



Institut für Technische  
Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH

Beratungsbüro für Energieeffizienz  
und Umweltschutz Bergheim  
Prof. Manfred Kleemann

# Potenzial der Gaswärmepumpentechnologie

## *Management Summary*

1. Februar 2010

Auftraggeber: IGWP Initiative Gaswärmepumpe

Buderus

EnBW

e-on | Ruhrgas

ESB  
Erdgas Südbayern

EWE

GASAG

JUNKERS

MVV Energie

ROBUR

VORWEG GEHEN

Vaillant

Verbundnetz  
Gas AG

VIESSMANN

Teil 1

Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz  
Dipl.-Ing. Bettina Mailach  
B. Eng. Markus Jost

Teil 2

Prof. Dr.-Ing. Manfred Kleemann

## **Zielsetzung der Studie**

Im Auftrag der Initiative Gaswärmepumpe haben das ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden und das Beratungsbüro für Energieeffizienz und Umweltschutz Bergheim Prof. Manfred Kleemann eine Studie zum Thema „Potenzial der Gaswärmepumpentechnologie“ erarbeitet. In der Studie werden die am Markt bereits vorhandenen bzw. kurz vor der Markteinführung stehenden Gaswärmepumpensysteme technisch beschrieben sowie auf der Basis von Referenzgebäuden mit anderen Systemen zur Heizung und Warmwasserversorgung von Wohngebäuden verglichen. Anschließend wird aus volkswirtschaftlicher und energiepolitischer Sicht ein nachhaltiges Szenario für den Wärmemarkt betrachtet.

## **Technische Beschreibung**

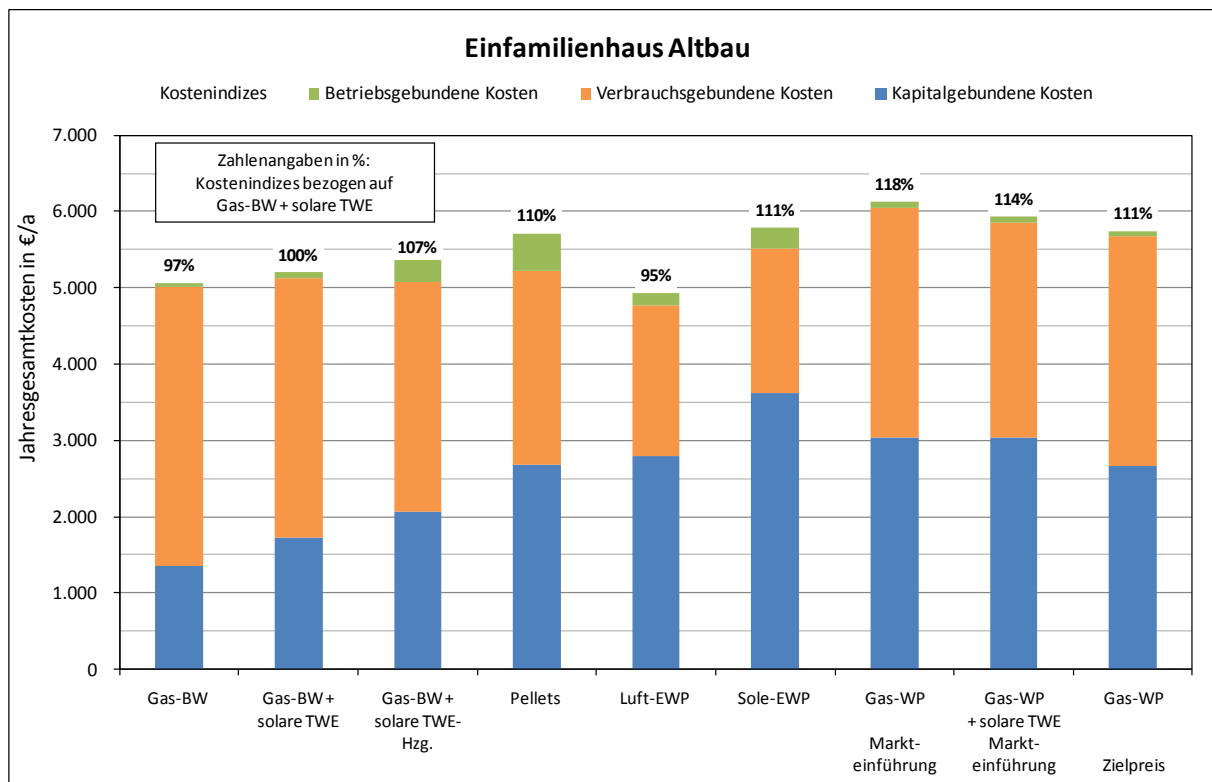
Gaswärmepumpen nutzen das Prinzip des Wärmetransports von einem geringeren auf ein höheres Temperaturniveau mittels eines thermodynamischen Kreisprozesses. Der grundsätzliche Unterschied zu den bekannten elektrischen Wärmepumpen besteht darin, dass der Antrieb des Verdichters mit Gas und nicht mit Strom erfolgt.

Bei *Gas-Motorwärmepumpen* wird die mechanische Leistung eines Gasmotors zum Antrieb des Verdichters der Wärmepumpe verwendet. Zusätzlich wird die Abwärme des Motors und der Abgase zur Wärmebereitstellung genutzt. Gas-Motor-Wärmepumpen im kleinen Leistungsbereich sind in Deutschland bisher und auch in näherer Zukunft kaum marktrelevant.

*Gas-Sorptionswärmepumpen* haben einen thermischen Verdichter zum Antrieb des Kältemittelkreislaufs, dieser wird durch die Verbrennung von Gas angetrieben. Sorptionswärmepumpen sind bisher nur für den Mehrfamilienhausbereich am Markt verfügbar, sie werden dort nur in geringen Stückzahlen eingesetzt. Für den Ein- und Zweifamilienhausbereich befindet sich eine Reihe von Sorptionswärmepumpen in der technischen Entwicklung, mit der Markteinführung ist in Kürze zu rechnen.

## **Anmerkungen zur Wirtschaftlichkeit**

Aus wirtschaftlicher Sicht haben Gaswärmepumpen im Einfamilienhaus ohne Förderung bei Markteinführung die höchsten Jahresgesamtkosten. Exemplarisch wird dies im folgenden Diagramm für ein typisches bestehendes Einfamilienhaus deutlich, die Gaswärmepumpe wird anderen energieeffizienten Systemen zur Heizung und Warmwasserversorgung gegenüber gestellt.



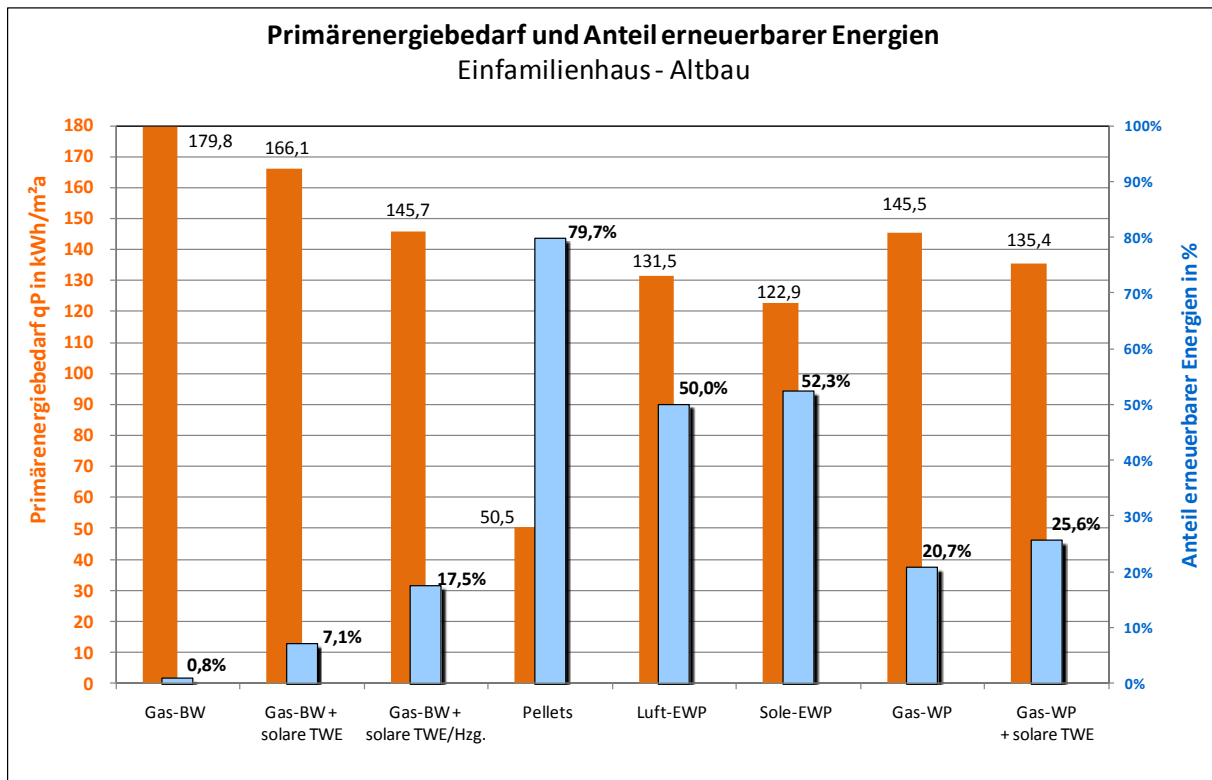
Die Verhältnisse ändern sich nur geringfügig, wenn aktuell gültige Fördermaßnahmen berücksichtigt werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer verbesserten Förderung. Ursache dafür sind die bisher relativ hohen Investitionskosten, da Gaswärmepumpen für den EFH-Bereich in Deutschland nicht marktgängig sind. Die in den Berechnungen verwendeten Investitionskosten beschreiben die aus gegenwärtiger Sicht wahrscheinlichen Kosten bei der Markteinführung. Wie bei anderen technischen Systemen kann auch hier davon ausgegangen werden, dass mit steigenden Stückzahlen die Geräte- und Systemkosten sinken.

Wenn man für die Investitionen den Zielpreis nach Erhöhung der Stückzahlen ansetzt, ergeben sich Gesamtkosten, die im Bereich anderer marktgängiger Technologien liegen.

Im Bereich etwas größerer Gebäude – in der Studie wird exemplarisch ein 6-Familienhaus betrachtet – hat die Gaswärmepumpe wiederum die höchsten Gesamtkosten der betrachteten Varianten, allerdings sind die relativen Unterschiede geringer als im Einfamilienhausbereich.

### Primärenergiebedarf und Anteil erneuerbarer Energien

Gaswärmepumpen können insbesondere im Gebäudebestand zu einer wesentlichen Energieeinsparung führen. Die folgende Grafik zeigt – wiederum am Beispiel eines bestehenden Einfamilienhauses – Primärenergiebedarf und den Anteil erneuerbarer Energien.



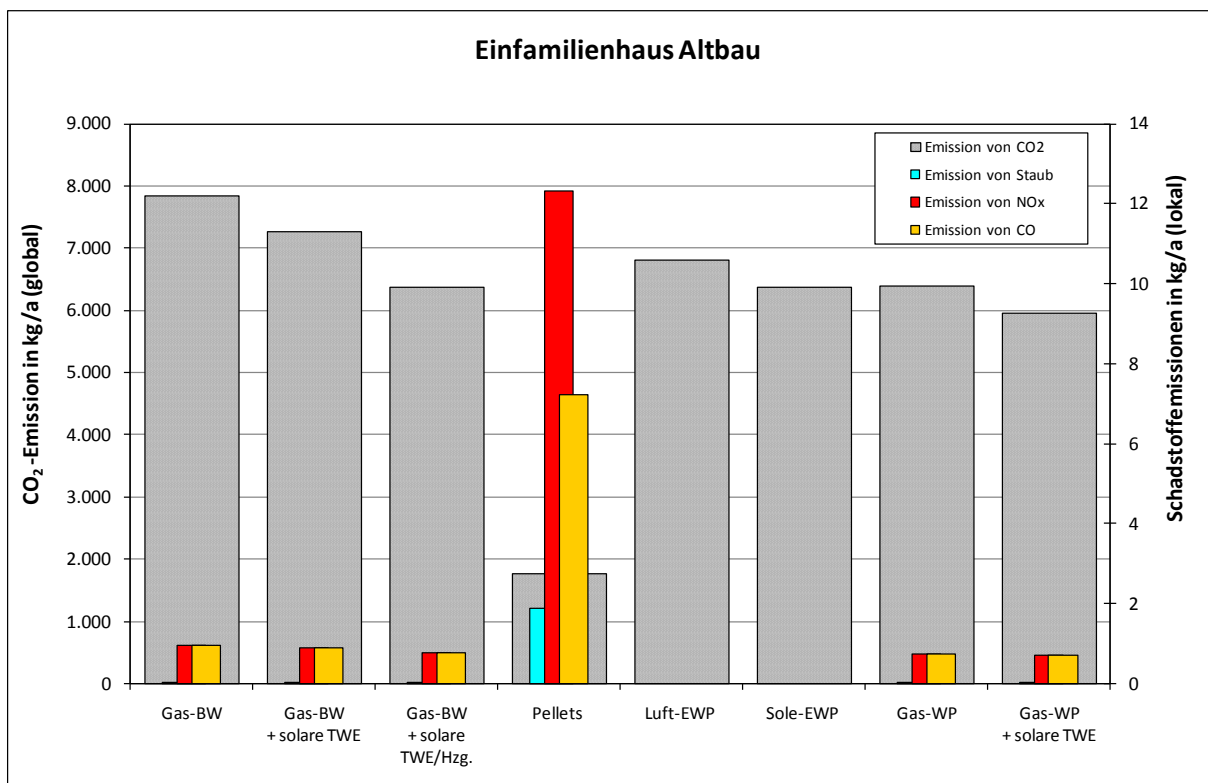
Bei der Bewertung der Grafik ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den dargestellten Varianten durchgängig um energiesparende anlagentechnische Systeme handelt. Im Gebäudebestand sind vielfach Altanlagen vorhanden, die wesentlich höhere Energiebedarfswerte aufweisen.

Niedrige Primärenergiebedarfswerte werden auch im Neubau und im Bereich größerer Gebäude erzielt.

### CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen im Vergleich

Die Schadstoffemissionen bei der Beheizung und Warmwasserversorgung von Gebäude sind stark von der Verbrennung und vom eingesetzten Energieträger abhängig. Da die Wirkungsweisen der Emissionen unterschiedlich sind, werden für die Schadstoffe NO<sub>x</sub>, CO und Staub lokale Auswirkungen und für CO<sub>2</sub> die globalen Auswirkungen betrachtet.

Bei einer übergeordneten Betrachtung (lokal und global) weisen Gaswärmepumpen insgesamt günstige Emissionswerte auf. Die nachfolgende Grafik zeigt den Vergleich mit aktuellen Wettbewerbssystemen für ein bestehendes Einfamilienhaus.



### Vorzüge der Gaswärmepumpe

Gaswärmepumpen weisen eine Reihe von vorteilhaften Eigenschaften auf:

- Die Gaswärmepumpe ist unter den in der Studie betrachteten Systemen die effizienteste Art, mit fossilen Energieträgern Gebäude zu beheizen. Gaswärmepumpen erzeugen pro eingesetzte Kilowattstunde Erdgas zwischen 1,2 und 1,6 kWh Wärme. Der Primärenergiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich mit dieser neu entwickelten Technologie im Vergleich zu konventionellen Heizgeräten deutlich reduzieren, da zusätzlich zum Energieinhalt des Erdgases Umweltwärme für Heizzwecke genutzt wird.
- Gaswärmepumpen haben einen nahezu identischen Einsatzbereich zu den weit verbreiteten Gas-Brennwertgeräten. Vorhandene Heizkörper und Heizungsrohrnetze können bei einer Nachrüstung i.d.R. weiter genutzt werden, ein Pufferspeicher ist nicht erforderlich. Für die Abgasabführung können die von der Gas-Brennwerttechnik bekannten Systeme eingesetzt werden. Der bauliche Aufwand bei einer Modernisierung mit Gaswärmepumpe ist insgesamt überschaubar.
- Gaswärmepumpen mit Außenluft als Wärmequelle haben auch bei niedrigen Außentemperaturen vergleichsweise hohe Leistungen. Deshalb ist i.d.R. kein zusätzlicher Wärmeerzeuger erforderlich, die Geräte können monovalent betrieben werden.
- Durch die Nutzung der Verbrennungswärme ist nur eine relativ kleine Wärmequelle erforderlich. Dadurch ergeben sich vergleichsweise geringe Investitionskosten für die Wärmequelle. Es können alle bekannten Wärmequellen, wie z. B. Erde, Wasser, Abwasser, Luft und Sonne genutzt werden.

- Gaswärmepumpen haben wenig mechanisch bewegte Teile, daher weisen sie geringe Schallemissionen und einen niedrigen Wartungsaufwand auf. Die wartungsrelevanten Bauteile sind im Handwerk weitgehend bekannt.

In der Summe der genannten Eigenschaften ergibt sich eine sehr gute Eignung von Gas-Wärmepumpen als energiesparende Modernisierungslösung für die Vielzahl der im Gebäudebestand vorhandenen alten Gasheizungen, aber auch für andere alte Heizungen.

### **Szenario nachhaltiger Wärmemarkt**

Die Ergebnisse des untersuchten Szenarios „Nachhaltiger Wärmemarkt“ sind gekennzeichnet durch:

- eine durch gezielte Förderpolitik forcierte Modernisierung des überalterten Kesselbestands, (von 3% auf 6% Austauschquote p.a.)
- einem verstärkten Einsatz moderner, effizienter Anlagen wie Brennwertkessel, Mini-KWK, Wärmepumpen und hier besonders der Gaswärmepumpe,
- eine starke Vergrößerung des Anteils erneuerbarer Energien und
- eine beschleunigte Umsetzung der Effizienzpotenziale an der Gebäudehülle durch bessere und schnellere Wärmedämmung.

Die Rechenergebnisse zeigen für den Zeitraum von 2010 bis 2030 folgende Eckpunkte: Der Gesamtverbrauch an Endenergie sinkt aufgrund von Effizienzmaßnahmen wie Heizungserneuerungen um 19%, während sich der Beitrag der erneuerbaren Energien um den Faktor drei auf rund 32% vergrößert. Dies führt dazu, dass die Marktanteile der fossilen Energieträger stark zurückgehen, Erdgas -40% und Heizöl -50%. Trotzdem beträgt der Anteil von Erdgas und Heizöl im Wärmemarkt auch im Jahr 2030 noch über 54%. Die erwarteten Markttendenzen machen den Einsatz höchst-effizienter, fossil betriebener Technologien, wie der Gas-Wärmepumpe, unabdingbar.

Aufgrund dieser Entwicklungen sinkt die gesamte CO<sub>2</sub>-Emission bis 2030 (mit Berücksichtigung von Strom und Fernwärme) von 171 Mio. t/a auf 103 Mio. t/a (-40%).

Die Gesamtinvestitionen für Klimaschutzmaßnahmen in Deutschland ergeben sich aus der Summe der Investitionen für Anlagenerneuerungen (fossil und regenerativ) und für Wärmedämmungen plus einem Zuschlag für weitere, mit der energetischen Sanierung zusätzlich angestoßene Investitionen. Nach folgender Tabelle steigen die jährlichen Gesamtinvestitionen von 40 Mrd. EUR in 2005 auf 80 Mrd. EUR bis 2030.

		2005	2010	2020	2030
Wärmedämmung	Mrd. EUR	20	23	31	38
Anlagenerneuerung	Mrd. EUR	9,7	10	17	21
Angestoßene Investitionen	Mrd. EUR	10	12	17	20
<b>Summe</b>	<b>Mrd. EUR</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>65</b>	<b>79</b>

Pro Jahr werden durch die Umsetzung des Szenarios nachhaltiger Wärmemarkt 19.000 Arbeitsplätze zusätzlich geschaffen, bis 2030 eine Summe von 380.000 erreicht ist. Davon entfallen 43% auf das Installationsgewerbe sowie die zugehörigen Vorleistungssektoren und 57% können der Bauwirtschaft inklusive ihren Vorleistungssektoren zugeordnet werden. Die Einführung der Gaswärmepumpe hat nur einen geringen Anteil an den gesamten Arbeitsplatzeffekten des Szenarios. Im Mittel kommen etwa 800 bis 900 Arbeitsplätze jährlich dazu, bis 2030 ein Niveau von 17.600 erreicht ist.

### Marktpotenzial der Gaswärmepumpe

Die Szenariorechnungen zeigen, dass die Investitionen in die Erneuerung der Heizungsanlagen langfristig durch folgende Entwicklungen gekennzeichnet sind:

- Die gesamten Investitionen in Heizungsanlagen steigen von derzeit 9 bis 10 Mrd. EUR/a bis 2020 auf 17 Mrd. EUR/a, um dann 2030 21 Mrd. EUR/a zu erreichen.
- Die Investitionen in Öl- und Gaskessel sinken von jetzt 5 bis 5,5 Mrd. EUR/a auf 4 Mrd. EUR/a bis 2020 und auf 3 Mrd. EUR/a bis 2030. Der Anteil am gesamten Anlagenmarkt beträgt dann nur noch 15%.
- Die Investitionen in Mikro-/Mini-KWK, WP, Solarkollektoren und Feststoffkessel steigen bis 2020 von derzeit 3 bis 3,5 Mrd. EUR/a auf 13 Mrd. EUR/a um dann 2030 rund 17 Mrd. EUR/a zu erreichen. In 2030 entfallen die höchsten Ausgaben auf Solarkollektoren 6,9 Mrd. EUR/a mit einem Anteil an den gesamten Investitionen von 34%. Dann folgen Wärmepumpen mit 5,8 Mrd. EUR/a (28%) und an dritter Stelle stehen Mikro-/Mini-KWK mit 2,5 Mrd. EUR/a (12%).
- Die Investitionen in die Gaswärmepumpe steigen bis 2020 auf 1,0 Mrd. EUR pro Jahr an und erreichen 2030 1,7 Mrd. EUR/a. Der Anteil an den gesamten Investitionen beläuft sich 2030 auf 8%. Dem liegen Anlagenzahlen zugrunde, die im betrachteten Zeitraum von rund 4.000/a auf rund 110.000/a ansteigen.

Die Gaswärmepumpe leistet weiterhin einen Beitrag für den Ausbau der deutschen Weltmarktführerschaft im Bereich der effizienten Gebäudetechnik. Dies garantiert weiter steigende Technologieexporte. Gerade bei der Gaswärmepumpe kommt es darauf an, sich

dem starken Wettbewerbsdruck aus Fernost entgegen zu stellen. Die beste Grundlage, um einen hohen und weiter steigenden technologischen Standard zu halten und um die herausragende Qualität und Verlässlichkeit der Produkte zu garantieren, ist die breite Anwendung im eigenen Land, so wie es im Rahmen dieser Studie für die Gaswärmepumpe vorgeschlagen wird.

### Vorschlag für ein Förderinstrument zur besseren Marktdurchdringung

Es ist klar, dass ein neues High-Tech-System wie die Gaswärmepumpe wegen der bisher relativ hohen Investitionskosten derzeit am Markt gegenüber anderen, marktgängigen Technologien noch nicht vollständig konkurrenzfähig ist. Eine Markteinführung kann nur gelingen, wenn die Kosten für den Endverbraucher durch eine verbesserte Förderung soweit gesenkt werden können, dass die Energiebereitstellungskosten der Gaswärmepumpe mit denen konkurrierender Technologien wettbewerbsfähig sind. Gerade am Anfang, wenn es sich noch um kleine Stückzahlen handelt, ist eine starke Initialförderung sinnvoll.

Die folgende Tabelle zeigt den Vorschlag für die verbesserte Förderung als Prozentsatz der MAP-Basisförderung. Der Höchstsatz liegt im Altbaubereich 65% über der Basisförderung und im Neubaubereich 120%. Für eine Markteinführungsphase von 6 Jahren (Anfang 2010 bis Ende 2015) wird die verbesserte Förderung vom Höchstsatz linear auf die Basisförderung des laufenden Marktanzreizprogramms (MAP) reduziert. In den ersten beiden Jahren soll die Förderung auf dem Höchstwert bleiben, um den Firmen mit einem etwas späteren Markteintritt die gleichen Chancen zu gewähren.

		Verbesserte Förderung als Prozentsatz der Basisförderung	
		Altbau	Neubau
		%	%
2009	Basisförderung nach MAP	100	100
<b>2010</b>	<b>Verbesserte Förderung (Höchstsatz)</b>	<b>165</b>	<b>220</b>
<b>2011</b>	<b>Verbesserte Förderung (Höchstsatz)</b>	<b>165</b>	<b>220</b>
<b>2012</b>	<b>Verbesserte Förderung</b>	<b>152</b>	<b>196</b>
<b>2013</b>	<b>Verbesserte Förderung</b>	<b>139</b>	<b>172</b>
<b>2014</b>	<b>Verbesserte Förderung</b>	<b>126</b>	<b>148</b>
<b>2015</b>	<b>Verbesserte Förderung</b>	<b>113</b>	<b>124</b>
2016	Basisförderung MAP	100	100

Die folgende Tabelle zeigt die finanziellen Auswirkungen der verbesserten Förderung an vier typischen Gebäudebeispielen. Die entsprechenden Förderbeträge sind in den Basisbetrag nach MAP plus den zusätzlichen Betrag der verbesserten Förderung aufgeteilt.

Durch das vorgeschlagene Fördermodell ergibt sich für einen begrenzten Zeitraum ein - gegenüber der Basisförderung nach MAP - deutlich gesteigerter Anreiz zum Einsatz von Gaswärmepumpen. Der Markteintritt kann damit spürbar beschleunigt werden.

		EFH, Altbau	EFH, Neubau	6FH, Altbau	6FH, Neubau
	Gebäudegröße (m²)	150*	150*	500**	500*
2009	Basisförderung nach MAP (EUR)	3.000	1.125	2.185	2.395
<b>2010</b>	<b>Verbesserte Förderung (EUR)</b>	<b>3.000+1.950=4.950</b>	<b>1.125+1.350=2.475</b>	<b>2.185+1.420=3.605</b>	<b>2.395+2.875=5.270</b>
<b>2011</b>	<b>Verbesserte Förderung (EUR)</b>	<b>3.000+1.950=4.950</b>	<b>1.125+1.350=2.475</b>	<b>2.185+1.420=3.605</b>	<b>2.395+2.875=5.270</b>
<b>2012</b>	<b>Verbesserte Förderung (EUR)</b>	<b>3.000+1.560=4.560</b>	<b>1.125+1.080=2.205</b>	<b>2.185+1.135=3.320</b>	<b>2.395+2.300=4.695</b>
<b>2013</b>	<b>Verbesserte Förderung (EUR)</b>	<b>3.000+1.170=4.170</b>	<b>1.125+810=1.935</b>	<b>2.185+850=3.035</b>	<b>2.395+1.725=4.120</b>
<b>2014</b>	<b>Verbesserte Förderung (EUR)</b>	<b>3.000+780=3.780</b>	<b>1.125+540=1.665</b>	<b>2.185+570=2.755</b>	<b>2.395+1.150=3.545</b>
<b>2015</b>	<b>Verbesserte Förderung (EUR)</b>	<b>3.000+390=3.390</b>	<b>1.125+270=1.395</b>	<b>2.185+285=2.470</b>	<b>2.395+575=2.970</b>
2016	Basisförderung MAP (EUR)	3.000	1.125	2.185	2.395

\* Sole WP, \*\* Luft WP

EFH = Einfamilienhaus, 6FH = Sechsfamilienhaus