



STE Research Report

10/2009

Analyse von politischen Maßnahmen im Gebäudesektor und deren Emissionseinsparpotenziale bis 2020

P. Hansen

Institut für Energieforschung
Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE)

Analyse von politischen Maßnahmen im Gebäudesektor und deren Emissionseinsparpotenziale bis 2020

Patrick Hansen

Forschungszentrum Jülich, Institute of Energy Research - Systems Analysis and Technology Evaluation (IEF-STE), D-52425 Jülich, Germany

Executive Summary

The following study of the residential buildings sector in Germany analyses the contribution this sector can make towards reducing CO₂ emissions up to the year 2020. With the IKARUS space heat model, the presentation focuses on a model-assisted calculation that serves as a basis for evaluating the individual measures. Paying due attention to the boundary conditions, scenarios are defined to derive the CO₂ reduction potential. The measures approved and introduced in the period from 2000 to 2008 are reproduced by the "with measures" scenario. The effect of intensified climate protection activities is simulated in the "with further measures" scenario. The scenarios show that the climate protection goal of "reducing CO₂ emissions by 30 % by 2020" cannot be achieved with the measures currently in place in the residential buildings sector. Improved reduction potential can only be achieved by additional measures. Important aspects of future energy consumption in the residential buildings sector include the introduction of new technologies in the heat and energy supply, the replacement of fuel oil and natural gas by biogenic alternatives, and also the increased application of renewable energies in heating and energy systems. Particular significance is attached to measures for increasing energy efficiency.

Keywords

CO₂-Emissions, Residential building sector, scenarios, energy and CO₂ reduction potential till 2020

Contribution to

Beitrag zur Studie „Projektionsbericht 2009 gemäß Entscheidung 280/2004/EG auf Basis des Endberichts des Projekts Politikszenerarien V“; erstellt im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) und des Bundesumweltministeriums (BMU)

Inhalt

I	Rahmendaten und Maßnahmen	1
I.1	Rahmendaten	1
I.1.1	<i>Methodik</i>	2
I.1.2	<i>Leitparameter für die Analyse der Gebäude</i>	3
I.1.3	<i>Definition der Szenarien</i>	5
I.2	Maßnahmen	5
II	Mit-Maßnahmen-Szenario.....	7
II.1	KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm	7
II.2	KfW-Programm “Wohnraum Modernisieren“	10
II.3	Ökologisch Bauen	11
II.4	KfW-Wohneigentumsprogramm	12
II.5	Stadtumbauprogramm Ost	14
II.6	Soziale Wohnraumförderung	15
II.7	Marktanreizprogramm	16
II.7.1	<i>Solarthermische Anlagen</i>	17
II.7.2	<i>Biomasse-Anlagen</i>	18
II.7.3	<i>Wärmepumpen</i>	19
II.8	Förderung der Energieberatung (Vor-Ort-Beratung)	21
II.9	Energieeinsparverordnung (EnEV)	23
II.9.1	<i>EnEV 2002/2004</i>	23
II.9.2	<i>EnEV 2007</i>	24
II.9.3	<i>EnEV 2009</i>	25
II.10	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)	27
II.11	Novellierung der Heizkostenverordnung	28
II.12	Deutsche Energie-Agentur (Dena)	29
II.13	Weitere weiche Maßnahmen	30
III	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario	30
III.1	Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)	30
III.2	Steigerung der Nachrüstverpflichtungen	31
III.3	Intensivierung der Nachweispflichten zur Stärkung des Vollzugs der EnEV	32
III.4	Wärme-EEG für Großgeräte	32
III.5	Durchsetzung eines Fernwärmeanschlusszwangs	33
III.6	Anreize zur Modernisierung und zum Einsatz EE durch Reduktion der Mehrwertsteuer	34
III.7	Optimierung der KfW-Programme bezüglich der Energieeffizienz	35
III.8	Weiche Maßnahmen	35

	IV	
IV	Ergebnisse der Projektionen.....	35
IV.1	Vorbemerkungen.....	35
IV.2	Mit-Maßnahmen-Szenario.....	35
IV.3	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario.....	37
IV.4	Vergleich des Endenergiebedarfs und der Emissionseinsparungen in den Szenarien.....	38
V	Referenzen.....	41

I Rahmendaten und Maßnahmen

I.1 Rahmendaten

In den Analysen des Gebäudesektors stellt die Entwicklung der Gebäudeflächen ein entscheidender Parameter dar. Der Bestand der Gebäudeflächen setzt sich aus den Altbau- und Neubauflächen zusammen. Die gesamte bewohnte Wohnfläche ergibt sich aus der Addition des Altbaus, der ohne den Leerstand ausgewiesen wird, und der Neubauwohnfläche. Gemäß den demographischen Rahmendaten für die Entwicklung der Wohnbevölkerung und der Haushaltsstruktur wird die gesamte bewohnte Wohnfläche sowie die Neubauwohnfläche getrennt für die Referenzentwicklung (Variante „Trend“ der 11. koordinierten Bevölkerungsentwicklung des Statistischen Bundesamtes) und die Variante „Status Quo“ ausgewiesen. Die Variante wird in der Sensitivitätsanalyse „Niedriges Bevölkerungswachstum“ verwendet.

In

Formatiert: Standard

Formatiert: Schriftart: (Standard) Arial

~~Tabelle 2~~~~Tabelle 4~~ und

Formatiert: Schriftart: (Standard) Arial

Formatiert: Standard

~~Tabelle 2~~~~Tabelle 2~~ sind die Rahmenannahmen zur Entwicklung der Wohnflächen im Gebäudesektor bis 2020 dargestellt.

Tabelle 1: Determinanten für die Energieverbrauchsentwicklung im Raumwärmesektor, 2005-2020

in Mrd. m ²	2005	2006	2010	2015	2020
Altbau (netto, ohne Leerstand)	3,06	3,06	3,05	3,03	3,00
Neubau Referenz		0,03	0,14	0,24	0,34
Neubau Variante		0,03	0,14	0,23	0,30
Bewohnte Wohnfläche Referenz V1-W2	3,06	3,09	3,19	3,27	3,34
Bewohnte Wohnfläche Variante V1 - W1	3,06	3,09	3,14	3,17	3,19

Quellen: [StBA, 2006; StBA, 2007a], IEF-STE

IEF-STE 2009

Tabelle 2: Jährliche Neubauwohnfläche, 2005-2020

in Mio m ² /a	2005	2006	2010	2015	2020
Referenz	25,0	25,5	22,9	20,0	20,0
Variante - Status Quo	25,0	25,5	22,9	17,0	15,0

Quellen: [Öko-Institut et al., 2007], IEF-STE

IEF-STE 2009

1.1.1 Methodik

Zur rechnerischen Ermittlung des zukünftigen Energieverbrauchs für die Wärmebereitstellung im Gebäudesektor wird das IKARUS-Raumwärmemodell eingesetzt. Das Modell berechnet auf der Grundlage einer umfassenden Gebäude- und Heizungstypologie den Heizwärmebedarf, den Bedarf an Brennstoffen und die CO₂-Emissionen. Mit den Typologien der Datenbank der Gebäude, in der alle relevanten Alters- und Größenklassen sowie die Heizungs- und Warmwassersysteme enthalten sind, kann der gesamte Gebäudebestand in Deutschland abgebildet werden.

Die Auswirkungen verschiedener Wärmedämm-Maßnahmen an der Gebäudehülle und verschiedener Maßnahmen zur Heizungsanlagenverbesserung können im Modell für ein Einzelgebäude berechnet werden. Dabei können alle Systemparameter variiert werden, so dass grundsätzlich die Auswirkungen aller möglichen Maßnahmen gerechnet werden können. Die zu untersuchenden Maßnahmen werden dabei dem Modell modellexogen vorgegeben.

Die Gesamtwerte des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen für einen Gebäudebestand ergeben sich, wenn von den einzelnen berechneten Typgebäuden mit den relativen Flächenanteilen dieser Typgebäude an den jeweiligen Gesamtflächen hochgerechnet wird.

Das IKARUS-Raumwärmemodell ist ein dynamisches Simulationsmodell, das die zeitabhängige Entwicklung in Form von Szenarien simuliert. Bei der Durchführung von Szenariorechnungen wird das Modell zuerst auf den vereinbarten Ausgangszustand in einem bestimmten Referenzjahr angepasst und zur Modelljustierung werden die realen Daten des Bezugsjahres verwendet.

Die Entwicklungen des Gebäudebestands, der Heizungsstrukturen und der Wärmeschutzstandards werden durch Rahmendaten in ihrer zeitlichen Abfolge vorgegeben. Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, sowohl Einzelmaßnahmen als auch unterschiedliche Maßnahmenkombinationen zu simulieren. Damit berechnet das Modell die resultierenden Wirkungen über einen bestimmten Zeitraum. Für jedes Jahr wird in diesem Betrachtungszeitraum die gesamte Typologie berechnet.

1.1.2 Leitparameter für die Analyse der Gebäude

Die Leitparameter aus der Bau- und Heizungspraxis gehen direkt in die Modellrechnungen ein und beeinflussen die erreichbare CO₂-Einsparung. Die relevanten Parameter sind die Renovierungszyklen der Gebäudehülle und der Heizungen, die Ausschöpfung der Sanierungspotenziale (Potenzialausnutzung) im Altbaubereich und der Mehrverbrauch im Neubaubereich aufgrund von Nutzerverhalten und abweichenden Gebäudeeigenschaften.

- Die *Renovierungszyklen* der Bauteile werden von den technischen Lebensdauern bestimmt. Die Zahlen aus der Sanierungspraxis variieren in einem relativ großen Bereich mit einer bestimmten Häufigkeitsverteilung. Gründe für

die Streubreite sind die unterschiedliche Qualität der Bauteile, die unterschiedliche Belastung bei der Nutzung und der mögliche Einfluss von Reparaturen.

- Die jährlichen Erhebungen des Schornsteinfegerverbands [ZIV, 2000-2007] zeigen, dass Ölkessel im Mittel in einem Alter von 25 Jahren und Gaskessel im Alter von 24 Jahren erneuert werden. In den Rechnungen ist ein mittlerer *Erneuerungszyklus* von 23 Jahren unterstellt worden.
- Die Ausschöpfung der *Sanierungspotenziale* durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle wird aufgrund der Untersuchungen von [Hansen & Kleemann, 2005] als unzureichend eingeschätzt. Dieser unzureichende Zustand wird durch die Kennzahl „Potenzialausnutzung“ erfasst und gibt das Verhältnis der tatsächlich erreichten Einsparungen zu den maximal möglichen Einsparungen an. Die derzeitige Sanierungspraxis wird durch einen Wert von nur 32 % beschrieben. Bei den Szenarioanalysen wird zugelassen, dass sich die Potenzialausnutzung durch zusätzliche Minderungsmaßnahmen verbessern kann. So wird im Strukturwandel-Szenario eine Potenzialausnutzung von 65 % erreicht.
- In der Untersuchung von [Hansen & Kleemann, 2005] wird gegenüber dem genormten Verfahren in Neubauten ein tatsächlicher *Mehrverbrauch* von im Mittel 31 % festgestellt. In den Berechnungen kann aufgrund der Wirkungen der Instrumente eine Verringerung dieses Mehrverbrauchs bei Neubauten auf rund 15 % erreicht werden.

Tabelle 3: Bereich der technischen Lebensdauer von Bauteilen in Jahren

in Jahren	Min.	Max.
Fassaden	30	60
Steildach	40	60
Flachdach	20	40
Fenster	25	40
Isolierverglasung	20	35

Quellen: [Gruson, 1993], IEF-STE

IEF-STE 2009

I.1.3 Definition der Szenarien

Im fiktiven *Ohne-Maßnahmen-Szenario* wird unterstellt, dass durch die Einzelmaßnahmen und politischen Instrumente keine Sanierung der Gebäudehüllen erfolgt und dass keine Heizungsanlage erneuert wird. Es werden jedoch die energetischen Änderungen, die außerhalb der politischen Instrumente und somit autonom durchgeführt werden, abgebildet. Die Energieverbräuche im Bestand verändern sich entsprechend den Änderungen der autonomen Maßnahmen. Berücksichtigt werden zudem Bestandsveränderungen durch Abrisse und Neubauten und die dadurch verursachten Verbrauchsänderungen. Dieses Szenario dient als Berechnungsniveau für die berechneten Einsparungen in den anderen Szenarien.

Das *Mit-Maßnahmen-Szenario* zeigt dagegen die Auswirkungen der derzeitig ergriffenen Maßnahmen und Instrumente. Die Trends der laufenden Minderungsmaßnahmen und sonstiger Modernisierungsaktivitäten werden bis 2030 fortgeschrieben. Die finanzielle Förderung wird im Wesentlichen auf dem Niveau von 2007 bzw. 2008 bis zum Ende des Zeithorizonts 2020 festgeschrieben. Die Trends der technologischen Entwicklungen werden extrapoliert. Zusätzlich werden die Wirkungen der beschlossenen Novellierung der EnEV und der 1. Stufe der Heizkostenverordnung sowie des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes ab 2009 berücksichtigt. Die Potenzialausnutzung: die das Sanierungsverhalten der Gebäudebesitzer in der Praxis beschreibt, wird im Mit-Maßnahmen-Szenario für das Ausgangsjahr 2006 auf den Wert von 32 % gesetzt und bis 2020 mit einer Steigerung auf 37 % berücksichtigt.

Für das *Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario* wird angestrebt, dass die CO₂-Emissionen bis 2020 auf ein deutlich niedrigeres Niveau als im Mit-Maßnahmen-Szenario reduziert werden. Dabei werden zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz und einer Forcierung des Einsatzes erneuerbarer Energien berechnet. Der Altbausanierung kommt wegen der großen Einsparpotenziale eine Schlüsselrolle zu. Die Potenzialausnutzung wird für das Ausgangsjahr 2006 auf den Wert von 32 % gesetzt und steigt bis 2020 auf 65 % an.

I.2 Maßnahmen

Für die privaten Haushalte werden mit Hilfe des IKARUS-Raumwärmemodells im Mit-Maßnahmen-Szenario diejenigen Maßnahmen berücksichtigt, die bis Mai 2008 wirksam geworden sind bzw. die im Rahmen des Integrierten Energie- und Klimapro-

gramms [Meseberg, 2007] in 2008 beschlossen worden sind. Die Umsetzung des Strukturwandel-Szenarios erfordert zur weiteren deutlichen Senkung der Emissionen zusätzliche Maßnahmen. Sie zielen auf eine starke Verbesserung der Effizienz, eine Forcierung des Einsatzes erneuerbarer Energien sowie auf eine Verstärkung von Öffentlichkeitsarbeit, Beratung, Ausbildung und Qualitätsoffensiven.

Die quantifizierbaren Maßnahmen mit Blick auf die Emissionsminderungswirkungen sind einerseits die Programme mit monetärer Förderung und andererseits ordnungspolitische Maßnahmen. Andere Maßnahmen zählen wegen der hohen Unsicherheiten zu den nicht quantifizierbaren Maßnahmen (vgl. nachfolgende Tabelle 4).

Tabelle 4: Analysierte Instrumente und Maßnahmen

Mit-Maßnahmen-Szenario	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario
Quantifizierbare Instrumente	
KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	Novellierung der EnEV 2009
Wohnraum Modernisieren	Steigerung der Nachrüstverpflichtungen
Ökologisch Bauen	Stärkung des Vollzugs der EnEV
KfW-Wohneigentumsprogramm	Wärme - EEG für Großgeräte
Stadtumbau Ost	Durchsetzung eines Fernwärmeanschlusszwangs
Soziale Wohnraumförderung	Steuererleichterungen als Anreize für die Modernisierung und EE
Marktanreizprogramm EE	Optimierung der KfW-Programme
Novellierung der EnEV 2007	
Erneuerbares-Energien-Wärmegesetz	
Novellierung der Heizkostenverordnung	
Energieberatung vor Ort	
Weiche und nicht quantifizierbare Instrumente	
Dena	Verstärkung von Energieforschung und Innovation
Information und Motivation	
Weiterbildungs- und Qualitätsoffensiven	
F&E im Gebäude- und Heizungsbereich	

Quelle: IEF-STE

IEF-STE 2009

II Mit-Maßnahmen-Szenario

Im Mit-Maßnahmen-Szenario werden für die Anwendungsbereiche Raumwärme und Warmwasser für die privaten Haushalte die folgenden Maßnahmen berücksichtigt:

II.1 KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

Das *KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm* ist Bestandteil des Nationalen Klimaschutzprogramms sowie des Programms für energieeffizientes Bauen und Sanieren der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Dieses Programm dient der zinsgünstigen und langfristigen Finanzierung von Investitionen zur Energieeinsparung und zur CO₂-Reduzierung in Gebäuden. Es wurde im Jahr 2001 als Ergänzung zu den KfW-Programmen zur CO₂-Minderung und des Modernisierungsprogramms eingerichtet. Gefördert werden mit dem CO₂-Gebäudesanierungsprogramm insbesondere umfangreiche CO₂-Einsparmaßnahmen, die für Wohngebäude, welche vor 1984 errichtet wurden, mindestens bis zum Erreichen des EnEV Neubau-Niveaus beitragen. In 2007 erfolgte eine entsprechende Ausweitung der Förderung auf alle vor 1995 ge-

bauten Wohngebäude. Die Investoren haben dabei die Möglichkeit vorgegebene Maßnahmenpakete zu verwenden oder die Pakete aus einem Maßnahmenkatalog zusammenzustellen. Diese Pakete setzen sich aus einer Kombination von Einzelmaßnahmen zusammen, die zur Wärmedämmung der Gebäudehülle, zur Erneuerung der Fenster, dem Austausch des Heizkessels oder zur Umrüstung des Heizenergieträgers beitragen.

Zeitnah zur Novellierung der EnEV 2007 soll in 2009 die Anpassung der Programme für energieeffizientes Bauen und Sanieren erfolgen. Dabei ist nach der KfW (2008a) ein einheitlicher KfW-Effizienzhaus-Standard für den Neubau und die Komplettsanierung vorgesehen.

Im Detail ist anstelle der festen Maßnahmenpakete die freie Kombination der Einzelmaßnahmen vorgesehen. Für Komplettsanierungen wurde die erwartete Erhöhung des Förderhöchstbetrags von 50.000 € auf 75.000 € je Wohneinheit unterstellt.

Im Rahmen des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms wurden im Zeitraum von 2001 bis 2007 Kredite in einem Gesamtvolumen von 10 Mrd. EUR zugesagt, die zu einer energetischen Sanierung von rund 43,5 Mio. m² oder 540.000 Wohneinheiten beigetragen haben. Zuschüsse wurden in 2007 in Höhe von 15 Mio. EUR ausgezahlt [KfW, 2008b]. Die jährlichen Effekte von 2001 bis 2007 sind in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms (2001-2007)

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Finanzmittel des Bundes	Mio. EUR	200	200	280	360	360	1.150	850
Kreditvolumen	Mio. EUR	507	725	1.146	1.435	1.136	3.230	1.861
Zuschüsse	Mio. EUR							15
Sanierte Wohneinheiten	Tsd.	31,5	43,2	69,0	90,1	69,9	149,2	88,6
Sanierte Wohnfläche	Mio. m ²	2,6	3,6	4,9	5,2	6,4	13,0	7,8

Quellen: [Hansen & Kleemann, 2005; BEI/IWU, 2007; BEI/IWU, 2008; BMVBS, 2008; KfW, 2008b], IEF-STE

IEF-STE 2009

Die Berechnungen für die CO₂-Minderung durch das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm beruhen auf den Analysen von [Kleemann, 2003], wobei die Auswertung

der Kreditanträge zu einer mittleren Mindesteinsparung von 40 kg/m² jährlich führte. Diese mittlere Reduktion weicht nur geringfügig von den untersuchten Emissionseinsparungen dieses Programms von 2005 bis 2007 durch das Bremer Energie Institut ab [BEI, 2007; BEI/IWU, 2007; BEI/IWU, 2008]. Die mit den Förderkrediten der KfW energetisch sanierten Wohngebäude werden als eine repräsentative Stichprobe des Bestands aufgefasst, die durch übliche Typgebäude dargestellt werden kann. Die an den Typgebäuden mit dem Raumwärmemodell berechneten Einsparungen werden auf die mit KfW-Mitteln sanierten Gebäude hochgerechnet.

Für das Programm werden in den Jahren 2008 und 2009 Bundesmittel von jeweils 900 Mio. Euro und in den Jahren 2010 und 2011 von je 1 Mrd. Euro für Kredite und Zuschüsse zur Verfügung gestellt. In 2008 wurde das Programm um Finanzmittel in Höhe von 500 Mio. Euro aufgestockt [BMVBS 2008a] und durch das Investitionspaket I der Bundesregierung wird das Programm von 2009 bis 2011 um jährlich rund 600 Mio. Euro zusätzlich verstärkt. Die Bundesmittel 2009 bis 2011 beinhalten die Förderung von energetischen Sanierungen in Großwohnsiedlungen mit einer Größenordnung von insgesamt 400 Mio. Euro [BMW/BMF, 2008].

In den Rechnungen ist unterstellt, dass ab Herbst 2009 äquivalent zur Novellierung der EnEV 2007 eine Verschärfung der Mindesteinsparungen des Programms um 30 % vorgenommen wird. Für die Fortschreibung des Programms wird in 2008 mit einem Kreditbetrag von insgesamt 3,8 Mrd. Euro, 2009 mit rund 4,1 Mrd. Euro sowie 2010 und 2011 mit je 4,35 Mrd. Euro gerechnet. Im Zeitraum 2012 bis 2020 werden Finanzmittel des Bundes von jährlich 1,0 Mrd. EUR und einem Kreditvolumen von je 2,7 Mrd. EUR unterstellt. Damit könnten bis 2020, wie Tabelle 6 zeigt, Emissionseinsparungen von 7,1 Mio. t CO₂ erzielt werden.

Tabelle 6: Kreditvolumen und CO₂-Einsparungen des CO₂-Gebäude-sanierungsprogramms, 2006 bis 2030

		2009	2010	2015	2020	2025	2030
Finanzmittel des Bundes	Mio. EUR	1.500	1.600	1.000	1.000	1.000	1.000
Kreditvolumen/Zuschüsse	Mio. EUR	4.100	4.350	2.700	2.700	2.700	2.700
CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,66	0,70	0,40	0,40	0,40	0,40
Summe der CO ₂ -Minderung	Mio. t	2,10	2,80	5,10	7,10	9,10	11,10

Quellen: [BMVBS, 2008], IEF-STE

IEF-STE

2009

II.2 KfW-Programm "Wohnraum Modernisieren"

Dieses Programm existiert seit 2005 und ging aus der Zusammenlegung des KfW-Modernisierungsprogramms und des KfW-CO₂-Minderungsprogramms hervor. Mit diesem Programm werden zinsgünstige Finanzierungsmittel zur Durchführung von CO₂-Minderungs- und Modernisierungsmaßnahmen im Wohngebäudebestand zur Verfügung gestellt. Das Programm fördert im Rahmen einer Basisförderung nicht-energetische Standardmaßnahmen, welche die Modernisierung und Instandsetzung von Wohngebäuden, die Verbesserung der Außenanlagen bei Mehrfamilienhäusern und Maßnahmen zum Rückbau von leerstehenden, dauerhaft nicht mehr benötigten Mietwohngebäuden in den neuen Ländern und Berlin (Ost) beinhalten. Verstärkte klimaschutzrelevante Maßnahmen für den Wärmeschutz werden im Rahmen von ÖKO PLUS durch einen besonders günstigen Zinssatz gefördert. Die ÖKO-PLUS – Maßnahmen setzen sich aus Maßnahmen zur Dämmung der Gebäudehülle und der Erneuerung der Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien, Kraft-Wärme-Kopplung oder Nah- und Fernwärme zusammen.

Die Kostenstruktur dieses Programms ist mit dem CO₂-Gebäude-sanierungsprogramm vergleichbar, so dass die Emissionseinsparungen der Variante ÖKO-PLUS in ausreichender Genauigkeit bestimmt werden können. Die Mittel für Einsparmaßnahmen belaufen sich nach den Angaben der KfW auf 20 %.

Im Programm "Wohnraum Modernisieren" wurden in den Jahren 2006 und 2007 Kreditvolumina von 3,8 und 3,3 Mrd. Euro zugesagt [Bundestag, 2008; KfW, 2008b]. Die Emissionen durch die Variante ÖKO-PLUS konnten in diesem Zeitraum um rund 0,08 Mio. t CO₂ reduziert werden.

Wird im Modell eine Fortschreibung dieses Programms mit einem Kreditvolumen von 3,0 Mrd. Euro bis 2030 angenommen und die Variante ÖKO-PLUS mit einem anteiligen Volumen von jährlich 200 Mio. Euro fortgeschrieben, so könnten CO₂ - Einsparungen bis 2020 von insgesamt 0,6 Mio. t erreicht werden (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Kreditvolumen und Emissionseinsparungen des KfW-Programms „Wohnraum modernisieren“, 2006 bis 2030

		2006	2007	2008	2010	2020
Kreditvolumen - ÖKO PLUS	Mio. EUR	1.318	740	675	675	675
Kreditvolumen - Gesamt	Mio. EUR	3.864	3.279	3.000	3.000	3.000
Mittel für Einsparmaßnahmen	Mio. EUR	330	185	200	200	200
CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
Summe der CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,05	0,08	0,12	0,20	0,60

Quellen: [Bundestag, 2008; KfW, 2008b], IEF-STE

IEF-STE 2009

II.3 Ökologisch Bauen

Das Förderprogramm „Ökologisch Bauen“ wurde 2005 eingeführt und dient der langfristig zinsgünstigen Finanzierung für die Errichtung und den Ersterwerb von Energiesparhäusern. Voraussetzung für die Förderung von KfW-Energiesparhäusern 40 ist ein maximaler spezifischer Jahresprimärenergieverbrauch von 40 kWh/(m² a), der gegenüber den Neubauten der derzeitigen EnEV um 45 % niedriger ist. Entsprechend gilt ein spezifischer Jahresverbrauch von 60 kWh/m² als Prämisse für die Förderung von KfW-Energiesparhäusern 60, der 30 % unterhalb den Anforderungen der EnEV 2007 liegt. Mit diesem Programm wird auch der Einbau von Heizungstechnik bei Neubauten auf Basis erneuerbarer Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Nah- und Fernwärme als Einzelmaßnahme gefördert.

Mit diesem Förderprogramm wurden in den Jahren 2006 bzw. 2007 bei einem Kreditzusagevolumen von 2,2 bzw. 2,1 Mrd. Euro rund 106.000 Wohneinheiten gefördert. Differenziert nach Gebäudearten wurden in den Jahren 2006 und 2007 rund zwei Drittel der Kreditvolumen für den Standard „KfW-Energiesparhäusern 60“ zur Verfügung gestellt [KfW, 2008b]. Aufgrund der Verschärfung der wärmetechnischen

Anforderungen der EnEV 2007 um 30 % im Rahmen der Novellierung der EnEV wird unterstellt, dass die Programmvariante „KfW-Energiesparhäusern 60“ in 2009 ausläuft.

Durch die Fortschreibung der Variante der Energiesparhäuser 40 mit einem mittleren Kreditvolumen von 2,0 Mrd. EUR bis 2020 könnten nach Tabelle 8 auf der Basis des Modells CO₂-Emissionseinsparungen von rund 1,0 Mio. t erzielt werden.

Tabelle 8: Kreditvolumen und Emissionseinsparungen für das KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“, 2006 bis 2030

		2006	2007	2008	2010	2020
Ökologisch Bauen - ESH 40	Mio. EUR	740	655	1.000	2.000	2.000
Ökologisch Bauen - ESH 60	Mio. EUR	1.469	1.446	1.000	0	0
Gesamtes Kreditvolumen	Mio. EUR	2.209	2.101	2.000	2.000	2.000
CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07
Summe der CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,09	0,18	0,27	0,40	1,08

Quellen: [Bundestag, 2008; KfW, 2008b], IEF-STE

IEF-STE 2009

II.4 KfW-Wohneigentumsprogramm

Das KfW-Wohneigentumsprogramm existiert seit 1996 und wurde zur Finanzierung von Neubauten oder des Erwerbs einschließlich der Modernisierung von selbst genutzten Eigenheimen und Eigentumswohnungen konzipiert. Gefördert werden pro Objekt bis zu 30 % der Gesamtkosten mit einem maximalen Kreditbetrag von 100.000 Euro. Seit Februar 2008 können Darlehensnehmer Wohneigentumskredite mit Laufzeiten von bis zu 20 und bis zu 35 Jahren beantragen. Erstmals ist eine Zinsbindungsfrist von 15 Jahren möglich. Vorher war die Höchstlaufzeit auf 30 Jahre festgelegt und eine Zinsbindungsfrist von 5 oder 10 Jahren wählbar.

Nach den Angaben der [KfW, 2008c] planten nur noch 30,6 % der Kreditnehmer einen Neubau oder den Erwerb eines neu gebauten Eigenheims. Rund 70 % des gesamten Fördervolumens werden demnach zum Erwerb und der Modernisierung von Altbauten aufgewendet. Dieser Anteil wird aufgrund der sinkenden Neubautzahlen

weiter ansteigen. In den Jahren 2005 bis 2007 variierte das gesamte Fördervolumen zwischen 4,4 und 5,6 Mrd. Euro (vgl. Tabelle 9).

Der Anteil der Kosten für die Modernisierungen wird in den Berechnungen mit 25 % des Fördervolumens für Altbauten berücksichtigt. Das Verhältnis von Mitteln für Einsparmaßnahmen wird entsprechend dem KfW-Programm "Wohnraum modernisieren" unterstellt. Insgesamt konnten die Emissionen unter diesen Annahmen durch energetische Sanierungen im Bestand von 2006 bis 2007 durch dieses Programm um rund 0,06 Mio. t CO₂ reduziert werden. Demgegenüber sind die Emissionen durch die Errichtung und Beheizung neuen zusätzlichen Wohneigentums im gleichen Zeitraum um 0,27 Mio. t angestiegen, so dass Mehremissionen von 0,2 Mio. t CO₂ abgeschätzt werden könnten (vgl. Tabelle 9).

In den Berechnungen bis 2020 wird bei einem sinkenden Anteil des Neubauvolumens auf 24 % ein jährliches Fördervolumen von 4,5 Mrd. Euro unterstellt. Sowohl bei Neu- als auch bei Altbauten wird die Verschärfung der Anforderungen der EnEV um je 30 % ab Mitte 2009 in den Rechnungen berücksichtigt. Die Differenzen der Mehremissionen durch die Neubauten und die CO₂-Minderung durch Sanierungsaktivitäten führen zu einer Steigerung der Emissionen um gut 0,5 Mio. t im Jahr 2020.

Tabelle 9: Kreditvolumen, Mehremissionen im Neubau und Emissionseinsparungen durch Sanierungen, 2006-2020

		2006	2007	2008	2010	2020
Gesamtes Kreditvolumen	Mio. EUR	4.397	5.262	4.500	4.500	4.500
Anteil Erwerb Neubau	%	36	31	29	27	24
Anteil Erwerb Altbau	%	64	69	71	73	76
Mehremissionen durch Neubau	Mio. t	0,11	0,15	0,10	0,06	0,05
CO ₂ -Minderung durch Sanierungen	Mio. t	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Jährl. Summe der CO ₂ -Minderung	Mio. t	-0,09	-0,12	-0,07	-0,03	-0,01
Kumul. Summe der CO ₂ -Minderung	Mio. t	-0,09	-0,21	-0,28	-0,34	-0,50

Quellen: [Bundestag, 2008; KfW, 2008b], IEF-STE

IEF-STE 2009

II.5 Stadtumbauprogramm Ost

Mit dem Bund-Länder-Programm "Stadtumbau Ost" wurde in 2002 eine Initiative zur Verbesserung der Stadt- und Wohnungsmarktentwicklung in den neuen Bundesländern gestartet. Das Programm soll insbesondere einen wirkungsvollen Beitrag zur Verbesserung der wohnungswirtschaftlichen Rahmenbedingungen und zur Sicherung der Funktionsfähigkeit der Wohnungsmärkte leisten, indem sowohl notwendige Rückbau- als auch Instandsetzungs- und Modernisierungsinvestitionen gezielt gefördert werden [Lenkungsgruppe, 2008].

Mit diesem Städtebauförderungsprogramm sollen gemäß dem Bericht der Expertenkommission zum wohnungswirtschaftlichen Strukturwandel in den neuen Ländern [Pfeiffer, Simons et al., 2000] im Zeitraum von 2002 bis 2009 rund 350.000 Wohnungen vom Markt genommen werden. Bis Ende 2007 wurde im Rahmen des Programms "Stadtumbau Ost" der Rückbau von ca. 221.000 Wohnungen gefördert. Bei Aufrechterhaltung des Rückbautempos von 30.000 bis 40.000 Wohnungen pro Jahr kann das Programmziel, 350.000 Wohnungen zurückzubauen, bis ca. 2011 erreicht werden. Zusätzlich soll bis 2016 der Rückbau von weiteren 225.000 Wohnungen unterstützt werden, um den Leerstand nicht wieder ansteigen zu lassen [Beckmann, Meyer et al., 2008].

Neben dem Rückbau ist die Aufwertung der Innenstädte und zukunftsfähiger Stadtteile von Beginn an ein wesentliches Ziel im Programm „Stadtumbau Ost“. Nach der Evaluierung des Programms wurden bis Ende 2007 insgesamt rund 950 Mio. Euro von Bund und Ländern für den Rückbau und knapp 870 Mio. Euro für Aufwertungsmaßnahmen bereitgestellt. Das Programm hat derzeit eine Laufzeit von 2002 bis 2009 und sieht den Einsatz von Finanzmitteln des Bundes in Höhe von rund 1,1 Mrd. Euro vor, die sich unter Berücksichtigung zusätzlicher Mittel der Länder und der Gemeinden auf ein Gesamtfördervolumen von ca. 2,5 Mrd. Euro summieren.

Die jährliche Förderung beläuft sich damit im Mittel auf rund 310 Mio. Euro. Dabei wird unterstellt, dass die Mittel je zur Hälfte für Rückbau- und Aufwertungsmaßnahmen eingesetzt werden. Für die Rechnungen wird die derzeitige Förderhöhe bis 2020 fortgeschrieben.

Für die Abschätzung der anrechenbaren CO₂-Einsparungen durch energetische Aufwertungsmaßnahmen im Bestand wird unterstellt, dass pro Jahr rund 2.000 Wohnungen mit einem Finanzvolumen von gut 50 Mio. Euro gefördert werden. Bei einer mittleren Stadtwohnungsgröße von 70 m² und einer spezifischen CO₂-Einsparung von 40 kg/m² pro Jahr in Anlehnung an das untersuchte CO₂-Gebäudesanierungsprogramm ergibt sich bis zum Jahr 2020 eine Reduktion um 0,1 Mio. t CO₂.

II.6 Soziale Wohnraumförderung

Die soziale Wohnraumförderung ist für die öffentliche Hand ein wichtiges Instrument der Wohnungspolitik. Der Zweck besteht in der Bereitstellung von günstigem Wohnraum und gilt insbesondere für Haushalte, die sich aus eigener Kraft nicht angemessen mit Wohnraum versorgen können. Nach dem Wohnraumförderungsgesetz (WoFG) besteht der Fördergegenstand u.a. darin, den Wohnraum zu modernisieren. Diese Modernisierungen beziehen sich auf bauliche Maßnahmen, die den Gebrauchswert nachhaltig erhöhen, die allgemeinen Wohnverhältnisse verbessern und nachhaltig Einsparungen von Energie und Wasser bewirken [WoFG, 2006]. Mit dem Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes (GG) vom 1. September 2006 [Föderalismusreform I, 2006] ist mit der Neufassung des Art. 74 Abs. 1 Nr. 18 GG die soziale Wohnraumförderung in die ausschließliche Gesetzgebungskompetenz der Länder übergegangen [EntflechtG, 2006]. Durch diese Aufgabenverlagerung soll der regio-

nal recht unterschiedlichen Entwicklung des Wohnungsbedarfs entgegen gewirkt werden. In 2006 hat der Bund letztmalig Finanzhilfen für Investitionen zur sozialen Wohnraumförderung in Höhe von 202,4 Mio. Euro bereitgestellt. Mit der Beendigung der Finanzierung des Bundes zur Wohnraumförderung steht den Ländern als Kompensation für den Zeitraum 2007 bis 2013 jährlich ein Betrag von 518,2 Mio. Euro aus dem Haushalt des Bundes zur Wahrnehmung dieser Aufgaben zu. Mit diesem Betrag sollen auch die Mittel zur Ausfinanzierung der vom Bund bis 2006 eingegangenen Verpflichtungen abgegolten sein. Nach 2013 soll die Notwendigkeit dieser Transferleistungen überprüft werden [EntflechtG, 2006].

In den Rechnungen wird unterstellt, dass die Förderung des sozialen Wohnraums auf der Basis von Fördermitteln in Höhe von 200 Mio. Euro pro Jahr bis 2020 fortgeführt wird. Von diesen jährlichen Finanzmitteln werden 25 % für die Energieeinsparung angesetzt. Unter diesen Annahmen könnten die CO₂-Emissionen bis 2020 um rund 0,1 Mio. t reduziert werden. (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Fördervolumen und Emissionseinsparungen

		2006	2007	2008	2010	2020
Jährliches Fördervolumen	Mio. EUR	202	200	200	200	200
Einsparung Modernisierung	Mio. EUR	51	50	50	50	50
CO ₂ -Minderung durch Sanierungen	Mio. t	0,01	0,02	0,02	0,04	0,13

Quellen: [EntflechtG, 2006; WoFG, 2006], IEF-STE

IEF-STE 2009

II.7 Marktanreizprogramm

Das Marktanreizprogramm (MAP) fördert schwerpunktmäßig die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung. Der Zweck des Programms besteht darin, die breite Markteinführung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung zu erleichtern sowie Kostensenkungen und Technologieentwicklung anzustoßen. Mit dem im Jahr 1999 gestarteten Marktanreizprogramm wird für die Wärmeversorgung im Gebäudesektor die Installation einer thermischen Solaranlage und von kleinen oder großen Biomasseanlagen gefördert. Seit 2008 wird zusätzlich der Einbau von Wärmepumpen in Gebäuden finanziell unterstützt. Für die Abwicklung des MAP sind das Bun-

desamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau verantwortlich.

Seit dem Programmstart wurden bis einschließlich 2007 mit Fördermitteln von rund 1 Mrd. Euro Investitionen in Höhe von 8,2 Mrd. Euro ausgelöst. In den Jahren 2006 und 2007 sind Vorhaben mit einem Investitionsvolumen von 1,5 und ungefähr 1,7 Mrd. Euro gefördert worden. In 2008 wurde das Fördervolumen auf bis zu 350 Mio. Euro erhöht und soll ab 2009 auf 500 Mio. Euro erweitert werden.

II.7.1 Solarthermische Anlagen

Durch das MAP werden Flach-, Vakuum- und Luftkollektoren gefördert. Die Luftkollektoren sind gegenüber den anderen Kollektortypen nach den bisher installierten Kollektorflächen von eher untergeordneter Bedeutung. Rund 90 % der installierten Anlagen sind Flachkollektoren. Die Verwendungszwecke der errichteten solarthermischen Anlagen sind die Warmwasserbereitung und die Heizungsunterstützung. Aus den Daten zur Evaluierung des Programms geht hervor, dass in den Jahren 2006 und 2007 1,1 und 1,2 Mio. m² Kollektorfläche installiert wurden [ZSW/ISI, 2004; ZSW/TFZ, 2006; ZSW, 2007; ZSW, 2008].

Der Wirkungsgrad des gesamten Solarsystems einschließlich des Weges zu den Verbraucherstellen und den Wärmeverlusten, mit denen alle Komponenten einer Solaranlage behaftet sind, wird als Systemwirkungs- oder Nutzungsgrad bezeichnet. Der System-Nutzungsgrad einer durchschnittlichen Flachkollektor-Anlage beträgt ca. 35 %. Bei Vakuumröhrenkollektor-Anlagen liegt er bei etwa 45 %.

Zur Berücksichtigung der spezifischen klimatischen Verhältnisse Deutschlands, wird die mittlere jährliche Sonneneinstrahlung mit 1.000 kWh/m² unterstellt. Für die Berechnung der Einsparungen werden mittlere Nutzungsgrade für die konventionelle Warmwasserbereitung und die vorhandene Energieträgerstruktur nach den Daten von [EWI/Prognos, 2006] angenommen.

Bei der Berechnung wurde unterstellt, dass nach [ZSW, 2007; ZSW, 2008] 90,0 % der Kollektoranlagen Flächen bis zu 20 m² besitzen. Vor diesem Hintergrund wird der Anteil der gewerblich installierten Kollektorflächen mit 10 % und die Erneuerung von bestehenden Anlagen wird mit 5 % berücksichtigt. Für diese beiden Anteile wird im Wohngebäudebereich keine CO₂-Einsparung angerechnet.

Aufgrund des steigenden Fördervolumens des MAP werden erhöhte Investitionsvolumen in den Berechnungen angenommen. Wird das Programm mit den Parametern des Jahres 2007 bis 2020 fortgeschrieben, so können Emissionseinsparungen von rund 1,7 Mio. t CO₂ erreicht werden.

Tabelle 11: Emissionseinsparungen durch Solarthermische Anlagen von 2006 bis 2030

		2006	2007	2008	2010	2020
Jährliches Investitionsvolumen	Mio. EUR	825	1.020	1.261	1.559	1.559
Installierte Kollektorfläche	Tsd. m ²	1.140	1.220	1.306	1.397	1.480
Jährliche CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Kumulierte CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,11	0,23	0,34	0,56	1,66

Quellen: [ZSW/ISI, 2004; ZSW/TFZ, 2006; ZSW, 2007; ZSW, 2008], IEF-STE
IEF-STE 2009

II.7.2 Biomasse-Anlagen

Bei der Förderung der energetischen Nutzung der Biomasse wird im MAP zwischen Anlagen unter und über 100 kW Leistung unterschieden. Kleine Biomasseanlagen werden durch Zuschüsse der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle und große Anlagen durch vergünstigte Kredite der KfW gefördert. Seit Programmbeginn wurden bis Ende 2006 mit einem finanziellen Zuschuss aus diesem Programm über 95.300 kleine Biomassekessel installiert. Die hierdurch angeschobenen Investitionen betragen 1,5 Mrd. Euro für kleine Biomasseanlagen [BMU, 2007a]. Mehr als 95 % der Anträge für kleine Anlagen werden durch private Haushalte gestellt, während bei den großen Anlagen die gewerblichen Antragsteller dominieren.

In den Jahren 2004 bis 2007 wurde durch die Förderung von kleinen Biomasseanlagen eine Leistung von 2,6 GW installiert. U. a. aufgrund von unterschiedlichen Fördersätzen schwanken die jährlichen Antragszahlen zwischen 15.000 und 40.000 Anlagen pro Jahr. Differenziert nach Leistungsklassen wurden im Mittel in den Gruppen bis 20 kW und 21 bis 50 kW jeweils rund 48 % der Anträge und weitere 4 % in der Gruppe von 51 bis 100 kW gestellt. In 2006 wurde eine thermische Leistung von 1 GW neu installiert, die zu 46 % auf handbeschickte Holzhackschnitzelkessel und weitere 44 % auf Pelletkessel zurückgeführt werden kann. Rund 10 % der installierten Leistung sind Scheitholzessel.

Aus der Anzahl der geförderten Anlagen im Wohngebäudebereich, den mittleren Leistungen und den mittleren Nutzungsdauern [BMU, 2004] wird die bereit gestellte Energie berechnet. Daraus lässt sich dann über die vorhandene Energieträgerstruktur der substituierten Energieträger die CO₂-Einsparung bestimmen.

Für die Jahre 2004 bis 2006 schwanken die mit dem Förderprogramm jährlich angestoßenen Investitionen zwischen 199 und 658 Mio. Euro. Für die Fortschreibung des Programms könnten durch eine jährlich installierte Leistung von 1 GW bis 2020 Einsparungen von 2,7 Mio. t CO₂ erzielt werden (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Emissionseinsparungen durch Biomasseanlagen

		2006	2007	2008	2010	2020
Jährliches Investitionsvolumen	Mio. EUR	658		350	500	500
Installierte Leistung	MW	1.000	454	700	1.000	1.000
Jährliche CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,21	0,09	0,14	0,19	0,19
Kumulierte CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,21	0,30	0,43	0,82	2,74

Quellen: [ZSW/ISI, 2004; ZSW/TFZ, 2006; ZSW, 2007; ZSW, 2008], IEF-STE
IEF-STE 2009

II.7.3 Wärmepumpen

Seit Anfang 2008 können aus dem Marktanreizprogramm auch effiziente Wärmepumpensysteme gefördert werden. Die Förderhöhe ist abhängig vom Wärmepumpensystem, der Gebäudeart sowie von der Nutzfläche. Bei Gebäuden mit bis zu zwei Wohneinheiten ist die Förderung abhängig von der Wohnfläche. Bei mehr als zwei Wohnungen oder Nichtwohngebäuden dient die Nettoinvestitionssumme der Wärmepumpe als Bemessungsgrundlage (10 % in Neubauten und 15 % bei Altbauten). Eine kombinierte Förderung der Wärmepumpe und der Solaranlage ist möglich. Eine zusätzliche Förderung, die im Vergleich zur Basisförderung um 50 % höher liegt, ist bei besonders effizienten Wärmepumpen auf der Basis der Innovationsförderung möglich. Die Wärmepumpenanlagen müssen für die Förderung die in Nr. 9 der Förderrichtlinie genannten Jahresarbeitszahlen erreichen [BMU, 2007b]. Die Berechnung der Jahresarbeitszahl bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen erfolgt aus der Division der abgegebenen Wärmemenge in Bezug zur eingesetzten Strommenge. Dieser Strom schließt den Betrieb der peripheren Verbraucher wie beispielsweise die Grundwasserpumpe ein. Nach VDI 4650 ist in Anlehnung an DIN EN 255 und

DIN EN 14511 der benötigte COP - Wert (Verhältnis von abgegebener Wärmeleistung (kW) zu aufgenommener elektrischer Antriebsleistung inklusive Hilfsenergie unter Prüfbedingungen) zu bestimmen. Dabei beträgt die Heizungsvorlauftemperatur 55 °C und die Heizgrenztemperatur 15 °C.

Tabelle 13: Basisförderung für die Wärmepumpen ab 2008

	Altbau	Neubau	Altbau	Neubau	Altbau	Neubau
	Basisförderung	Basisförderung	Basisförderung	Basisförderung	Jahresarbeitszahl	Jahresarbeitszahl
	€/m ²	€/m ²	€ max.	€ max.	min.	min.
Luft/Wasser	10	5	1.500	850	3,3	3,5
Wasser/Wasser	20	10	3.000	2.000	3,7	4,0
Sole/Wasser	20	10	3.000	2.000	3,7	4,0

Quelle: [BMU, 2007a], IEF-STE

IEF-STE 2009

Nach der Auskunft des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle wurden im Rahmen dieses MAP im Jahr 2008 zwischen 30.000 bis 50.000 Anträge erwartet [BAFA, 2008]. In den Berechnungen werden für 2008 rund 30.000 und ab 2009 rund 40.000 Anträge für Wohngebäude unterstellt. Rund die Hälfte der Anträge wird durch Neubauten ausgelöst.¹ Zur Abschätzung der Einsparungen in Neubauten wird in den Rechnungen eine Wohnfläche von 140 Quadratmetern pro Wohngebäude angenommen, weil mehr als 80 % der neuen Wohngebäude Einfamilienhäuser sind. Im Bestand wird eine durchschnittliche Wohnfläche von 86 m² pro Wohneinheit berücksichtigt. Die Emissionseinsparungen könnten sich bis 2020 auf knapp 0,7 Mio. t CO₂ belaufen.²

¹ Dieser Anhaltswert wurde aus den Antragseingängen bei der BAFA bis Juni 2008 auf ein ganzes Jahr hochgerechnet und als Annahme für die Berechnungen verwendet.

² Als Berechnungsgrundlage wurden hier die Anforderungen an die Wärmepumpen nach BAFA (2008) und BMU (2007a) unterstellt.

Tabelle 14: Emissionseinsparungen durch Wärmepumpen

		2008	2009	2010	2020
Jährliches Investitionsvolumen	Mio. EUR	300	400	400	400
Fördervolumen	Mio. EUR	55	73	73	73
Jährliche CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,04	0,03	0,03	0,03
Kumulierte CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,04	0,07	0,10	0,39

Quellen: [BMU, 2007; BAFA, 2008; BWP, 2008], IEF-STE

IEF-STE 2009

Zusammenfassend kann für das MAP festgehalten werden, dass die Emissionen nach den Berechnungen bis 2020 insgesamt um 4,8 Mio. t CO₂ reduziert werden könnten.

II.8 Förderung der Energieberatung (Vor-Ort-Beratung)

Die Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort (Vor-Ort-Beratung) stellt ein wichtiges Instrumentarium zur Darstellung von Energieinvestitionen im Gebäudebereich dar. Die Nachfrage nach Energieberatungen im BMWi-Förderprogramm „Energieberatung in Wohngebäuden vor Ort“ hat sich seit 1998 mit 1.034 Beratungen pro Jahr deutlich gesteigert. Das bisherige Maximum der jährlichen Energieberatungen wurde 2006 mit mehr als 22.000 erreicht und lag in 2007 bei 15.800 Beratungen [Bundestag, 2008].

Eine Vor-Ort-Beratung ist förderfähig, wenn sie sich umfassend auf den baulichen Wärmeschutz sowie die Wärmeerzeugung und -verteilung unter Einschluss der Warmwasserbereitung und der Nutzung erneuerbarer Energien bezieht. Eine Vor-Ort-Beratung wird nach der Förderrichtlinie vom Mai 2008 bei Ein- und Zweifamilienhäusern mit einem Zuschuss von 300 Euro und für ein Wohngebäude mit mehr als 2 Wohneinheiten mit 360 Euro gefördert. Der Zuschuss für ein gesondertes Thermografiegutachten beträgt 150 Euro bzw. maximal 50 % der Kosten [VOB, 2008]. Die Förderquote wird in Anlehnung an die Evaluierung durch [Ifeu/TNS-Emnid, 2008] bei Ein- und Zweifamilienhäusern mit rund 50 % und bei Mehrfamilienhäusern mit 40 % angesetzt. Zwischenzeitlich galten nach der vorherigen Richtlinie im Zeitraum von September 2006 bis April 2008 verringerte Förderquoten von 25 % für alle Wohnge-

bäude, die insbesondere in 2007 zu einer Verringerung der Energieberatungen beigetragen haben.

Die abgeschätzten Ausgaben für das Programm beliefen sich im Jahr 2005 bei rund 12.000 Beratungen auf 3,7 Mio. Euro, im Jahr 2006 bei 22.300 Beratungen auf 6,0 Mio. Euro und 2007 bei 15.800 Beratungen auf 3,1 Mio. Euro.

Nicht alle Beratungsvorschläge werden in der Praxis umgesetzt. So hat eine Befragung des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführungkontrolle [BAFA, 2000] ergeben, dass 64 % der Befragten in ihrer Entscheidung zur Durchführung von Energiesparinvestitionen stark von der Beratung beeinflusst waren. Nach der Analyse des Programms durch Ifeu/TNS-Emnid (2008) wurden für die Beratenen in 2005 folgende Umsetzungsraten ermittelt:

- Heizung 80 %
- Wärmedämmung 74 %
- Fenster 60 %
- Mittelwert 70 %.

Die folgende Abschätzung der CO₂-Einsparungen geht von dem optimistischeren Wert von 70 % aus.

In den Berechnungen wird unterstellt, dass die Beratungen "quer" durch den gesamten Gebäudebestand durchgeführt werden. Dabei wird – in Auswertung der Vor-Ort-Beratungen und bezogen auf den gesamten Gebäudebestand – eine mittlere beheizte Wohnfläche von 200 m² angenommen. Die erzielten Einsparungen pro Quadratmeter werden gemäß dem KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm mit jährlich 40 kg CO₂/m² auf dieses Programm übertragen. Vor diesem Hintergrund lassen sich in 2005 bei 12.000 Beratungen jährliche Einsparungen von rund 0,07 Mio. t CO₂ umsetzen. Für das Jahr 2006 werden die jährlichen Einsparungen mit knapp 0,13 Mio. t und 2007 mit 0,09 Mio. t CO₂ abgeschätzt.

Für die Fortschreibung des Programms werden jährlich 15.000 Energieberatungen angesetzt, die eine kumulative Bruttoeinsparung bis 2020 von rund 1,3 Mio. t CO₂ erreicht.

Viele Beratene nehmen bei der Durchführung der Sanierung eine finanzielle Förderung in Anspruch. Damit ergibt sich eine Überschneidung mit den berechneten Ein-

sparungen der Fördermaßnahmen. Der prozentuale Anteil der Förderung wird nach [Hansen & Kleemann, 2005] mit 62 % angesetzt. Die Nettoeffekte der CO₂-Minderung durch die Energieberatung Vor-Ort könnten sich demnach von 2006 bis 2030 auf 0,5 Mio. t CO₂ summieren.

Tabelle 15: Energieberatungen Vor-Ort und CO₂-Emissionseinsparungen

		2006	2007	2008	2010	2020
Fördervolumen	Mio. EUR	6,0	3,1	4,7	4,7	4,7
Beratungen	Anzahl	22.327	15.810	15.000	15.000	15.000
CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,13	0,21	0,30	0,47	1,31
Überschneidungsfreie CO ₂ -Minderung	Mio. t	0,05	0,08	0,11	0,18	0,50

Quellen: [Bundestag, 2008], IEF-STE

IEF-STE 2009

II.9 Energieeinsparverordnung (EnEV)

II.9.1 EnEV 2002/2004

Durch die Einführung der Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden [EnEV, 2002] ab Februar 2002 wurden gegenüber der vorangehenden Wärmeschutzverordnung von 1995 und der Heizungsanlagen-Verordnung die Gebäude- und Anlagentechnik miteinander verknüpft. Das Ziel der Verordnung bestand darin, die Anforderungen gegenüber der alten Wärmeschutzverordnung für den Neubau um 30 % zu verschärfen und stärkere Impulse im Gebäudebestand zu geben.

Die Einbeziehung der Heizungsverluste erfolgt durch Bezug der Anforderungen auf den Jahres-Primärenergiebedarf. Die Anforderungen in Bezug auf den Jahres-Primärenergieverbrauch in Neubauten wurden mit der EnEV 2002 in Abhängigkeit des Verhältnisses der wärmeübertragenden Fläche zum Gebäudevolumen (A/V_e) formuliert. Das Nachweisverfahren im Neubau zur Berechnung des Jahres-Primärenergieverbrauchs erfolgt auf der Basis der DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10. Zur Dokumentation der Berechnungsergebnisse wurde ein Energiebedarfsausweis eingeführt.

Durch diese Zusammenführung sollte bei den Akteuren ein Anpassungsprozess ausgelöst werden, weil mit der EnEV eine bis dahin nicht allgemein übliche, ganzheitliche Planung angestoßen wurde. Dies sollte zu einer besseren Abstimmung zwischen den thermischen Eigenschaften von Gebäude und Heizungsanlage führen und Energie einsparen. Nach Evaluierungsuntersuchungen von [Ifeu/IWU, 2005] wurden die Anforderungen gegenüber der WSchVO95 jedoch nur um ca. 20 % verschärft.

Im Bestand wurden mit der EnEV 2002 maximal zulässige Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) bei baulichen Maßnahmen und Einzelanforderungen an die Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser vorgegeben. Die maximalen U-Werte für neue und geänderte Teile der Gebäudehülle im Altbaubereich sind gegenüber der WSchV95 zwischen 10 und 15 % verschärft worden [Hansen & Kleemann, 2005].

Mit der Änderungsverordnung der EnEV im Jahr 2004 wurden Verfahrensvereinfachungen vorgenommen sowie Rechtsklarheit und Rechtssicherheit in der Handhabung der EnEV erhöht. Der Schwerpunkt lag in der Anpassung an den verbesserten Stand der Technik. Insgesamt ist das Gesamtanforderungsniveau der EnEV unverändert geblieben, so dass keine Verschärfung der Anforderungen vorgenommen wurde [EnEV, 2004].

II.9.2 EnEV 2007

Die EnEV 2007 ist im Oktober 2007 in Kraft getreten. Die seit der EnEV 2002 gültigen energetischen Anforderungen sind nicht verschärft worden. Entsprechend den Erfordernissen der seit 2003 gültigen europäischen Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden [EU-Gebäude-RL, 2003] wurde zur Umsetzung dieser Richtlinie mit dieser Novelle die Einführung von Energieausweisen für Bestandsgebäude, die Berücksichtigung von Klimatisierung und Beleuchtung bei Nichtwohngebäuden sowie die regelmäßigen Inspektionen von Klima- und Lüftungsanlagen festgelegt. Die schrittweise Einführung von Energieausweisen, die vorgelegt werden müssen, wenn eine Wohnung, ein Wohnhaus oder ein Wohngebäude mit einem Baujahr 1965 oder älter verkauft oder neu vermietet wird ist seit Juli 2008 verpflichtend. Seit 2009 gilt diese Energieausweis-Pflicht auch für neuere Wohnhäuser oder Wohngebäude [EnEV, 2007].

II.9.3 EnEV 2009

Mit der beschlossenen Novelle der EnEV 2007, die am 01. Oktober 2009 in Kraft tritt, werden folgende Änderungen umgesetzt:

- Zur Erhöhung der Energieeffizienz unter Wahrung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit werden die Anforderungen an den maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf und an die maximal zulässigen U-Werte für Alt- und Neubauten um 30 % verschärft. Im Altbaubereich wurde zudem festgelegt, dass bereits bei einer Sanierung, die einen Anteil der Bauteilfläche von mehr als 10 % umfasst, die Bauteilanforderungen erfüllt werden müssen. Nach der EnEV 2007 lag die Grenze bei 20 % der Bauteilfläche.
- Auf der Grundlage der DIN V 18599 wird ein neues Berechnungsverfahren für Wohngebäude eingeführt, das alternativ zum bestehenden Verfahren zur Bilanzierung herangezogen werden kann. Die bisherige Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren wird durch ein Referenzgebäudeverfahren ersetzt, das bezüglich der Verwendung solarthermischer Anlagen das Erneuerbare – Energien – Wärmege-
setz (EEWärmeG) abbildet. Dabei wird der maximal zulässige Primärenergiebedarfskennwert für das Gebäude individuell anhand eines Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzfläche unter der Annahme standardisierter Bauteile und Anlagentechnik ermittelt. Das bisherige Berechnungsverfahren in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis entfällt.
- Einzelne Nachrüstpflichten zur Dämmung werden hinsichtlich der Anforderungen an die Dämmqualität erweitert. Die Pflicht zur Dämmung wird u.a. auf begehbare und bisher ungedämmte oberste Geschossdecken von Ein- und Zweifamilienhäusern ausgedehnt.
- Elektrisch betriebene Speicherheizsysteme dürfen in Wohngebäuden mit mehr als 5 Wohneinheiten nicht mehr betrieben werden, wenn durch sie ausschließlich die Raumwärme erzeugt wird. Ist das Heizsystem vor 1990 eingebaut worden, so ist das System bis Ende 2019 außer Betrieb zu nehmen. Bei Einbauten ab 1990 ist das Speicherheizsystem nach Ablauf von 30 Jahren nicht weiter zu betreiben.
- Zur Verbesserung des Vollzugs der EnEV werden die privaten Nachweispflichten wie beispielsweise Unternehmer- oder Eigentümererklärungen intensiviert. Die Überprüfung der Nachweispflichten erfolgt durch Bezirksschornsteinfeger.

Ein Vergleich der U-Werte für die Anforderungen an die Bauteile bei der energetischen Sanierung von Altbauten ist in der Tabelle 16 abgebildet.

Tabelle 16: Vergleich der maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten

Bauteil	WSchVO95	EnEV 2002 - 2007	EnEV 2009
	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)
Außenfassade	0,50	0,45	0,24
	0,40	0,35	
Fenster	1,80	1,70	1,30
Decken, Dächer	0,30	0,30	0,24
		0,25	0,20
Keller	0,50	0,40	0,30
		0,50	0,24

Quellen: [Hansen & Kleemann, 2005; EnEV, 2009], IEF-STE

IEF-STE 2009

Zur Berechnung der Einsparungen wird für die bisherige EnEV gegen das Niveau der WSchV95 gerechnet und ab Oktober 2009 die Differenz zwischen der EnEV 2007 und der EnEV 2009 ausgewiesen. Die erzielte kumulative Einsparung durch die EnEV 2009 könnte bis 2020 bei 3,7 Mio. t CO₂ liegen.

Tabelle 17: CO₂-Einsparung durch die EnEV

CO ₂ -Emissionen		2006	2007	2009	2010	2020
Einsparungen im Neubau	Mio. t	0,00	0,00	0,10	0,29	1,92
Einsparungen im Altbau	Mio. t	0,00	0,00	0,07	0,20	1,77
Summe der Mehreinsparungen	Mio. t	0,00	0,00	0,17	0,50	3,68

Quelle: IEF-STE

IEF-STE 2009

Da die EnEV eine übergreifende Maßnahme ist, können die berechneten Beträge nicht mit den Einsparungen der monetären Fördermaßnahmen addiert werden, weil es dann zu Doppelzählungen kommt.

II.10 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Mit dem beschlossenen [EEWärmeG, 2008] verfolgt die Bundesregierung das Ziel, den Anteil von erneuerbaren Energien am gesamten Wärmeverbrauch von 6,6 % in 2007 auf 14 % bis 2020 zu steigern. Nach dem Gesetz werden Eigentümer von neu errichteten Gebäuden ab 2009 verpflichtet, den Wärmeenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien zu decken.

Die Nutzung von erneuerbaren Energien in Neubauten gilt als erfüllt, wenn durch solarthermische Anlagen 15 % oder durch die Nutzung von Biomasse, Geothermie oder Umweltwärme 50 % des Wärmeenergiebedarfs gedeckt werden. Bei der Nutzung von solarer Strahlungsenergie ist bei Wohngebäuden mit höchstens zwei Wohneinheiten eine Kollektorgröße von mindestens 4 m² je 100 m² Nutzfläche zu installieren. Bei größeren Wohngebäuden ist eine Kollektorgröße von mindestens 3 m² je 100 m² Nutzfläche zu realisieren.

Alternativ gilt die Pflicht als umgesetzt, wenn Ersatzmaßnahmen ergriffen werden. Dabei muss entweder der Wärmeenergiebedarf durch die Nutzung von Abwärme oder hocheffizienten KWK-Anlagen zu mindestens 50 % realisiert werden oder der Jahres-Primärenergiebedarf muss 15 % unter den Anforderungen der jeweils gültigen EnEV liegen. Außerdem ist jeder Eigentümer befreit, der die Wärmeversorgung durch ein Fernwärme- oder Nahwärmenetz sicherstellt. Das Gesetz lässt auch eine Kombination von einzelnen erneuerbaren Energien und Ersatzmaßnahmen zu.

Für die Wohngebäude im Bestand sieht das EEWärmeG keine verpflichtende Nutzung erneuerbarer Energien vor. Stattdessen soll die Förderung von erneuerbaren Energien im Rahmen eines aufgestockten Marktanreizprogramms verstärkt werden. Zur Schaffung von Investitionsanreizen plant die Bundesregierung, die Fördermittel in den Jahren 2009 bis 2012 auf 500 Mio. Euro pro Jahr zu erhöhen.

Zur Berechnung der Netto-Einsparungen durch das EEWärmeG wird ausschließlich die Neubauwohnfläche des Zeitraums 2009 bis 2020 herangezogen, da die Wirkungen des Marktanreizprogramms für Erneuerbare Energien separat ausgewiesen werden. Unter der Beachtung der derzeitigen Energieträgerstruktur im Neubau, die in 2006 einen Anteil an erneuerbaren Energien von rund 10 % und für Fernwärme von 9 % aufgewiesen hat, steigt der Anteil bis 2030 für die Fernwärme auf 10,5 % und für die eingesetzten erneuerbaren Energien auf gut 27 %. Die erzielbaren Einsparungen könnten sich bis 2020 auf rund 1,5 Mio. t CO₂ belaufen (vgl. Tabelle 18).

Tabelle 18: CO₂-Einsparungen durch das EEWärmeG im Neubau

		2006	2008	2009	2010	2020
Emissionen im Neubau	Mio. t	0,75	0,70	0,57	0,45	0,34
Einsparungen durch EEWärmeG	Mio. t	0,00	0,00	0,17	0,14	0,11
Summe der Einsparungen	Mio. t	0,00	0,00	0,17	0,31	1,46

Quelle: IEF-STE

IEF-STE 2009

Das EEWärmeG ist eine übergreifende Maßnahme und kann nicht mit den berechneten Einsparungen der monetären Fördermaßnahmen addiert werden, da die Maßnahme nicht doppelzählungsfrei ist.

II.11 Novellierung der Heizkostenverordnung

Die novellierte Fassung der Verordnung zur Bestimmung der Heizkostenabrechnung ist 2009 in Kraft getreten und erhöht den verbrauchsabhängigen Anteil. Dabei sollen nach der novellierten Fassung der Verordnung in Gebäuden, die das Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung vom 16. August 1994 nicht erfüllen und mit einer Öl- oder Gasheizung versorgt werden, die Kosten des Betriebs der zentralen Heizungsanlage generell 70 % betragen und nach dem erfassten Wärmeverbrauch der Nutzer verteilt werden. Diese Vorgabe der Verordnung gilt für Gebäude in denen die freiliegenden Strangleitungen der Wärmeverteilung überwiegend gedämmt sind. Hierdurch sollen Anreize zu sparsamerem Verhalten verstärkt werden. Ferner soll mit einer Ausnahme von der Anwendung der Verbrauchserfassungspflicht ein Anreiz zur Erreichung des Passivhausstandards bei der Errichtung des Gebäudes bzw. bei der Sanierung von Mehrfamilienhäusern gesetzt werden.

Tabelle 19: Abschätzung der CO₂-Einsparungen durch den Nutzertyp „Sparer“ im Vergleich zum Standardnutzer bis 2030

CO ₂ -Emissionen		2006	2008	2009	2010	2020
Jährl. Emissionseinsparungen	Mio. t	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02
Summe der Einsparungen	Mio. t	0,00	0,00	0,02	0,03	0,23

Quellen: [Richter, Bolsius et al., 2008], IEF-STE

IEF-STE 2009

In energetisch sanierten Mehrfamilienhäusern, die vor 1978 errichtet worden sind, könnten in Anlehnung an Analysen von [Richter, Bolsius, et al., 2008] durch die Verringerung der Rauminnentemperatur von 20 °C um ein Grad auf 19°C gut 0,2 Mio. t CO₂ bis 2020 eingespart werden.

II.12 Deutsche Energie-Agentur (Dena)

Die Dena ist als bundesweites Kompetenzzentrum für Energieeffizienz seit September 2000 tätig. Sie entwickelt Projekte, Programme sowie Kampagnen und regt zukunftsweisende Techniken und Dienstleistungen an. Die gesellschaftlichen Akteure im Bereich Energie werden in Kooperationen und themenbezogenen Netzwerken zusammengeführt. Zentrale Projekte sind derzeit u. a. die Wärme aus Erneuerbaren Energien, Energieausweise für Gebäude, "Zukunft haus" und "Niedrigenergiehaus im Bestand".

Die Informationskampagnen "Wärme aus Erneuerbaren Energien" und "Zukunft haus" informieren Bauherren und Hausbesitzer über energieeffizientes Bauen und Sanieren und geben praktische Tipps. Durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit mit einem sehr breiten Medienspektrum wird zielgruppengenau bei Architekten, Fachplanern und Handwerkern sowie beim Endverbraucher geworben.

Durch das Vorhaben "Dena-Gütesiegel für Energieausweise" soll ein Qualitätssicherungssystem für Energieausweise aufbauend auf einheitlichen Qualifikationsstandards für die Aussteller installiert werden. Zur Sicherung der Qualität können ausschließlich Bedarfsausweise das Gütesiegel erhalten. Durch die automatisierte Datenprüfung und die Stichprobenkontrolle der Aussteller soll ein kontrollierter Qualitätsstandard erreicht werden.

Die Dena hat das Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“ entwickelt. Mit diesem Vorhaben wird anhand von Best-Practice-Projekten versucht, energetische Sanierungsstandards auf dem Markt zu etablieren und durch übertragbare, wirtschaftliche Sanierungen zur Nachahme anzuregen.

Die Maßnahmen, die durch die Dena umgesetzt werden, können in ihrer Gesamtheit nicht bezüglich ihrer Spareffekte quantifiziert werden.

II.13 Weitere weiche Maßnahmen

Neben den Aktivitäten der Dena sind die Instrumente Information und Motivation, Weiterbildungs- und Qualitätsoffensiven, F&E im Gebäude- und Heizungsbereich sowie die Erneuerung defekter Bauteile weitere weiche Maßnahmen. Sie können nach der Definition der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Einsparpotenziale derzeit nicht separat quantifiziert werden.

III Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario

Im Strukturwandel-Szenario (SWS) werden neben den im Mit-Maßnahmen-Szenario unterstellten Maßnahmen die folgenden zusätzlichen Handlungsansätze unterstellt:

III.1 Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009)

Zur Erhöhung der Energieeffizienz wird ab 2013 eine weitere Verschärfung der wärmetechnischen Anforderungen im Alt- und Neubaubereich in Bezug auf die EnEV 2009 um rund 30 % angenommen.

Zur Berechnung der Einsparungen wird für die neue EnEV 2013 gegen das Niveau der EnEV 2009 gerechnet und die Differenz zwischen der EnEV 2013 und der EnEV 2009 ausgewiesen. Die erzielte kumulative Einsparung der Emissionen würde für den Zeitraum 2013 bis 2020 bei 1,7 Mio. t CO₂ liegen. Dabei würde die Verminderung im Neubaubereich 0,7 Mio. t und im Altbaubereich rund 1,0 Mio. t CO₂ betragen.

Da die EnEV - wie bereits erwähnt - eine übergreifende Maßnahme ist, können die berechneten Energie- bzw. Emissionseinsparungen nicht mit denen der monetären

Fördermaßnahmen aufaddiert werden, da die EnEV sich mit nahezu allen anderen Maßnahmen überschneidet und so Doppelzählungen berücksichtigt werden müssen.

III.2 Steigerung der Nachrüstverpflichtungen

Nach § 10 „Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden“ der [EnEV, 2009] ist es Eigentümern untersagt, Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem 1. Oktober 1978 in Betrieb genommen worden sind, weiter zu betreiben. Zudem sind die zugänglichen Wärmeverteilung- und Wasserleitungen zu dämmen. Bisher ungedämmte, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken sind bis 2012 nachträglich mit einer Dämmung auszustatten (Wärmedurchgangskoeffizient max. $0,24 \text{ W(m}^2\text{K)}$). Ausgenommen von dieser Pflicht sind allerdings alle Wohngebäude mit nicht mehr als zwei Wohnungen, von denen der Eigentümer eine Wohnung am Stichtag 1. Februar 2002 selbst bewohnt hat. In diesem Fall sind die nachträglichen Dämmvorschriften erst nach einem Eigentümerwechsel zu erfüllen.

Derzeit entspricht der mittlere Erneuerungszyklus für Öl- und Gaskessel zusammen rund 24 Jahre. Entsprechend den Auswertungen der Daten des Schornsteinfegerverbands werden Ölkessel derzeit in einem Alter von 12 bis 37 Jahren (Durchschnitt 25 Jahre) und Gaskessel im Alter von 12 bis 35 Jahren (Durchschnitt 24 Jahre) erneuert [ZIV, 2000-2007]. Die Zahl der jährlich verkauften Heizungsanlagen ist seit 1998 bis 2007 um rund 40 % gesunken. Hinsichtlich der Energieträger der Wärmeerzeuger waren in 2007 mehr als 48 % der verkauften Kessel Gas-Brennwertkessel [BDH 2008].

Da Brennwertkessel deutlich bessere Wirkungs- und Nutzungsgrade als die heute noch verbreiteten Niedertemperaturkessel haben und Heizkessel, die älter als 18 Jahre sind, bei weitem nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen und sehr ineffizient arbeiten, wurde im Strukturwandel-Szenario ein Erneuerungszyklus von 18 Jahren angenommen. Dabei wurde in den Rechnungen unterstellt, dass ab 2013 Heizkessel, die älter als 18 Jahre und keine Niedertemperatur- und Brennwertkessel sind, nicht weiter betrieben werden dürfen. Zudem wurde in den Rechnungen angenommen, dass bei Neuinstallationen von Brennwertkesseln gleichzeitig verstärkt Solaranlagen mit eingebaut werden. Die Kombination der hocheffizienten und wirtschaftlichen Brennwerttechnik mit der Solarthermie stellt einen geeigneten Anlagen-

Mix dar und wird gemäß [Kleemann, 2007] von heute rund 8 % bis 2020 auf 80 % angehoben. Durch diese Steigerung der Nachrüstverpflichtung könnten die Emissionen bis 2020 um 2,9 Mio. t CO₂ gesenkt werden.

III.3 Intensivierung der Nachweispflichten zur Stärkung des Vollzugs der EnEV

Gemäß § 26a „Private Nachweise“ der EnEV 2009 sind Veränderungen an bestehenden Gebäuden, die die Bauteile der Gebäudehülle und der Heizungsanlage betreffen, nach dem Abschluss der Arbeiten durch Unternehmer- oder Eigentümererklärungen zu dokumentieren. Hierdurch soll der Vollzug der EnEV durch eine zumindest stichprobenweise Überprüfung verstärkt werden.

Ergänzend wird unterstellt, dass anstelle von mehreren behelfsmäßigen Sanierungen von überalterten Bauteilen durchgreifende Sanierungen angestoßen werden, die durch eine regelmäßige Begutachtung durch Bausachverständige begleitet werden. Die Nachweispflicht der EnEV 2009 wird dabei ab 2013 um das Gutachten eines unabhängigen Bausachverständigen erweitert, das in den notwendigen Energieausweis integriert und durch die zuständigen Behörden überprüft wird.

In den Rechnungen führen die Verbesserung der Sanierungsqualität und die Verkürzung der Renovierungszyklen zu einer Verdopplung der Potenzialausnutzung von 32 % auf 65 % ab 2020. Diese Intensivierung der Nachweispflichten würde bis 2020 zu Emissionseinsparungen von rund 5,0 Mio. t CO₂ führen.

III.4 Wärme-EEG für Großgeräte

Das EEG ist derzeit die gesetzliche Grundlage für den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Strombereich und verpflichtet die Stromnetzbetreiber, Anlagen, die Strom aus Erneuerbaren Energien erzeugen, vorrangig an ihr Netz anzuschließen sowie den erzeugten Strom abzunehmen und zu vergüten. Der Preis für den Strom wird durch das EEG geregelt und ist über einen Zeitraum von 20 Jahre mit sinkender degressiver Vergütung garantiert. Je nach Energiequelle, Anlagengröße und Standort kann der Preis unterschiedlich hoch sein.

Für den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Wärmemarkt ist mit dem EEWärmeG eine Pflicht zur anteiligen Nutzung Erneuerbarer Energien ab 2009 eingeführt wor-

den. Der Ausbau im Bestand wird mit dem Marktanreizprogramm gefördert. Neben der Einführung einer Nutzungspflicht könnte der verstärkte Ausbau regenerativer Energien durch ein Fördergesetz für Großgeräte gesteigert werden. Im Folgenden wird aus diesem Grund die Übertragung des EEG auf den Wärmemarkt auf der Basis des Bonusmodells von Nast und Leprich (2002) und Nast, Langniß et al. (2005) analysiert.

Eine mögliche Variante des Bonusmodells könnte darin bestehen, dass der Wirkungsbereich dieses Instruments zunächst nur auf größere Anlagen beschränkt wird. Für die Berechnung der Einsparungen konzentriert sich das Bonusmodell beim Fortbestand des Marktanreizprogramms auf Großanlagen. Die Grenze liegt nach [Nast, Leprich et al., 2006] bei solarthermischen Anlagen bei 100 m² Kollektorfläche und bei Biomasse-Zentralheizungen bei einer Nennwärmeleistung von 50 kW. Durch diese Maßnahme könnten jährlich rund 15 Mio. m² Wohnfläche versorgt werden. Bei einer Wirkung von insgesamt 8 Jahren von 2013 bis 2020 würde dies im Jahr 2020 eine Gesamtversorgung von ungefähr 120 Mio. m² Wohnfläche bedeuten.

Unter diesen Annahmen könnten bis 2020 zusätzliche Emissionseinsparungen von 2,6 Mio. t CO₂ erzielt werden.

III.5 Durchsetzung eines Fernwärmeanschlusszwangs

Mit dem EEWärmeG wird eine Pflicht zur anteiligen Nutzung von Erneuerbaren Energien eingeführt. Dabei können neben solarer Strahlungsenergie und Wärmepumpen auch andere Erneuerbare Energien, sowie KWK (z. B. Fernwärme oder Brennstoffzellen) zum Einsatz kommen. Kommunen können zudem nach §16 des [EEWärmeG, 2008] einen Anschluss- und Benutzungszwang an ein Netz der öffentlichen Nah- und Fernwärmeversorgung zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes festlegen. Damit sollen Hemmnisse für den Ausbau von erneuerbaren Energien im Wärmebereich abgebaut und fossile Energiesysteme besser mit Erneuerbaren vernetzt werden.

Neben dem EEWärmeG wurde mit dem integrierten Energie- und Klimaprogramm eine Verdopplung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung bis 2020 auf etwa 25 % beschlossen. Um dieses Ziel mit KWK-Strom zu erzielen, muss ein erhebliches Ausbaupotenzial für Nah- und Fernwärme erschlossen werden. Demnach

müssten im Zeitraum 2009 bis 2020 jährlich rund 2.700 MW/a im Mittel neu angeschlossen werden [AGFW, 2008; Lutsch, 2008]. Dieses Ausbaupotenzial liegt schwerpunktmäßig in Städten mit 20.000 bis 150.000 Einwohnern in den alten Bundesländern und in Neubaugebieten [AGFW, 2005].

Bei der Betrachtung der Auswirkungen eines 40%-Treibhausgasminderungsziels bis 2020 auf die Fernwärmeversorgung in der Studie der [AGFW, 2005] fällt auf, dass trotz Energieeinsparungen durch energetische Sanierungen ein Ausbau der Nah- und Fernwärme erfolgt. Diese Entwicklung wird neben einem beschränkten Netzausbau mit einer weiteren Verdichtung der Fernwärmeversorgung begründet. Diese Annahmen werden durch die Studie von [Fishedick, Schüwer et al., 2006] gestützt. Folgt man diesen Annahmen könnten Netto durch die Anwendung eines Anschluss- und Benutzungszwangs zusätzliche Emissionen von 2,2 Mio. t CO₂ bis 2020 eingespart werden.

III.6 Anreize zur Modernisierung und zum Einsatz EE durch Reduktion der Mehrwertsteuer

Die Modernisierung des Gebäudebestandes zählt zu den wirkungsvollsten Energie-sparmaßnahmen. Zur Anhebung der Nachfrage nach energetischen Sanierungen stellt nach [VFF, 2008] die Ermäßigung der Mehrwertsteuer auf 7 % für Produkte und Dienstleistungen, die zur Modernisierung von Altbauten beitragen, ein geeignetes Mittel dar. Ziel der Maßnahme ist es, zusätzliche energetische Sanierungen anzustoßen und private Investitionen zu unterstützen. Denn hierdurch könnten energetische Sanierungsmaßnahmen besser finanzierbar werden und Verbraucher einen zusätzlichen Anreiz zur Modernisierung bekommen.

Hinsichtlich der Wirkungen stehen Mindereinnahmen des Staates zusätzliche Investitionen im Bereich des Wohnungsbaus gegenüber, die Einsparungen an Energieträgern ermöglichen und eine zusätzliche Nachfrage erzeugen könnten.

In den Berechnungen wird unterstellt, dass für Bauleistungen, die das EnEV –Niveau unterschreiten, die MWSt. ab 2013 auf 7 % reduziert wird.

Mit der Umsetzung dieses Instruments könnten bis 2020 zusätzliche Emissionen von 2,0 Mio. t CO₂ vermindert werden.

III.7 Optimierung der KfW-Programme bezüglich der Energieeffizienz

Parallel zur nochmaligen Verschärfung der EnEV 2009 ab 2013 um 30 % könnten die Förderstufen der Programme für energieeffizientes Bauen und Sanieren angepasst werden. Im Gebäudebestand könnten energetische Sanierungsvorhaben, durch die das EnEV-Neubau-Niveau erreicht wird, speziell gefördert werden. Durch die Umsetzung dieser Maßnahme könnten bis 2020 weitere 1,4 Mio. t CO₂ eingespart werden.

III.8 Weiche Maßnahmen

Das Instrument „Verstärkung von Energieforschung und Innovation“ ist eine weiche Maßnahme und kann hinsichtlich ihres Einsparpotenzials derzeit nicht quantifiziert werden.

IV Ergebnisse der Projektionen

IV.1 Vorbemerkungen

Die Bilanzierung der CO₂-Emissionen für den Haushaltssektor erfolgt nach dem international üblichen Quellenprinzip. Danach werden die aus der Strom- und Fernwärmenutzung im Wohngebäudebereich entstehenden Emissionen nicht dem Haushaltssektor sondern dem Energiesektor angerechnet. Die Emissionen werden hier für die Raumwärmeerzeugung und die Warmwasserbereitstellung im Sektor Private Haushalte berechnet, wobei immer nur die Summe angegeben wird.

Die Entwicklung der Vergangenheitswerte liegt bis 2005 vor. Für das Jahr 2006, welches als Ausgangsjahr für die Szenarioanalysen dient, muss das Ausgangsniveau der CO₂-Emissionen ermittelt werden. Um jährliche witterungsbedingte Schwankungen auszugleichen, wird der Mittelwert der Fünfjahresperiode 2001-2005 zugrunde gelegt.

IV.2 Mit-Maßnahmen-Szenario

Durch die im Mit-Maßnahmen-Szenario analysierten Maßnahmen verringern sich die Emissionen von 2006 bis 2020 um 14,0 Mio. t CO₂ auf 102 Mio. t. Das entspricht in

Bezug auf die gesamten Emissionseinsparungen einer Minderungsrate gegenüber 1990 von 22 %.

In der Tabelle 20 sind die Abschätzungen der CO₂-Minderungseffekte für die einzelnen Maßnahmen zusammengestellt. Unter den monetären Fördermaßnahmen liefern das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm mit 7,1 Mio. t und das Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien mit insgesamt rund 4,8 Mio. t CO₂ die größten Beiträge.

Die ordnungsrechtlichen Maßnahmen der Novellierung der EnEV ab Mitte 2009 sowie die Einführung des Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) führen in der Summe zu Emissionseinsparungen von 5,2 Mio. t CO₂. Da diese Instrumente übergreifende Maßnahmen und nicht doppelzählfrei sind, können die Einsparungen mit den monetären Fördermaßnahmen nicht addiert werden.

Tabelle 20: Maßnahmenspezifische CO₂-Einsparungen im Mit-Maßnahmen-Szenario

Maßnahme	Typ	Beschreibung/Ziele (Wirkungsbereich)	Umsetzungs- stand (Wirkungs- beginn)	Direkte Emissionsminderungseffekte		
				2010	2015	2020
				Mio. t CO ₂ -Äqu.		
KfW-CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	F	monetäre Förderung	ab 2006	2,8	5,0	7,1
ÖKO PLUS	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,2	0,4	0,6
Ökologisch Bauen	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,4	0,7	1,1
Stadtumbau Ost	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,0	0,1	0,1
Soziale Wohnraumförderung	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,0	0,1	0,1
Energieberatung Vor-Ort	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,5	0,9	1,3
Marktanreizprogramm EE Solar	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,4	0,8	1,1
Marktanreizprogramm EE Biomasse	F	monetäre Förderung	ab 2006	0,8	1,7	2,7
Marktanreizprogramm EE Wärmepumpe	F	monetäre Förderung	ab 2007	0,1	0,3	0,4
KfW-Wohneigentumsprogramm	F	monetäre Förderung	ab 2006	-0,3	-0,4	-0,5
Novellierung der Energieeinsparverordnung	R	Ordnungsrecht	ab 07/2009	0,5	2,1	3,7
Erneuerbares-Energien-Wärme-gesetz	R	Ordnungsrecht	ab 2009	0,3	0,9	1,5
Novellierung der Heizkostenverordnung	R		ab 2009	0,0	0,1	0,2
Dena	I/O/ET		ab 2006			
Information und Motivation	I/O		ab 2006			
Weiterbildungs- und Qualitätsoffensiven	D		ab 2006			
F&E im Gebäude- und Heizungsbereich	ET		ab 2006			
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				5,8	12,6	19,4
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				4,9	9,6	14,3

Quelle: IEF-STE

IEF-STE 2009

IV.3 Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario

Die untersuchten Instrumente des Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenarios senken die Emissionen im Sektor Private Haushalte im Vergleich zum Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2020 um weitere 16,1 Mio. t CO₂ auf insgesamt 85 Mio. t. Gegenüber dem Jahr 1990 entspricht dies einer Reduzierung der gesamten Emissionen von 35 %.

Die größten Einzelbeiträge bis 2020 liefern die Stärkung des Vollzugs der EnEV³ mit 5,0 Mio. t und die Steigerung der Nachrüstverpflichtungen mit 2,9 Mio. t CO₂. Durch Steuererleichterungen durch die Absenkung des Mehrwert-Steuersatzes auf 7 % für Produkte und Dienstleistungen, die zur Modernisierung von Altbauten beitragen, könnten nach den Abschätzungen weitere 2,7 Mio. t CO₂ eingespart werden (vgl. Tabelle 21).

Tabelle 21: CO₂-Einsparungen der Instrumente im Strukturwandel-Szenario

Maßnahme	Typ	Beschreibung/Ziele (Wirkungsbereich)	Umsetzungs- stand (Wirkungs- beginn)	Direkte Emissionsminderungseffekte		
				2010	2015	2020
				Mio. t CO ₂ -Äqu.		
Verschärfung der EnEV 2009	F	Ordnungsrecht	ab 2013	0,0	0,6	1,7
Steigerung der Nachrüstverpflichtungen	F	Ordnungsrecht	ab 2013	0,0	0,7	2,9
Stärkung des Vollzugs der EnEV	F	Ordnungsrecht	ab 2013	0,0	2,0	5,0
Wärme EEG für Großgeräte	F	Monetäre Förderung	ab 2009	0,3	1,1	2,6
"Fernwärmeanschlusszwang"	F	Ordnungsrecht	ab 2009	0,4	1,3	2,2
Steuererleichterungen (MWSt. - Senkung)	F	Monetäre Förderung	ab 2013	0,0	0,6	2,7
Optimierung KfW-Programme	F	Monetäre Förderung	ab 2013	0,0	0,3	1,4
Energieforschung & Innovation	F		ab 2009			
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				0,7	6,6	18,5
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				0,7	6,0	16,8

Quelle: IEF-STE

IEF-STE 2009

IV.4 Vergleich des Endenergiebedarfs und der Emissionseinsparungen in den Szenarien

Die Entwicklung des Endenergiebedarfs für die Bereiche Raumwärme und Warmwasser ist in der Tabelle 3-33 inklusive Fernwärme und Strom aufgeführt. Ausgehend vom Jahr 2005 geht der Endenergieverbrauch gegenüber 1990 (bzw. 2006) bis zum Jahr 2020 im Mit-Maßnahmen-Szenario um 4 % (bzw. 10 %) und im Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario um 13 % (bzw. 19%) zurück.

³ Steigerung des Einsparverhältnisses von 54 % im Jahr 2005 auf rund 80 % bis 2020 im MWMS.

Tabelle 22: Entwicklung der Endenergiebedarfs in den Szenarien bis 2020

	1990	1995	2000	2005	2006	2010	2015	2020
	in PJ							
Entwicklung 1990 - 2005	2.213	2.440	2.287	2.280				
Mit-Maßnahmen-Szenario					2.361	2.311	2.227	2.131
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					2.361	2.301	2.156	1.920
	Veränderung ab 1990 in %							
Mit-Maßnahmen-Szenario					7	4	1	-4
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					7	4	-3	-13
	Veränderung ab 2006 in %							
Mit-Maßnahmen-Szenario					0	-2	-6	-10
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					0	-3	-9	-19

Quellen: [AGEB, 2008], IEF-STE

IEF-STE 2009

Der Einsatz der fossilen Energieträger geht nach den Berechnungen im Mit-Maßnahmen-Szenario bis zum Jahr 2020 um insgesamt 245 PJ zurück. Im Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario sinkt der Verbrauch fossiler Energieträger bis 2020 um knapp 500 PJ. Mehr als 60 % der Endenergieeinsparungen von fossilen Energieträgern können auf den Rückgang des Einsatzes von Heizöl zurückgeführt werden.

In der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Tabelle 29** sind die gesamten Emissionseinsparungen im Bereich Raumwärme und Warmwasser der Privat-Haushalte aufgeführt.

In der Tabelle 23 sind die gesamten Emissionseinsparungen im Bereich Raumwärme und Warmwasser der Privat-Haushalte aufgeführt. In Bezug auf das Ausgangsjahr 1990 bzw. 2005 können durch die Instrumente des Mit-Maßnahmen-Szenario die Emissionen bis 2020 um 22 % bzw. 12 % reduziert werden. Durch die zusätzlichen Wirkungen der Instrumente und Maßnahmen des Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenarios können die Emissionen bis 2020 gegenüber 1990 bzw. 2005 um insgesamt 35 % bzw. 27 % gesenkt werden.

Die untersuchten Instrumente des Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenarios senken die Treibhausgasemissionen im Sektor Private Haushalte im Vergleich zum Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2020 um weitere 17 Mio. t CO₂ auf insgesamt 85 Mio. t. Im

Vergleich zum Jahr 1990 entspricht dies einer Reduzierung der gesamten Emissionen bis 2020 von gut 35 %. Bezogen auf die Emissionsniveaus von 2005 ergeben sich Treibhausgasminderungen von mehr als 26 % 2020.

In beiden Szenarien dominieren die Entwicklungen im Bereich der CO₂-Emissionen, CH₄ und N₂O spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 10: Emissionseinsparungen bis 2020 im Vergleich der Szenarien

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
	kt CO ₂ -Äqu.						
CO ₂ -Emissionen							
Entwicklung 1990 - 2005	129.474	129.183	117.914	115.028			
Mit-Maßnahmen-Szenario					113.340	107.468	101.003
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					112.534	100.943	84.287
CH ₄ -Emissionen							
Entwicklung 1990 - 2005	1.200	540	591	691			
Mit-Maßnahmen-Szenario					677	689	698
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					667	686	689
N ₂ O-Emissionen							
Entwicklung 1990 - 2005	802	478	423	438			
Mit-Maßnahmen-Szenario					442	427	410
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					436	405	359
Summe CO ₂ +CH ₄ +N ₂ O							
Entwicklung 1990 - 2005	131.476		118.928	116.157			
Mit-Maßnahmen-Szenario					114.459	108.584	102.111
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					113.637	102.035	85.335
Summe CO ₂ +CH ₄ +N ₂ O					Veränderung ab 1990 in %		
Mit-Maßnahmen-Szenario					-12,9	-17,4	-22,3
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					-13,6	-22,4	-35,1
Summe CO ₂ +CH ₄ +N ₂ O					Veränderung ab 2005 in %		
Mit-Maßnahmen-Szenario					-1,5	-6,5	-12,1
Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario					-2,2	-12,2	-26,5

Quellen: [UBA, 2008 a, UBA, 2008b], Fraunhofer ISI, IEF-STE, Öko-Institut
IEF-STE 2009

V Referenzen

- BAFA (2000) Erfahrungsbericht zur Vor-Ort-Beratung an bestehenden Gebäuden, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Eschborn.
- BAFA (2008a) BAFA-Marktanreizprogramm 2008: Wärmepumpe. Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Eschenborn.
- BAFA (2008b) Pressemitteilung - MAP vergibt 2008 mindestens 300 Millionen Euro. Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Eschenborn.
- BECKMANN et al., (2008) Evaluierung des Bund-Länder-Programms „Stadtumbau Ost“, Zentrale Ergebnisse und Empfehlungen des Gutachtens, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und dem Bundesamt für Bau- und Raumwesen (BBR). Deutsches Institut für Urbanistik (Difu), IfS Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik GmbH, Berlin.
- BEI (2007) Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2005 und 2006 - Zusatzauswertung Dezember 2007. Bremer Energie Institut (BEI), Bremen.
- BEI/IWU (2007) Effekte des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2005 und 2006, Gutachten im Auftrag der KfW-Bankengruppe. Bremer Energie Institut (BEI), Institut für Wohnen (IWU), Universität Bremen - Institut für Statistik, Bremen, Darmstadt.
- BEI/IWU (2008) Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms 2007, Gutachten im Auftrag der KfW-Bankengruppe. Bremer Energie Institut (BEI), Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Universität Bremen - Institut für Statistik, Bremen, Darmstadt.
- BMU (2004) Tabellen zur Förderung von Erneuerbaren Energien. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- BMU (2007a) Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung - Stand: November 2007 -. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- BMU (2007b) Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 05. Dezember 2007. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.
- BMVBS (2008) Initiativen der Bundesregierung zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden - Ordnungsrecht, Förderung, Beispiele. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Vortrag von Dr. Frank Heidrich am 06.05.2008 im Rahmen der Berliner Energietage, Berlin.
- BWP (2008) Vortrag des Geschäftsführers Karl-Heinz Stawiarski des BWP zum Marktanreizprogramm und EEWärmeG. Bundesverband Wärmepumpe e.V., Götz.

- BUNDESTAG (2008) Beitrag der KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramme zum Klimaschutz - Antwort der Bundesregierung auf eine Kleine Anfrage. Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Gesamtherstellung: Heenemann GmbH, Köln, Berlin.
- EEWÄRMEG (2008) Entwurf eines Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG) und Begründung des Gesetzesvorschlag.
- ENEV (2009) Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in der von der Bundesregierung am 18. Juni 2008 beschlossenen Fassung. Berlin.
- ENTFLECHTG (2006) Gesetz zur Entflechtung von Gemeinschaftsaufgaben und Finanzhilfen (Entflechtungsgesetz - EntflechtG). "Entflechtungsgesetz (EntflechtG) vom 5. September 2006 (BGBl. I S. 2098, 2102) zu Art. 13 GG; Geltung ab 01.01.2007 bis 31.12.2019.
- EWI/PROGNOS (2006) Auswirkungen höherer Ölpreise auf Energieangebot und -nachfrage, Ölpreisvariante der Energiewirtschaftlichen Referenzprognose 2030, Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin, Langfassung. Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI), Prognos AG, Köln, Basel.
- HANSEN & KLEEMANN (2005) Evaluierung der CO₂-Minderungsmaßnahmen im Gebäudebereich, Schriften des Forschungszentrum Jülich, Reihe Umwelt, Band 60, Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung - Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE), Jülich.
- IFEU/IWU (2005) Beiträge der EnEV und des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms zum Nationalen Klimaschutzprogramm. Institut für Energie- und Umweltforschung (Ifeu), Institut für Wohnen und Umwelt (IWU), Heidelberg, Darmstadt.
- IFEU/TNS-EMNID (2008) Evaluation des Förderprogramms „Energieeinsparberatung vor Ort“, Schlussbericht, Studie im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi). ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, TNS - Emnid, Heidelberg.
- KfW (2007) Merkblatt - CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (130 - Kredit), Finanzierung der energetischen Sanierung von Wohngebäuden auf Neubau-Niveau nach EnEV oder besser sowie von Maßnahmenpaketen. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).
- KfW (2008a) Merkblatt - KfW-Wohneigentumsprogramm (124, 134) - Finanzierung von selbst genutztem Wohneigentum, Datum: 02/2008. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Frankfurt.
- KfW (2008b) Mittelstands und Strukturpolitik, Sonderband "Perspektiven der Wohnwirtschaft". Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW - Bankengruppe), Frankfurt.
- KfW (2008c) Wohnwirtschaftliche Programme der KfW-Förderbank - Überblick der Kredite von 2001 bis 2007. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Frankfurt.

- KLEEMANN (2003) Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, Evaluierung der Programme im Auftrag der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 34, Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung - Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE), Jülich.
- LENKUNGSGRUPPE (2008) Stellungnahme und Empfehlungen der Lenkungsgruppe zur Evaluierung des Bund-Länder-Programms „Stadtumbau Ost – für lebenswerte Städte und attraktives Wohnen“ und zur Fortführung des Programms über das Jahr 2009 hinaus. Mitglieder der Lenkungsgruppe zur Begleitung der wissenschaftlichen Evaluierung des Stadtumbauprogramms Ost: Vertreter von Bund, Ländern und Gemeinden, der Kommunalen Spitzenverbände, der Wohnungswirtschaft, der KfW, der Wissenschaft, des Städtebaulichen Denkmalschutzes sowie Verbänden der Wirtschaft, der kommunalen Versorgungsunternehmen und der Mieterorganisationen.
- LIEBMANN, D. H., et al. (2007) 5 Jahre Stadtumbau Ost - eine Zwischenbilanz, Zweiter Statusbericht der Bundestransferstelle Stadtumbau Ost im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Bundestransferstelle Stadtumbau Ost beim Leibniz-Institut für Regionalforschung und Strukturplanung e.V. (IRS), Berlin.
- PFEIFFER et al. (2000) „Wohnungswirtschaftlicher Strukturwandel in den neuen Ländern“- Bericht der Kommission (im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen). empirica Wirtschaftsforschung und Beratung GmbH, Berlin.
- StBA (2006): Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden 2006.
- StBA (2007a): Entwicklung der Privathaushalte bis 2025. Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung 2007. Wiesbaden 2007
- VOB (2008) Richtlinie über die Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort - Vor-Ort-Beratung - vom 11. April 2008 (Bundesanzeiger Nr. 66 vom 30.04.2008).
- WOFG (2006) Gesetz über die soziale Wohnraumförderung. "Wohnraumförderungsgesetz (WoFG) vom 13. September 2001 (BGBl. I S. 2376), zuletzt geändert durch Artikel 2 Abs. 13 des Gesetzes vom 5. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2748)".
- ZSW (2007) Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar bis Dezember 2006, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart.

- ZSW (2008) Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2007 bis Dezember 2008, Kurzbericht für den Zeitraum Januar bis Dezember 2007, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart.
- ZSW/ISI (2004) Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2002 bis August 2004, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Stuttgart, Karlsruhe.
- ZSW/TFZ (2006) Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) im Zeitraum Januar 2004 bis Dezember 2005, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe, Solites Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, Stuttgart, Straubing.

STE-Preprints 2009

- 01/2009 Fischer, W., Holtrup-Mostert, P., Schenk, O.: Die Klimaschutzpolitik der USA unter Präsident Obama.
- 02/2009 Birnbaum, U., Linssen, L., Markewitz, P., Martinsen, D., Vögele, S., Froeschle, P., Wind, P.: Elektromobilität - Auswirkungen auf die elektrische Energieversorgung.
- 03/2009 Kronenberg, T., Kühntopf, S. Tivig, T.: The Effects of Regional Demographic Trends on the Environmental Dimension of Sustainable Development.
- 04/2009 Schumann, D., Pietzner, K., Fishedick, M., Esken, A.: Social acceptance of carbon capture and storage in Germany.
- 05/2009 Schumann, D., Simon, A.: Communication of CO₂ capture and storage (CCS): Simulating the impact on knowledge and public acceptance.
- 06/2009 Engel, K.: Zur Energienachfrage von Haushalten - Welche Rolle spielt der demografische Wandel?
- 07/2009 Kronenberg, T.: Energy Conservation, Unemployment and the Direction of Technical Change.
- 08/2009 Kronenberg, T.: The Impact of Demographic Change on Energy Use and Greenhouse Gas Emissions in Germany.
- 09/2009 Kronenberg, T.: Demografieinduzierte strukturelle Veränderungen von Konsumausgaben und Infrastrukturnutzung.
- 10/2009 Markewitz, P., Schreiber, A., Zapp, P., Vögele, S.: Kohlekraftwerke mit CO₂-Abscheidung: Strategien, Rahmenbedingungen und umweltseitige Auswirkungen.
- 11/2009 Hansen, P.: Welchen effektiven Beitrag kann der Wohngebäudesektor zu den Emissionseinsparungen bis 2020 leisten.
- 12/2009 Schlör, H., Fischer, W., Hake, J.-F.: Measuring Sustainability in the Energy Sector – Analogies from Individual Welfare Measurement.
- 13/2009 Linssen, J., Markewitz, P., Vögele, S.: Energietransport und -verteilung.
- 14/2009 Schlör, H., Fischer, W., Hake, J.-F.: Is the German Energy System Sustainable? An Analysis Based on the German Sustainability Strategy.
- 15/2009 Hansen, P., Kronenberg, T., Kuckshinrichs, W., Müller, M.: Effekte des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW
- 16/2009 Fischer, W., Holtrup-Mostert, P.: US-Klimaschutzpolitik im Vorfeld von Kopenhagen.
- 17/2009 Schumann, D.: Public Acceptance of Carbon Dioxide Capture and Storage. Research Approaches for Investigating the Impact of Communication.
- 18/2009 Kronenberg, T.: Finding Common Ground between Ecological Economics and Post-Keynesian Economics
- 19/2009 Hansen, P., Kronenberg, T., Kuckshinrichs, W.: The Social Return on Investment in the Energy Efficiency of Buildings: A Case Study of Germany.
- 20/2009 Wagner, H.-J., Kuckshinrichs, W., Groß, C.: Globale Energie- und CO₂-Szenarien.
- 21/2009 Schlör, H., Fischer, W., Hake, J.-F.: Is the German Energy System Sustainable? An Analysis Based on the UNCSO theme based sustainability approach.
- 22/2009 Hencke, E.-G., Martinsen, D., Riedle, K., Weber, K., Wagner, H.-J.: Sustainability and Greenhouse Gas Reduction.
- 23/2009 Arens, M., Wietschel, M., Markewitz, P., Dötsch, C., Herkel, S., Krewitt, W., Möst, D., Scheufen, M.: Energietechnologien 2050.
- 24/2009 Schlör, H., Fischer, W., Hake, J.-F.: Index of Sustainable Development - Measuring sustainability in the energy sector in absolute and relative terms.

- 25/2009 Sander, M., Baumann, F.: Österreich – Kleines Land ganz groß? Energieunternehmen als Akteure und Einflussfaktoren der österreichischen Außenpolitik.
- 26/2009 Kronenberg, T.: Perspectives for Ecological Post-Keynesian Economics.
- 27/2009 Fischer, W., Hake, J.-F., Martinsen, D., Sander, M.: Das deutsche Energiesystem im Übergang.
- 28/2009 Geske, J.: A theory of urban structure development.
- 29/2009 Kronenberg, T., Kühntopf, S., Tivig, T.: Die Effekte von regionalen demografischen Trends auf die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit

Student Research Reports 2009

- 01/2009 Linke, T. F., Kohleverflüssigung.
- 02/2009 Stüber, C.: Entwicklung eines Berechnungstools zur ökonomischen Bewertung des EEWärmeG und der EnEV 2009.
- 03/2009 Zhenussova, K.: EU Project-specific CCS Networks.
- 04/2009 Skosyrev, T.: Energy Policy of BRIC Countries.
- 05/2009 Pazhand, H.: Clean(er) Coal Technologies and Technology Transfer.

Research Reports 2009

- 01/2009 Weber, K., Martinsen, D.: IKARUS-FLP3 - Beschreibung für die Implementierung mit Beispielen.
- 02/2009 Kuckshinrichs, W., Hansen, P., Kronenberg, T.: Gesamtwirtschaftliche CO₂-Vermeidungskosten der energetischen Gebäudesanierung und Kosten der Förderung für den Bundeshaushalt im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms.
- 03/2009 Hake, J.-F., Hansen, P., Heckler, R., Linßen, J., Markewitz, P., Martinsen, D., Weber, K.: Projektionsrechnungen bis 2050 für das Energiesystem von Deutschland im Rahmen des VDI-Projektes „Future Climate Engineering Solutions“.
- 04/2009 Marx, J.; Schreiber, A.; Zapp, P.; Hake, J.-Fr. : Synthesis report of environmental evaluation of CCS using Life Cycle Assessment (LCA).
- 05/2009 Schumann, D.; Pietzner, K.: Scrutinizing the impact of CCS communication on the general and local public. Results of the comparative study of CCS communication methods in Germany.
- 06/2009 Hansen, P.: Analyse des Umsetzungsstands der Gebäudemaßnahmen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms der Bundesregierung.
- 07/2009 Kuckshinrichs, W., Linssen, J., Markewitz, P., Zapp, P., Peters, M., Köhler, B., Müller, T.E., Leitner, W.: Weltweite Innovationen bei der Entwicklung von CCS-Technologien und Möglichkeiten der Nutzung und des Recyclings von CO₂.
- 08/2009 Vögele, S., Markewitz, P., Weimer-Jehle, W., Fuchs, G., Wassermann, S., Rennings, K., Hoffmann, T., Moslener, U., Voigt, S.: The Significance of Germany as a Site for Power Plant Construction Against the Background of an Increasing Internationalization of Innovation Processes.
- 09/2009 Hansen, P.: Haushaltssektor und Klimaschutz – Energie- und Emissionseinsparungen durch ein Strukturwandel-Szenario.

Systems Analysis and Technology Evaluation at the Research Centre Jülich

Many of the issues at the centre of public attention can only be dealt with by an interdisciplinary energy systems analysis. Technical, economic and ecological subsystems which interact with each other often have to be investigated simultaneously. The group Systems Analysis and Technology Evaluation (STE) takes up this challenge focusing on the long-term supply- and demand-side characteristics of energy systems. It follows, in particular, the idea of a holistic, interdisciplinary approach taking an inter-linkage of technical systems with economics, environment and society into account and thus looking at the security of supply, economic efficiency and environmental protection. This triple strategy is oriented here to societal / political guiding principles such as sustainable development. In these fields, STE analyses the consequences of technical developments and provides scientific aids to decision making for politics and industry. This work is based on the further methodological development of systems analysis tools and their application as well as cooperation between scientists from different institutions.

Head: Jürgen-Friedrich Hake

Forschungszentrum Jülich

Institut für Energieforschung (IEF)

Systems Analysis and Technology Evaluation (IEF-STE)

Wilhelm-Johnen-Straße

52428 Jülich

Tel.: +49-2461 61-6363

Fax: +49-2461 61-2540

Email : jfh@fz-juelich.de

Internet: www.fz-juelich.de/ief-ste