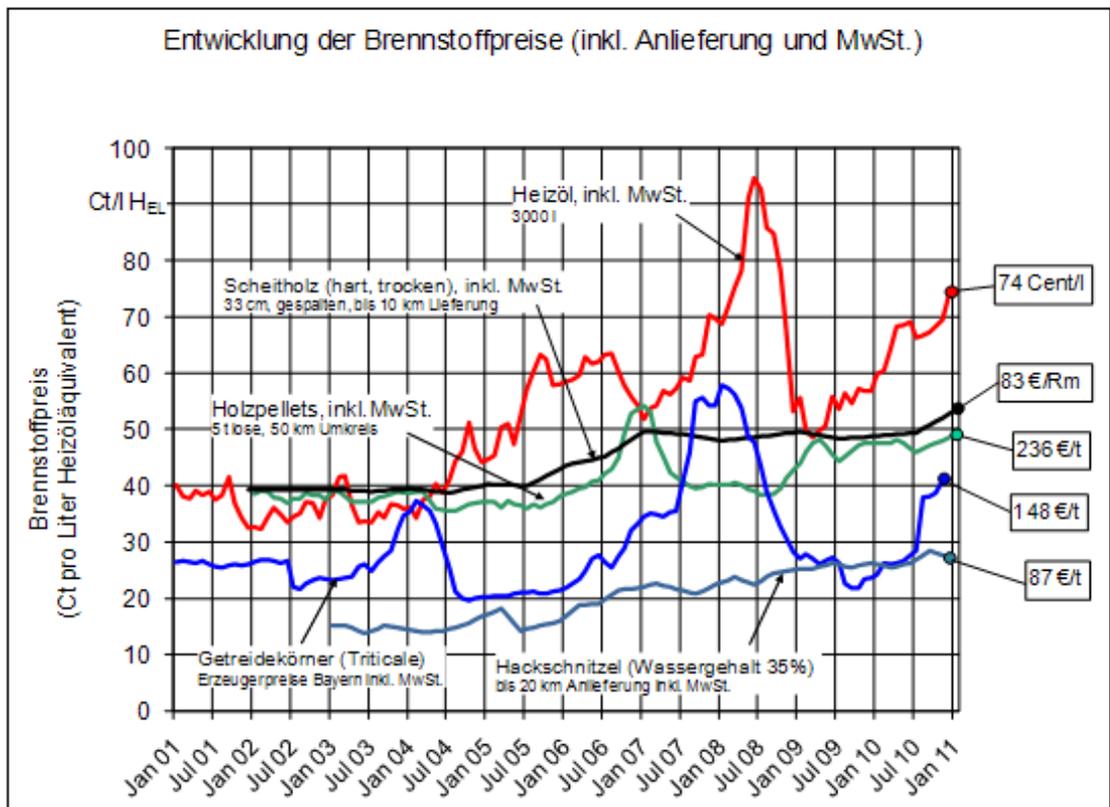
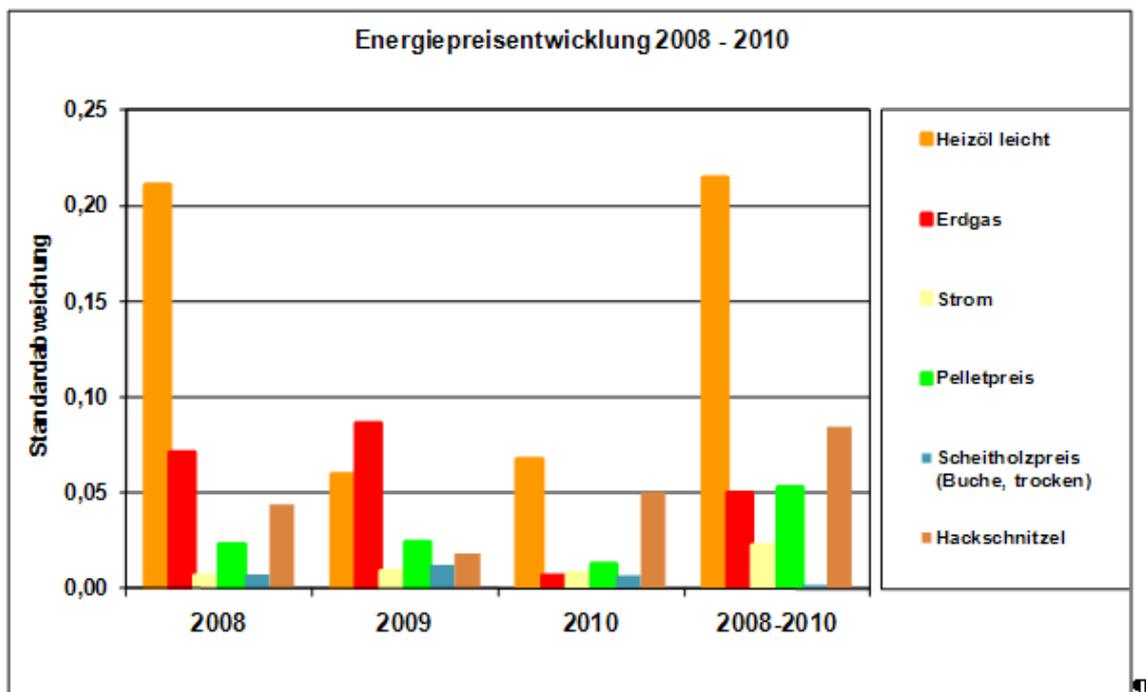


Abbildung 19: Entwicklung der Brennstoffpreise 2001 - 2010

Abbildung 20 zeigt anhand der monatlichen bzw. quartals- oder halbjährlichen Preisveränderungen, dass die Preise fossiler Energieträger im Allgemeinen stärker schwanken als die von Biomassebrennstoffen. Grundsätzlich sind aber auch bei Biomassebrennstoffen größere Schwankungen möglich, das zeigt die Grafik im Jahr 2007 für Holzpellets, deren Preis aufgrund einer gestiegenen Nachfrage und eines gleichzeitigen Engpasses bei Pelletieranlagen und den Rohstoffen aus der Holzverarbeitung zum Teil stärker als beim Heizöl schwankte. Nicht zuletzt ist Biomasse auch besonders an ihre regionale Verfügbarkeit gekoppelt.



Quellen: BMWI 2010, TFZ 2010

Abbildung 20: Vergleich der monatlichen Standardabweichung verschiedener Energieträger 2008 - 2010

Solarthermische Anlagen sind diesen Schwankungen nicht unterworfen, allerdings werden diese bis auf weiteres an zusätzliche – meist fossile – Heizungsanlagen angewiesen sein, da eine vollständige solare Deckung derzeit wirtschaftlich nicht darstellbar ist. Dennoch kann eine stetige Erhöhung des erneuerbaren Anteils zur Entkopplung von den auch in Zukunft zu erwartenden Preisschwankungen fossiler Energieträger führen.

Im Folgenden soll gezeigt werden, welchen Anteil allein der MAP-induzierte Zubau im Jahr 2010 an der Reduktion der Importabhängigkeit hat. Insgesamt beträgt der Importanteil an Primärenergieträgern, wie z.B. Öl, Erdgas und Steinkohle in Deutschland insgesamt fast 72 %. Betrachtet man Öl und Erdgas alleine sind es sogar 98 % bzw. 85 %. Im Folgenden werden die im Rahmen des MAP errichteten Anlagen verminderten fossilen Energieimporte ausgehend von den unter Nr. 4.4 ermittelten substituierten Energiemengen vorgestellt. Dafür wurden die entsprechenden Faktoren der Importabhängigkeit, sowie der Anteile der Strom- und Fernwärmeerzeugung auf die substituierten Energiemengen angewendet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt. Zwar erscheint der verminderte Anteil von 0,03 % an den gesamten Importen zunächst wenig, doch muss beachtet werden, dass es sich hierbei um die Importe aller Energiesektoren, also auch Strom und Verkehr handelt.

Tabelle 33: Durch im Rahmen des MAP 2010 errichtete Anlagen vermiedene fossile Energieimporte

Vermiedene Energieimporte in GWh/a	Öl	Gas	Steinkohle	Braunkohle	Kern-energie¹	Gesamt
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	117	118	5	5	5	250
Feste Biomasse-Scheitholzessel (HH)	42	11	3	2	2	60
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	0	2	0	0	0	2
Feste Biomasse-H(K)W	1	51	22	7	0	81
Biogas-Mix (BHKW)	164	125	20	0	0	309
Tiefe Geothermie	1	35	15	5	0	56
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	38	31	2	1	1	72
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	14	11	1	0	0	26
Luft-Wasser WP Bestand	20	16	1	0	0	38
Luft-Wasser WP Neubau	5	4	0	0	0	10
Solarthermie	61	57	1	1	1	121
Summe Gesamt	463	461	70	22	9	1.026
Energieimporte gesamt 2008 in GWh²	1.602.391	842.266	390.539	0	425.854	3.261.050
Anteil	0,03 %	0,05%	0,02 %	-	0,00 %	0,03 %

Anmerkungen:

¹ Stromerzeugung aus Kernenergie (vorwiegend Nachtspeicheröfen)

² Energieimporte für alle Sektoren 2008, AGE B 2010

Fazit

Der Ausbau erneuerbarer Energieträger ist ein probates Mittel gegen die zunehmende Schwankung und Erhöhung der Preise fossiler Energieträger. Die durch das MAP im Jahr 2010 installierten Anlagen ersetzen 0,03 % der gesamten importierten fossilen Energieträger. Aufgrund der zurückgegangenen Förderzahlen ist allerdings auch die Bedeutung des MAPs für die Dämpfung der Brennstoffpreise zurückgegangen.

4.7 Technologischer Standard und Innovation

Durch die Definition von Standards und Anforderungen im Rahmen der Fördertatbestände nimmt das MAP maßgeblich Einfluss auf die Weiterentwicklung von Technologien und Verbesserung der Umweltstandards. Diese Wirkung des Förderprogramms wird sparten-spezifisch nachgewiesen, indem geprüft wird, ob sich der technische Standard der geförder-ten Produkte tatsächlich verbessert hat und auch Entwicklungen innovativer Kompo-nenten, Produkte und deren Kombinationen angereizt wurden.

4.7.1 Biomasse-Kleinanlagen

Größere Anstrengungen werden derzeit sowohl von der Kessel- als auch der Komponen-tenindustrie begonnen, um die Feuerungsanlagentechnik auf die Anforderungen der no-veliierten 1. BImSchV vorzubereiten. Das gilt insbesondere für die Staubemission, die ab 2015 in der Stufe 2 deutlich stärker begrenzt sind. Derzeit konzentrieren sich die Entwick-lungsarbeiten vor allem auf die folgenden Bereiche:

- Primärmaßnahmen zu Staubminderung (Luftstufung, Feuerungsgeometrie, Rege-lungsverbesserungen, „Low-Particle Concept“),
- Sekundärmaßnahmen (Entwicklung, Erprobung und Integration von kleinen elekt-rostatischen Staubabscheidern, zum Teil kombiniert mit Abgaswäschern),
- Entwicklung geeigneter Prüf- und Messtechniken für die Emissionsüberwachung in der Praxis (auch für Arbeiten des Kundendienstes),
- Beauftragung von Typenprüfungen mit bestehenden Feuerungen zum Nachweis der aktuellen oder zukünftigen Emissionsanforderungen.

Zum heutigen Zeitpunkt ist festzustellen, dass die kleinen elektrostatischen Abscheider noch nicht marktreif sind und somit eine breite Einführung derartiger Technologien noch nicht möglich ist. Entsprechende Vorgaben im Rahmen des MAP sind somit derzeit sinn-voll. Zudem wurde erst in 2011 mit der Erarbeitung einer standardisierten Prüfmethode für die Bestimmung von Abscheidegraden begonnen, so dass eine Vergleichbarkeit durch aussagefähige und belastbare Prüfberichte zu derartigen Abscheidern erst in einigen Jah-ren gegeben sein wird.

In jüngster Zeit wird eine wichtige zukünftige Aufgabestellung bei Biomasseheizungen in der Steigerung des Nutzungsgrades gesehen, d. h. in der Erhöhung der Brennstoffaus-nutzung über die gesamte Heizperiode. Nach neuen Erkenntnissen liegt der Nutzungs-grad selbst bei Pellet-Zentralheizungen häufig um mehr als 20 Prozentpunkte unter dem Wirkungsgrad, der bei Nennwärmelast unter Typenprüfbedingungen bestimmt wird. Maß-nahmen, die auf eine Verbesserung des Nutzungsgrads abzielen, sollten deshalb auch bei der Förderung vorrangig berücksichtigt werden. Derzeit wird in Deutschland und Ös-terreich an einer Prüfrichtlinie zur direkten Bestimmung des Nutzungsgrades in einer achtstündigen Lastverlaufsprüfung für Heizkessel gearbeitet (ähnlich dem europäischen Fahrzyklus für PKW). Die Methode und die messtechnische Ausstattung stehen den ent-sprechenden Feuerungsprüfstellen jedoch in absehbarer Zeit noch nicht zur Verfügung, so dass entsprechende Vorgaben durch das MAP in den kommenden zwei Jahren nicht realistisch wären.

4.7.2 Große Biomasse Anlagen

Im Bereich der Anlagen oberhalb von 100 kW werden sich die weiteren Entwicklungen auf die Einhaltung der neuen Anforderungen der 1. BImSchV konzentrieren, wobei den

Staubemissionen hier die größte Bedeutung zukommt. Dies gilt in gleicher Weise auch für die Möglichkeiten zu Nachrüstung bestehender Anlagen. Die gesteigerte Nachfrage lässt einen Übergang zu mehr automatisierter Fertigung erwarten, was letztlich zu Kostensenkungen führen dürfte. Ein ähnlicher Effekt ergibt sich aus der Marktkonzentration unter den Herstellern. Auch Lieferanten mit großem Marktanteil fertigen im Jahr nur eine begrenzte Anzahl von Anlagen.

4.7.3 Wärmenetze und große Speicher

Im Bereich der Wärmeverteilungsnetze und der behälterbasierten Wärmespeicher handelt es sich um standardisierte Produkte hinsichtlich der verwendeten Komponenten. Durch eine Anpassung der Förderrichtlinie in Hinsicht auf die Wärmedämmung der Rohrleitungen im Nahwärmenetz, wäre zu erwarten, dass die neuen Netze die Effizienz der Anlagen positiv beeinflussen werden. Ein weiteres Augenmerk liegt auf der optimalen Anpassung und Einbindung in die jeweiligen Anlagenkonzepte und die optimale Betriebsführung um die Vorteile der Speicherung nutzen zu können.

4.7.4 Solarthermie

Anlagen zur thermischen Nutzung von Solarenergie zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung sind technisch weitgehend ausgereift und seit vielen Jahren am Markt. Da diese Anlagen bereits einen hohen technischen Stand erreicht haben, konzentrieren sich technologische Entwicklungen meist auf Detailspekte. Im Vordergrund steht hierbei die Verbesserung der Montagefreundlichkeit durch vorgefertigte oder bereits an den Speicher angebaute Solarstationen sowie internetbasierte Regler, die eine Kontrolle der Anlagenbetriebszustände sowie ggf. eine Veränderung von Regelparametern über das Internet oder über Mobiltelefone ermöglichen.

Für solarthermische Großanlagen werden von einer zunehmenden Anzahl von Herstellern Module für die Solarstation sowie die Trinkwassererwärmung im Durchlaufprinzip angeboten, die teilweise auch einen kaskadierten Einsatz ermöglichen. Eine wesentliche Innovation stellt das von der Fa. Paradigma entwickelte Aqua-System dar, bei dem im gesamten Kollektorkreislauf Wasser als Wärmeträgerfluid eingesetzt wird. Nachdem die Produkte in den vergangenen Jahren im Segment von kleineren Anlagen für Ein- und Zweifamilienhäuser am Markt eingeführt wurden, wurden in der jüngsten Vergangenheit auch zunehmend große Anlagen mit mehreren 1.000 m² Kollektorfläche mit dieser Technologie realisiert.

Ein weiterer Trend ist die Realisierung von Gebäuden, deren Wärmebedarf zum weitaus größten Teil durch thermische Solarenergie gedeckt wird. Im Jahr 2010 wurden etwa 300 bis 400 sogenannte Sonnenhäuser, die solare Deckungsanteile von ca. 60 bis 70 % aufweisen, in Deutschland errichtet.

4.7.5 Wärmepumpen

Die Anforderungen des MAP an die Jahresarbeitszahl von Luft/Wasser-Wärmepumpen sind zwar etwas geringer als diejenigen, welche an Sole/Wasser-Wärmepumpen gestellt werden. Für Luft/Wasser-Wärmepumpen ist die im März 2011 von 3,7 auf 3,5 reduzierte Anforderung für die Jahresarbeitszahl aber immer noch sehr anspruchsvoll. Grundsätzlich gibt es für Luft/Wasser-Wärmepumpen noch technisches Verbesserungspotenzial, da typische Anlagen bisher nur 35% des theoretisch maximal Möglichen, dem Carnot-Wirkungsgrad, erreichen. Sole/Wasser-Wärmepumpen dagegen erreichen typischerweise bereits 50 % des Carnot-Wirkungsgrades (BINE 2007). Es werden Jahresarbeitszahlen von bis zu 4,9 bei Luft/Wasser-Wärmepumpen für möglich gehalten (Gasser und Wellig 2010). Arbeiten zur Verbesserung der Jahresarbeitszahl bei Luft/Wasser-Wärmepumpen

sind insbesondere von den Firmen Waterkotte und Ochsner bekannt. Bei einem für Herbst geplanten Expertenworkshop soll das Thema Luft/Wasser-Wärmepumpe näher beleuchtet werden.

Bei den Kältemitteln ist ein Trend zur Verwendung des vergleichsweise klimafreundlichen Gases CO₂ zu beobachten. Wegen der erforderlichen Drücke bei der Verwendung dieses Kältemittels ist dessen Einsatz bisher auf kleine Anlagen, zu welchen insbesondere die Wärmepumpen gehören, die ausschließlich der Warmwasserbereitung dienen, begrenzt.

Gearbeitet wird auch an Hybrid-Wärmepumpen, welche wahlweise Wärme dem Boden oder der Luft entziehen können. Die klare Trennung zwischen diesen beiden Wärmepumpentypen wird damit ausgehöhlt.

4.7.6 Tiefengeothermie

Die Nutzung der zu Tage geförderten geothermischen Energie für die Bereitstellung von Wärme basiert auf standardisierten Komponenten. Bei der Auswahl und Auslegung geeigneter Komponenten spielt v.a. die Thermalwasserchemie eine wichtige Rolle. Die Auslegung des übertägigen Anlagenteils muss jeweils standortspezifisch erfolgen.

Die größte technische sowie wirtschaftliche Herausforderung bei geothermischen Projekten besteht nach wie vor durch die Niederbringung der Tiefbohrungen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn Bohrungen in geologisch noch wenig bekannten Gebieten abgeteuft werden. In vielen für die Geothermie geeigneten Gebieten ist dies gegenwärtig aufgrund der geringen Anzahl an relevanten Tiefbohrungen der Fall. Tiefengeothermische Projekte können daher im Moment noch nicht von Erfahrungswerten profitieren, die erst bei der vielfachen Erschließung eines bestimmten, z.T. lokal sehr begrenzten geologischen Gebiets entstehen. Erfahrungen aus der Erdöl- und Erdgasindustrie zeigen, dass die verbesserte Kenntnis und damit verbunden eine gewisse Standardisierung der Bohrungsniederbringung für eine geologische Struktur zu 30 % geringeren Kosten gegenüber einer Erstbohrung im selben Gebiet führen kann.

Im Bereich der Tiefpumpentechnik besteht erhebliches technisches Verbesserungspotenzial bei Effizienz und Verlässlichkeit. Die auf dem Markt erhältlichen Tiefpumpen sind nicht ausreichend an die Gegebenheiten in geothermischen Anlagen angepasst, da die Tiefengeothermie aufgrund der geringen Anzahl von Projekten im Moment keinen attraktiven Markt für Pumpenhersteller darstellt. Dies führt dazu, dass im Vergleich zu typischen Anwendungsfällen Tiefpumpen in tiefengeothermischen Anlagen bei hohen Temperaturen, hohem Volumenstrom und mit z.T. sehr aggressiven Wässern betrieben werden. Sollen geothermische Anlagen Wärme bedarfsabhängig bereitstellen können, müssen Tiefpumpen zudem für einen breiten Volumenstrombereich sowie für Stillstand, An- und Abfahren ausgelegt sein. In vielen Projekten basiert das Betriebsregime einer Tiefpumpe jedoch auf pumpenbedingten Vorgaben, die der effizienten Nutzung der geothermischen Quelle oftmals entgegenstehen. Z.B. kann der jeweils geforderte Volumenstrom außerhalb des für die Tiefpumpe verlässlich realisierbaren Volumenstrombereichs liegen oder ein Abschalten der Pumpe während Zeiten zu geringer Nachfrage ist nicht möglich. Da das Betreiben der Tiefpumpe den wesentlichen Anteil der Betriebskosten tiefengeothermischer Anlagen darstellt, wirkt sich der Einsatz ungeeigneter Pumpen negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus. Eine Möglichkeit, die hohen Betriebskosten durch die Tiefpumpe zu reduzieren liegt im Moment nur in der gezielten Steigerung der Produktivität der Tiefbohrungen durch technische Maßnahmen. Bereits sanfte Stimulationsmaßnahmen führen dazu, dass der gleiche Volumenstrom mit geringerem Pumpaufwand in einer Bohrung zu Tage gefördert werden kann.

Aufgrund der angesprochenen Aspekte ist es im Moment nicht zielführend, von Seiten des MAP zu erfüllende Standards vorzugeben. Das MAP könnte jedoch den technologischen Standard im Bereich geothermischer Tiefbohrungen gezielt vorantreiben. Im Rahmen eines Bohrungsförderprogramms könnten verstärkt Erstbohrungen bei unbekannter Standortgeologie und Bohrungen zur Realisierung kleinerer Wärmeversorgungsaufgaben, für welche ein großes Nachfragepotenzial besteht, gefördert werden. Weiterhin könnte der Einsatz innovativer Bohrungs-(niederbringungs-) konzepte (z.B. unkonventionelle Verrohrungsschemata, Monobohrkonzepte, innovative Spülungssysteme) gezielt durch das MAP unterstützt werden. Die dadurch gesteigerte Anzahl an Bohrprojekten würde zu einem deutlichen geologischen und bohrtechnischen Erfahrungszuwachs, zur Reduzierung der Bohrkosten sowie zu einer Verbreiterung des geothermischen Marktes führen. Ein breiterer geothermischer Markt wiederum würde eine größere Attraktivität für angepasste Komponenten (wie z.B. Tiefpumpen) bieten.

4.7.7 Biogasaufbereitung und -leitung

Gegenüber den im Vorjahr evaluierten Biogasleitungen haben sich keine Entwicklungen ergeben, da jahrzehntelang bewährte Rohrleitungstechnik zum Einsatz gelangt. Das innovative Element von Biogasleitungen ist daher weniger in den technischen Komponenten als in den neuen Akteurskonstellationen (Biogas-Anlagenbetreiber, Wärmenutzer, Wärmenetzbetreiber) zu sehen.

Im Bereich der Biogas-Aufbereitungstechnik finden zwar technische Innovationsprozesse statt. Der Einfluss des MAP auf diese Innovationen ist aber aufgrund der zu vernachlässigenden Anzahl von Kleinanlagen im Vergleich zu den anderen fördernden energiepolitischen Instrumenten von untergeordneter Bedeutung.

Fazit

Das MAP trägt durch seine technischen Anforderungen wie auch durch die umfängliche Förderung zur Setzung technologischer Standards bei. Neben einer Breitenförderung unterstützt es auch gezielt die Einführung von innovativen Technologien. Der temporäre Förderstopp beeinträchtigt jedoch die Bereitschaft von Unternehmen, weiterhin in Innovationen zu investieren.

4.8 Regionale Verteilung

4.8.1 Kleinanlagen Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpe

Seit dem nun mehr als zehnjährigen Bestehen des MAP hat sich an der regionalen Verteilung der Inanspruchnahme der Förderung nur wenig geändert. Frühere Evaluierungen konnten eine plausible Verbindung zwischen den erneuerbaren Potentialen und der Anlagenanzahl herstellen. So werden die Biomasseanlagen vornehmlich in Regionen mit hohem Waldanteil errichtet, also in Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen. Auch die solarthermischen Anlagen sind eher im Süden Deutschlands verbreitet, wohl nicht zuletzt aufgrund der tendenziell höheren Einstrahlung. Auch die Auswertung der im Rahmen des MAP 2010 errichteten BAFA-Anlagen zeigte wieder weitgehend identische Verteilungsmuster.

Bei einem Vergleich mit den sozio-ökonomischen Indikatoren, des durchschnittlichen Brutto-Inlandsproduktes pro Kopf sowie der Quote von Wohnungseigentümern, fällt auf, dass neben den bereits genannten regionalen Potentialen ein weiterer Einflussfaktor wohl das Wohnungseigentum darstellt. Wie generell bei Sanierungs- oder Modernisierungsarbeiten an Gebäuden werden MAP-geförderte Anlagen tendenziell eher im eigenen Haus

bzw. schon abgeschwächt in Eigentumswohnungen durchgeführt. Dagegen stellen Mietverhältnisse grundsätzlich ein Hemmnis zur Heizungs- und Gebäudemodernisierung dar. Lediglich Sachsen und Thüringen scheinen eine Ausnahme zu bilden, da diese relativ einen höheren Anteil an MAP-Anlagen installiert haben als Bundesländer mit vergleichbaren Eigentumsquoten.

Als nicht relevant für die Verteilung kann das BIP pro Kopf angesehen werden, hier konnte kein direkter Zusammenhang zwischen durchschnittlich verfügbarem Einkommen und der Bereitschaft zur Anlageninstallation festgestellt werden.

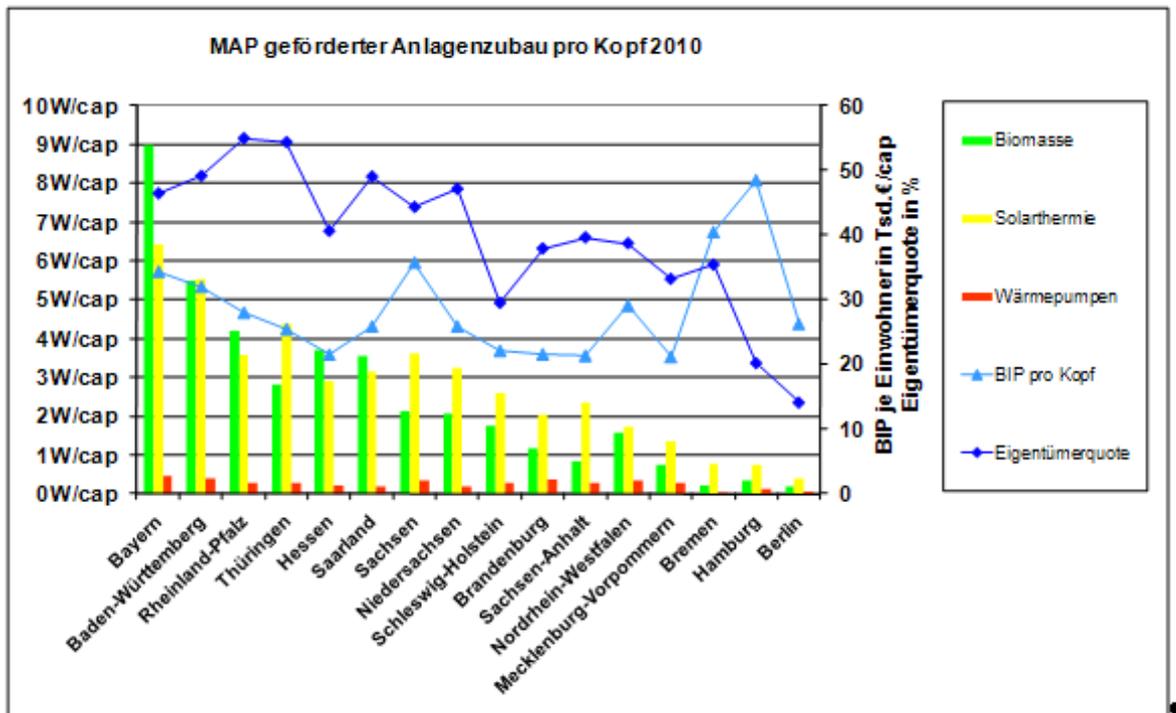


Abbildung 21: Regionale Verteilung der BAFA-geförderten Anlagen

Datenquelle: Arbeitskreis „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder“, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart

4.8.2 Große Biomasse und Wärmenetze

Der Schwerpunkt der Förderanträge liegt mit 58 % aller Anträge in Bayern gefolgt von Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Niedersachsen mit einem Anteil von jeweils 9 bis 12 %. Aus diesen vier Ländern werden 90 % aller Anträge gestellt. Bezieht man diese Angaben wieder auf die Bevölkerungsanzahl, so ergibt sich ein ähnliches Bild wie für den BAFA-Teil. Die Verteilung der Wärmenetze zeigt ein ähnliches Bild wie die der Biomasseanlagen, da diese meist zusammen errichtet werden und sich an der regionalen Verfügbarkeit orientieren.

4.8.3 Biogasleitungen und -aufbereitung

Regionale Schwerpunkte der Biogasförderung finden sich in Niedersachsen (52 % der geförderten Anlagen), mit großem Abstand gefolgt von Bayern, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen. Nur drei Anlagen befinden sich in Ostdeutschland.

Fazit

Die regionale Verteilung der geförderten Anlagen zeigt eine mit den Ergebnissen der letzten Evaluierungen vergleichbare Struktur. Insbesondere Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und das Saarland weisen eine hohe Pro-Kopf-Installationsquote auf. Vergleicht man die Verteilung dieser Quote, so lässt sich eine Korrelation mit dem Anteil an Haus- bzw. Wohnungseigentümern feststellen. Diesbezüglich weisen aber Thüringen und Sachsen wiederum außerordentlich hohe Installationszahlen auf. Insgesamt sind insbesondere bei den Biomasseanlagen die Verfügbarkeit und das natürliche regionale Potential für die regionale Verteilung ausschlaggebend. Die regionale Verteilung zeigt damit keine besonderen Auffälligkeiten.

4.9 Verhältnis ausgelöstes Investitionsvolumen zu Fördervolumen

Das Verhältnis zwischen dem ausgelösten Nettoinvestitionsvolumen (d. h. Investitionen ohne Mehrwertsteuer) und den eingesetzten Fördermitteln, also der Hebeleffekt der Förderung, ist ein guter Indikator für die Bewertung des effizienten Einsatzes von Fördermitteln. Der Hebeleffekt ist der Kehrwert des Förderanteils, ein besonders hoher Hebeleffekt ist daher mit einem sehr geringen Förderanteil verbunden, der je nach Förderfall und Bedingungen wiederum auf Mitnahmeeffekte geprüft werden muss.

Abbildung 22 stellt die Hebeleffekte der einzelnen Technologien und Sparten nebeneinander. Für die meisten durch BAFA geförderten beträgt der Hebeleffekt zwischen fünf und 15 € pro eingesetzten € Förderung. Besonders hohe Hebeleffekte weisen Hackgutkessel mit 25 €/€ und Sole-Wasser Wärmepumpen mit 16 €/€ auf. Bei den Hackgutkesseln ergibt sich dies durch die pauschale Förderung im Zusammenspiel mit tendenziell im Vergleich zu anderen Biomassekesseln großen Anlagen, bei Sole-Wasser-Wärmepumpen schlagen sich die hohen Kosten des Erdkollektors nieder. Insgesamt ergibt sich eine Verstärkung des Hebeleffekts von 6,49 € Investitionen mit einem Euro Förderung im Jahr 2009 auf 7,62 € in 2010. Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr sind zum einen auf eine Anpassung der Fördersätze zurückzuführen, zum anderen auf die gestiegenen Anteile der Bonusförderung.

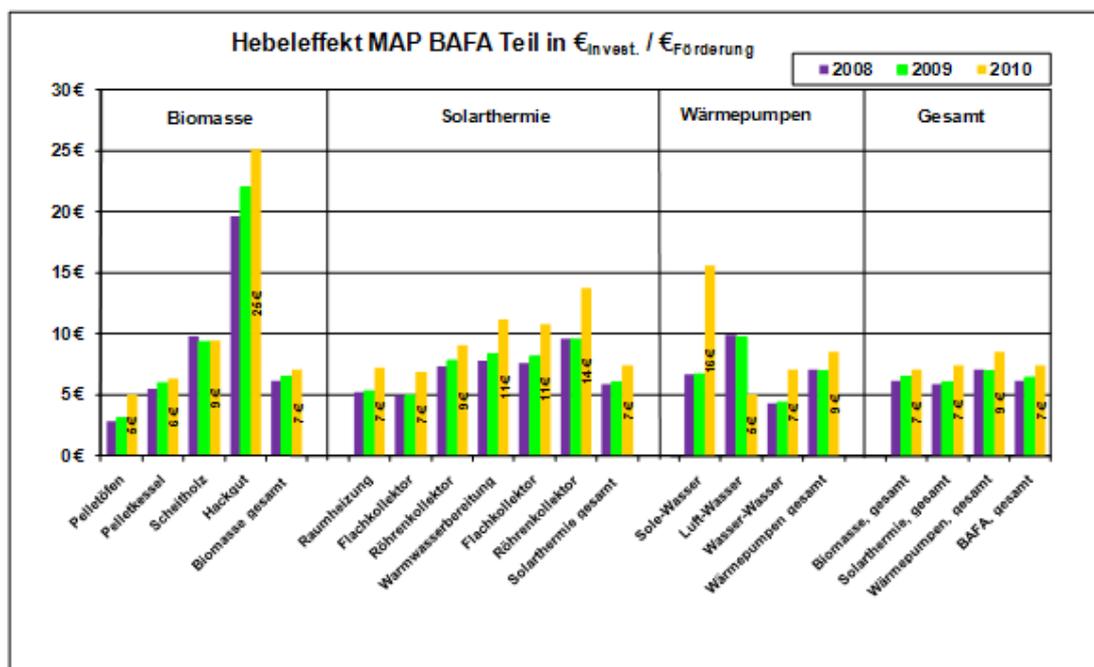


Abbildung 22: Ausgelöste Investition je € Förderung BAFA-Teil 2008 - 2010

Im KfW-Teil sind die Hebeleffekte etwas geringer als im BAFA. Abbildung 23 zeigt, dass sich die Hebeleffekte weitestgehend zwischen 3,50 €/€ und 5 €/€ bewegen. Lediglich die großen Biomasseanlagen, insbesondere KWK-Anlagen und Biogasaufbereitungsanlagen, treten – wie auch im Vorjahr – mit besonders hohen Hebeln hervor. Dies lässt sich für die KWK- und Biogasaufbereitungsanlagen mit dem geringeren Fördersatz und der Überschneidung der Förderung mit dem EEG erklären.

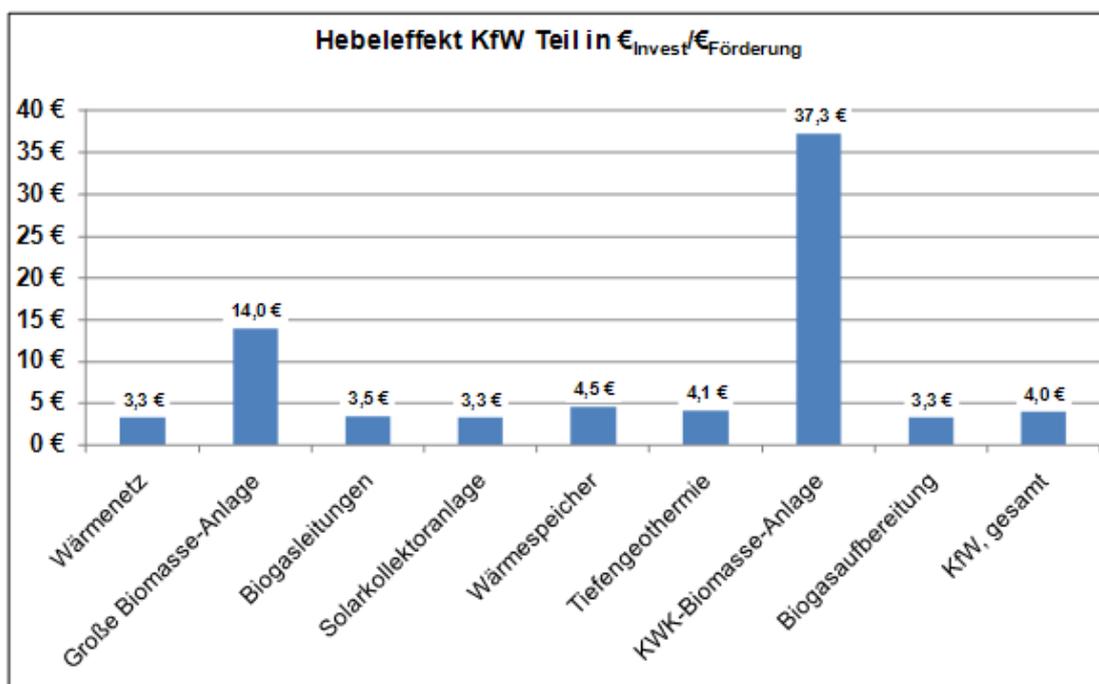


Abbildung 23: Hebeleffekt KfW-Teil 2010

Fazit

Bei der Evaluierung wurden durchschnittliche Hebeleffekte von 7,6 €/€ im BAFA-Teil und 3,6 €/€ im KfW-Teil ermittelt. Diese bewegen sich in der üblichen Größenordnung öffentlicher Förderprogramme. Bei Hackgutanlagen und große Biomasseanlagen, sowie bei KWK-Biomasse-Anlagen wurden besonders hohe Hebel festgestellt, welche der Angemessenheit der Fördersätze aufgrund der nahen Konkurrenzfähigkeit mit fossilen Alternativen entsprechen.

4.10 Verhältnis installierter EE-Wärmekapazität zu Fördervolumen

Angesichts des Zieles des Zubaus von Kapazitäten der erneuerbaren Wärmeversorgung ist auch ein Vergleich des leistungsbezogenen Hebeleffektes, d.h. zwischen Leistungszubau und Fördermitteleinsatz, interessant. Abbildung 24 zeigt die Hebeleffekte des BAFA-Teils. Durchschnittlich werden pro eingesetztem € Förderung 2010 7,8 Watt erneuerbare Leistung installiert. Dies ist eine Steigerung um einen Watt gegenüber 2009. Dabei ist zu erkennen, dass die Biomasse-Anlagen mit 10,7 W/€ tendenziell einen etwas höheren Hebel haben, als Solaranlagen mit 6,6 W/€ oder Wärmepumpen mit 5,8 W/€. Analog zum vorherigen Abschnitt ist auch hier die Sonderrolle der Hackgutanlagen zu sehen, welche einen vergleichsweise geringen Fördersatz erhalten.

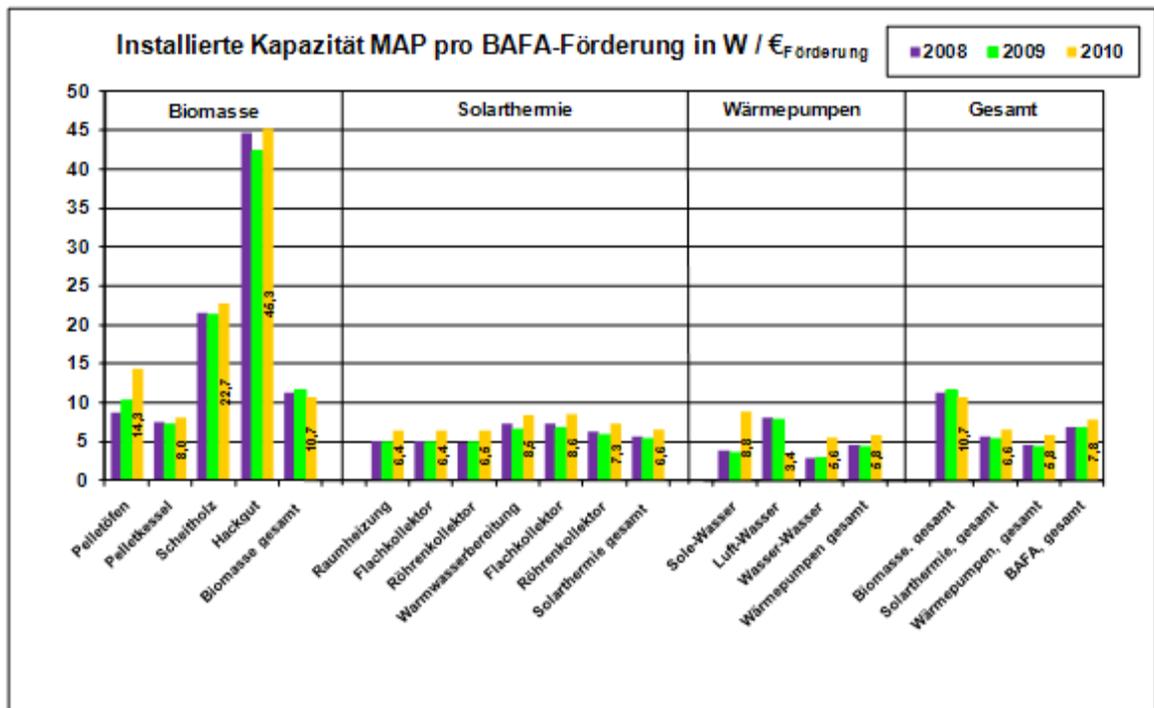


Abbildung 24: Leistungsbezogener Hebeleffekt BAFA-Teil 2008 - 2010

Im KfW-Programm bewegt sich der leistungsbezogene Hebel für Solaranlagen zwischen 3 und 4 W/€, bei der Geothermie zwischen 2 und 3 W/€ und bei der Biomasse um 39 W/€. Somit änderte sich nur der Hebel für Biomasse positiv um 1 W/€, die Hebel der anderen Technologien blieben im Vergleich zum Vorjahr gleich.

Fazit

Betrachtet man den leistungsbezogenen Hebeleffekt des MAP, so erweist sich die Biomasse mit 10,7 W/€ als überdurchschnittlich im Vergleich zu 6,6 W/€ bei der Solarthermie und 5,8 W/€ bei den Wärmepumpen. Im Vergleich zu 2009 hat sich der leistungsbezogene Hebeleffekt bei Solarthermie und Wärmepumpe leicht verbessert, bei Biomasseke-seln leicht verschlechtert.

4.11 Fördereffizienz bezogen auf substituierte Endenergie

Bezieht man die durch die im Rahmen der Förderung errichteten Anlagen substituierte fossile Endenergie auf die eingesetzten Fördermittel, so lassen sich die Kosten für diese ermitteln. Die Betrachtung basiert auf der Annahme, dass die errichtete, geförderte Anlage eine vergleichbare fossil befeuerte Anlage während deren gesamten Lebensdauer ersetzt. Hierzu wurde eine Lebensdauer von 18 Jahren für Hausheizungen und 20 Jahre für Großanlagen angenommen. Tabelle 34 stellt die berechnete Förderung substituiertes Endenergie der einzelnen Anlagentypen gegenüber. Damit wird jede substituierte Kilowattstunde im Durchschnitt mit 0,51 €ct gefördert. Allerdings gibt es sehr große Unterschiede zwischen den einzelnen Anlagentypen. Während die wenigen größeren, in der Industrie betriebenen Biomasseanlagen aufgrund der guten Wirtschaftlichkeit und geringen Förderrate auf nur 0,05 €ct/kWh kommen, beläuft sich die Förderung der Solarthermie auf 1,8 €ct/kWh.

Tabelle 34: Fördereffizienz bezogen auf substituierte Endenergie

Fördereffizienz	Fördereffizienz substituiertes Endenergie ¹ €ct/kWh
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	0,45
Feste Biomasse-Scheitholzessel (HH)	0,16
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	0,05
Feste Biomasse-H(K)W	0,09
Wärmenetz an Biogas-BHKW	0,33
Tiefe Geothermie	0,74
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	0,46
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	0,15
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	0,24
Luft-Wasser Wärmepumpe Neubau	0,07
Solarthermie	1,80
Summe Gesamt	0,51

Anmerkung:

¹Annahme für Anlagenlaufzeit: 18 Jahre für Hausanlagen, 20 Jahre für Großanlagen

Fazit

Der Fördereinsatz der durch das MAP 2010 substituierten fossilen Endenergie beläuft sich im Durchschnitt auf 0,51 Cent/kWh fossiler Endenergie. Betrachtet man die in Relation zu den beiden den Wärmesektor dominierenden Energieträgern Heizöl und Erdgas, so beträgt der Anteil an deren Marktpreisen 2010 11 % bzw. 9 %.

4.12 CO₂- Fördereffizienz

Für die Beurteilung der Fördermaßnahmen bezüglich der CO₂-Fördereffizienz wurden die unter Nr. 3.5 ermittelten vermiedenen Emissionen an CO₂-Äquivalenten über die Lebensdauer der Anlagen bilanziert und ins Verhältnis zu den eingesetzten Fördermitteln gesetzt. Dabei ergaben sich die in Tabelle 35 dargestellten Indikatoren Vermiedene CO₂-Emissionen pro Fördermittel und CO₂-Minderungskosten, wovon einer jeweils der Kehrwert des anderen ist.

Im Durchschnitt ergeben sich für das MAP durchschnittliche Minderungskosten von 17 €/tCO₂. Diese Minderungskosten können im Vergleich zu Minderungskosten anderer Technologien durchaus als wettbewerbsfähig betrachtet werden. Weiterhin ist erkennbar, dass der Luft-Wasser Wärmepumpe im Bestand die schlechteste Fördereffizienz zukommt. Die Förderung dieses Anlagentyps als erneuerbare Energie kann aus Gesichtspunkten der Fördereffizienz wie auch aus Umweltgesichtspunkten als umstritten betrachtet werden.

Als sehr effiziente CO₂-Minderungstechnologien können mit Kosten zwischen einem und 12 € pro Tonne vermiedenem CO₂ die geförderten Biomasseanlagen betrachtet werden. Solarthermische Anlagen kommen hingegen zusammen mit Luft-Wasser Wärmepumpen in Bestandsgebäuden mit annähernd 100 €/tCO₂ und mehr auf recht hohe Minderungskosten. Allerdings wird bei dieser Berechnung von für Luft-Wasser-Wärmepumpen bisher

typisch beobachteten Jahresarbeitszahlen von 2,6 ausgegangen. Mit den vom MAP geforderten Jahresarbeitszahlen von 3,5 können dagegen deutlich niedrigere spezifische Minderungskosten erreicht werden.

Der Mittelwert von 2,6 für die Jahresarbeitszahl von Luft/Wasser-Wärmepumpen wurde vom FhG-ISE anhand von 35, von den sieben Regionalversorgern der E.ON Energie AG ausgewählten bestehenden Gebäuden ermittelt. Für die mittlere Jahresarbeitszahl der vom MAP geförderten Wärmepumpen wird für die im Jahr 2010 installierten Anlagen ein ähnlicher Wert erwartet, da es sowohl Gründe gibt, die für einen höheren als auch für einen geringeren Ansatz sprechen. Für eine gegenüber dem Feldtest höhere Jahresarbeitszahl sprechen die hohen Anforderungen des MAP und die gegenüber dem Feldtest jüngeren Anlagen. Für eine schlechtere Jahresarbeitszahl spricht die gegenüber den Feldtests vermutlich deutlich weniger intensive Betreuung der Anlagen und möglicherweise auch das Auswahlverfahren.

Tabelle 35: Vermiedene CO₂-Emissionen pro Fördermittel und Minderungskosten

Fördereffizienz	Vermiedene Emissionen tCO ₂ equ./T€	Minderungskosten ¹ €/tCO ₂ equ.
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	81,4	12,3
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	240,7	4,2
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	801,2	1,2
Feste Biomasse-H(K)W	762,6	1,3
Biogasaufbereitung	217,1	4,6
Wärmenetz an Biogas-BHKW	67,6	14,8
Tiefe Geothermie	13,7	73,1
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	13,0	76,8
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	51,2	19,5
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	6,8	146,4
Luft-Wasser Wärmepumpe Neubau	61,9	16,2
Solarthermie	9,8	102,3
Gesamt	60,5	16,5

Anmerkung:

¹Annahme für Anlagenlaufzeit: 18 Jahre für Hausanlagen, 20 Jahre für Großanlagen

Fazit

Insgesamt kann das MAP mit durchschnittlichen Minderungskosten von 16,5 €/tCO₂ als kostengünstiges und effizientes Instrument betrachtet werden. Auch wenn einige Förderatbestände wie Solarthermie und Luft-Wasser-Wärmepumpen mit 100 €/tCO₂ und mehr weit über der Wirtschaftlichkeit liegen, so können diese unter den Gesichtspunkten einer Diversifizierung doch als berechtigt gelten.

4.13 Fördereffizienz der vermiedenen externen Kosten

Dieser Indikator gibt die durch die Fördermaßnahmen vermiedenen indirekten monetären Schäden durch Schadstoffe an und kann zum Benchmarking mit anderen Maßnahmen zur Förderung eines nachhaltigen und umweltfreundlichen Strukturumbaus eingesetzt werden.

Zur Ermittlung der Indikatoren wurden die unter Nr. 3.6 ermittelten externen Kosten über die Lebensdauer der Anlage bilanziert und ins Verhältnis zu den eingesetzten Fördermitteln gesetzt. Tabelle 36 zeigt, dass das Verhältnis von vermiedenen externen Kosten zu eingesetzten Fördermitteln für die Biomasse, Tiefengeothermie sowie Wärmepumpen im Neubau größer eins ist. Für diese Anlagen kann also eine positive Fördereffizienz ausgewiesen werden. Für Luft-Wasser Wärmepumpen im Bestand wird der Wert mit 0,4 € vermiedenen Kosten pro € eingesetzten Fördermitteln deutlich unterschritten, so dass hier - wie auch im vorigen Abschnitt - eine deutlich negative Fördereffizienz zu attestieren ist.

Tabelle 36: Vermiedene Externe Kosten pro Fördermittel

Vermiedene Externe Kosten/Fördermittel in €externe K./€Fördermittel	
Feste Biomasse-Einzelfeuerungen (HH)	7,9
Feste Biomasse-Scheitholzkessel (HH)	25,1
Feste Biomasse-Mix (Industrie)	80,4
Feste Biomasse-H(K)W	67,7
Biogas-Mix (BHKW)	19,9
Wärmenetze Erschließung Biogas BHKWs	5,2
Tiefe Geothermie H(K)W	1,4
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Bestand	1,3
Sole-Wasser & Wasser-Wasser WP Neubau	5,3
Luft-Wasser Wärmepumpe Bestand	0,4
Luft-Wasser Wärmepumpe Neubau	5,8
Solarthermie, gesamt	1,0
Gesamt	5,5

Fazit

Im Durchschnitt werden von den betrachteten Fördertatbeständen im MAP 5,5 € externe Kosten pro € Fördermitteleinsatz vermieden. Als deutlich unwirtschaftlich hinsichtlich der Fördereffizienz konnten die Luft-Wasser-Wärmepumpen im Bestand identifiziert werden, welche mit 0,4 € vermiedenen Kosten pro € eingesetzten Fördermitteln das Schlusslicht bilden.

4.14 Anteil der geförderten Maßnahmen aus deutscher Produktion

Im Rahmen der Rechnungsauswertung wurden auch die Herstellerländer erhoben. Dabei wurden die Anteile der Gesamtinvestition ermittelt, die plausibel dem Herstellerland zugeordnet werden können, also der Biomassekessel, die Wärmepumpe oder die Solarthermieanlage selbst. Die Peripherie oder die Montagekosten wurden dabei dem deutschen Anteil zugerechnet. Dabei zeigte sich, wie auch in den vorangegangenen Evaluierungen, dass es je nach Technologie große Unterschiede bezüglich des Importanteils gibt.

4.14.1 Biomasse

Die Erhebung zeigt, dass die Mehrzahl aller geförderten Anlagen ausländischen Herstellern zuzuordnen ist. Deren Anteil ist auf die Stückzahl bezogen verglichen mit 2004/2005 (63 %) aktuell mit 72 % deutlich gestiegen, was in etwa dem Niveau von 2006/2007 (73 %) bzw. 2008 (70 %) entspricht. Der Importanteil ist derzeit am höchsten bei den Hackgutfeuerungen (80 %) und am niedrigsten bei den Pelletöfen (51 %). Eine besonders große Zunahme an ausländischen Herstellern konnte in 2010 bei den Pelletzentralheizungen beobachtet werden. Hier stieg der Anteil von 64 % in 2009 auf nunmehr 73 % an. Die Importe stammen größtenteils aus Österreich, welches allein 55 % aller MAP-geförderten Biomassefeuerungen liefert. Beim Umsatz ist der Anteil der österreichischen Hersteller mit 64 % (nur Verkauf der Feuerungsanlagen, ohne MwSt.) nochmals höher. Das liegt daran, dass weniger österreichische Pelletöfen in Deutschland verkauft werden (17 % Marktanteil), stattdessen werden aber vermehrt teure Pelletkessel verkauft (66 % Marktanteil).

Da der Kesselkauf aber nur etwa die Hälfte der Gesamtinvestition ausmacht und zudem viele österreichische Kesselhersteller auch Niederlassungen und teilweise auch Fertigungen in Deutschland unterhalten und außerdem einen Teil der für die Herstellung benötigten Bauteile aus Deutschland beziehen, ist davon auszugehen, dass der inländische Wertschöpfungsanteil höher ist, als die hier dargestellte Importquote beim Kesselbauteil auf den ersten Blick anzeigt.

4.14.2 Wärmenetze und große Speicher

Die in diesen Bereichen eingesetzten Produkte sind in vielen Ländern verfügbar, da es sich um Standardkomponenten handelt. Aufgrund ihres Einsatzbereiches auch in anderen Bereichen und Prozessen ist hier der Im- und Export von untergeordneter Bedeutung und wird auch nicht speziell durch Erneuerbare Energie getrieben.

4.14.3 Solarthermie

Es gibt eine Reihe von Herstellern, die sogenannte OEM Produkte vertreiben. Im Fall von Kollektoren werden diese z.B. häufig von der österreichischen Firma GreenOneTec gefertigt und dann an Firmen in Deutschland verkauft. Diese Firmen deklarieren sich als Hersteller der Produkte, was formal auch korrekt ist. Somit werden real vermutlich deutlich mehr solarthermische Produkte aus Österreich eingeführt als unsere Erhebung vermuten lässt. Auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten ist es jedoch nicht möglich, den Anteil genauer zu ermitteln.

4.14.4 Wärmepumpen

Bei den Wärmepumpen liegt der Marktanteil inländischer Hersteller bei ca. 64 %, wobei 28 % in den Ländern Irland, Schweden und Japan hergestellt werden. Der in Deutschland produzierte Anteil der Wärmepumpen wurde durch eine Internetrecherche ermittelt. Bei nur teilweiser Produktion in Deutschland wurde eine Annahme entsprechend der Verteilung Produktionsstandorte getroffen.

Abbildung 25 stellt die Gesamtinvestitionen des BAFA-Teils für die im Rahmen des BAFA-Teils 2010 errichteten Anlagen in den Sparten Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen gegenüber. Deutlich zu erkennen ist der große Anteil der Wertschöpfung von 320 Mio. €, der in Deutschland durch die Solarthermie ausgelöst wird, während den Biomasseanlagen 188 Mio. € und den Wärmepumpen rund 100 Mio. € zugeschrieben werden können. Bei Biomasseanlagen ist der hohe Anteil österreichischer Importe von fast zwei Drittel auffällig.

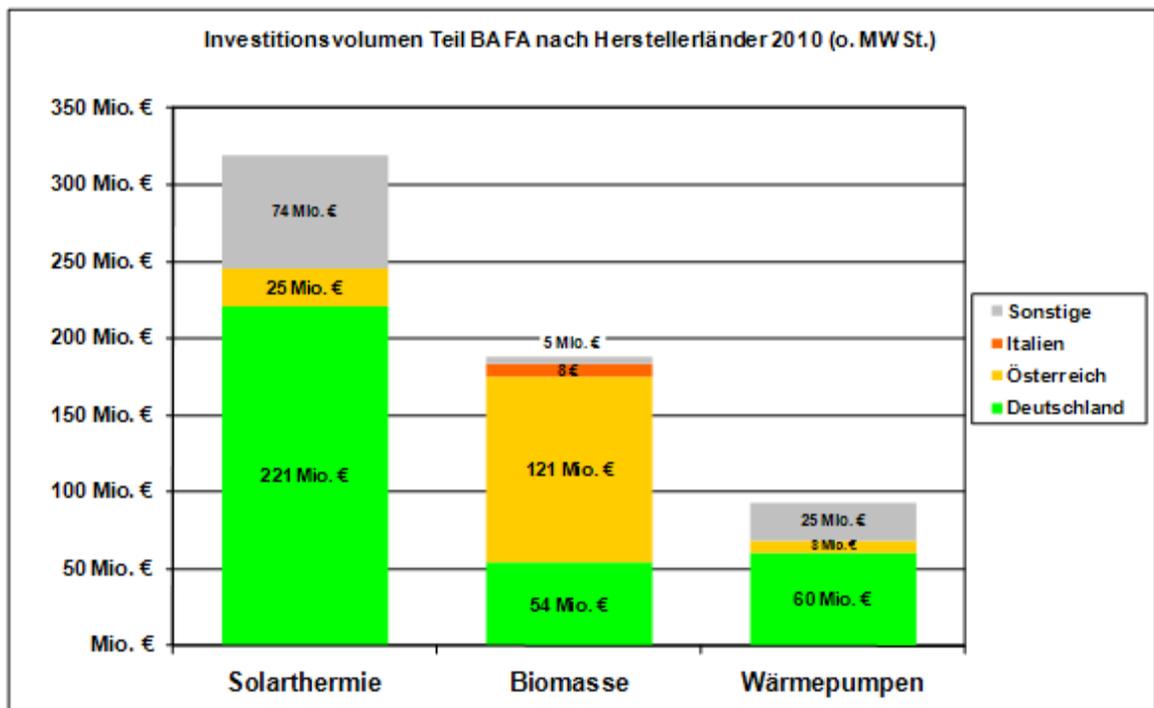


Abbildung 25: Ausgelöste Nettoinvestitionen des BAFA-Teils nach Herstellerland

Fazit

Die Solarthermie-Industrie stellt den größten Anteil heimischer Umsätze, da sie im MAP zum einen mit rund 44 % den größten Anteil der ausgelösten Investitionen beiträgt, aber davon auch mehr als 80 % im Inland umsetzt. Im Bereich der Wärmepumpen kann von einem deutschen Marktanteil von ca. 65 % ausgegangen werden. Zwar hat auch die Biomasse einen großen Anteil an den Gesamtinvestitionen, doch wird der Markt hier zum Großteil von ausländischen, insbesondere österreichischen Anbietern bedient.

4.15 Arbeitsplätze durch MAP-geförderte Anlagen

Da eine detaillierte Ermittlung der durch das MAP-induzierten Beschäftigungseffekte im Sektor der erneuerbaren Energien im Rahmen dieser Evaluierung nicht darstellbar war, wurde lediglich eine Abschätzung durchgeführt. In 2010 gab es mehr als 300 Tsd. Arbeitsplätze durch erneuerbare Energien in Deutschland (O’Sullivan et al. 2011). Davon entfielen auf die für das MAP relevante Sektoren Biomasse (Strom und Wärme) 96 Tsd. Arbeitsplätze, auf die Solarthermie 11 Tsd. und auf die tiefe und oberflächennahe Geothermie 13,3 Tsd. Das MAP hatte hierbei einen Anteil von etwa 4,9 Tsd. (Biomasse), 3,1 Tsd. (Solarthermie) und 2 Tsd. (Geothermie) Arbeitsplätzen.

Fazit

Mit den in der Abschätzung ermittelten knapp 10 Tsd. direkten Arbeitsplätzen zeigt das MAP sichtbare heimische Arbeitsplatzeffekte, wobei die Solarthermie mit mehr als der Hälfte den größten Anteil ausmacht.