

CLIMATE CHANGE

04/2011

# Entwicklung von Methoden zur Evaluierung von Energieeinsparung

Ermittlung des Energieeffizienzfortschritts in Deutschland gemäß der EU-Richtlinie 2006/32/EG



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Förderkennzeichen 3707 41 106  
UBA-FB 001422

## **Entwicklung von Methoden zur Evaluierung von Energieeinsparung**

**Ermittlung des Energieeffizienzfortschritts in  
Deutschland gemäß der EU-Richtlinie 2006/32/EG**

von

**Dr. Ralf Schüle (Projektleitung)**

**Dr. Wolfgang Irrek**

**Sabine Nanning**

**Frederic Rudolph**

**Dr. Stefan Thomas**

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Wuppertal

**Barbara Schloemann**

**Dr. Wolfgang Eichhammer**

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung,  
Karlsruhe

unter Mitarbeit von

**Thomas Breuer**

**Miriam Müller**

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Wuppertal

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter  
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4076.html>  
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4359

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet I 2.5 Energieversorgung und -daten  
Reinhard Böhnke

Dessau-Roßlau, Februar 2011

## Berichtskennblatt

1. Berichtsnummer <b>UBA-FB 001422</b>	2.	3.
4. Titel des Berichts <b>Entwicklung von Methoden zur Evaluierung von Energieeinsparung</b>		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) <b>Dr. Schüle, Ralf (WI), Dr. Irrek, Wolfgang (WI), Nanning, Sabine (WI), Rudolph, Frederic (WI), Dr. Thomas, Stefan (WI), Schlomann, Barbara (ISI-FhG), Dr. Eichhammer, Wolfgang (ISI-FhG)</b>	8. Abschlussdatum <b>30.09.2009</b>	9. Veröffentlichungsdatum <b>Februar 2011</b>
		10. UFOPLAN-Nr. <b>FKZ 3707 41 106</b>
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) <b>Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Döppersberg 19, D – 42103 Wuppertal</b> <b>Fraunhofer – Institut für System- und Innovationsforschung (ISI-FhG), Breslauer Straße 48, D – 76139 Karlsruhe</b>	11. Seitenzahl <b>226</b>	12. Literaturangaben <b>55</b>
		13. Tabellen und Diagramme <b>31</b>
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) <b>Umweltbundesamt, Pf. 33 00 22, 14919 Berlin</b>	14. Abbildungen <b>33</b>	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Zusammenfassung <p>Vor dem Hintergrund der Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistung (2006/32/EC, ESD) hat die Bundesregierung im September 2007 einen nationalen Energieeffizienz Aktionsplan (NEEAP) vorgelegt. Für den bundesdeutschen Kontext besteht in diesem Zusammenhang nun die Herausforderung zur Entwicklung eines bundesweiten ESD-Evaluations- und Monitoringsystems, welches ein vom Akteur unabhängiges Verfahren zum Nachweis erzielter Einsparungen bereitstellt. Die Qualität des Verfahrens muss dabei durch entsprechende Regelungen und Maßnahmen gesichert werden.</p> <p>Der Bericht beschreibt in Anlehnung an das Projekt EMEEES (Evaluierung und Monitoring für die EU-Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistung), wie erzielte Endenergieeinsparungen aus der Umsetzung des deutschen NEEAPs nachgewiesen werden können. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von geeigneten Bottom-up Methoden, die sowohl die erzielten Gesamteinsparungen als auch zusätzliche Einsparungen berechnen können. Zudem wird eine Berechnung von so genannten Early Energy Savings ermöglicht.</p>		
17. Schlagwörter <b>Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistung (ESD), Energieeinsparung, Gesamteinsparung, Monitoring und Evaluierung von Energieeinsparungen, Bottom-up und Top-down Methoden</b>		
18. Preis	19.	20.

## Report Cover Sheet

1. Report No. <b>UBA-FB 001422</b>	2.	3.
4. Report Title <b>Development of Methods for Evaluation of Energy Savings</b>		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) <b>Dr. Schüle, Ralf (WI), Dr. Irrek, Wolfgang (WI), Nanning, Sabine (WI), Rudolph, Frederic (WI), Dr. Thomas, Stefan (WI), Schloemann, Barbara (ISI-FhG), Dr. Eichhammer, Wolfgang (ISI-FhG)</b>	11. Report Date <b>30.09.2009</b>	
	12. Publication Date <b>February 2011</b>	
	10. UFOPLAN-Ref.No. <b>FKZ 3707 41 106</b>	
7. Performing Organisation (Name, Address) <b>Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Döppersberg 19, D-42103 Wuppertal</b> <b>Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI-FhG), Breslauer Strasse 48, D-76139 Karlsruhe</b>	11. No. of Pages <b>226</b>	
	12. No. of Reference <b>55</b>	
	13. No. of Tables, Diagrams <b>31</b>	
8. Funding Agency (Name, Address) <b>Federal Environmental Agency</b> <b>Postfach 33 00 22, 14919 Berlin</b>	14. No. of Figures <b>33</b>	
15. Supplementary Notes		
16. Abstract <p style="margin-left: 20px;"><b>Against the background of the directive on energy end-use efficiency and energy services (2006/32/EC, ESD) the Federal Government of Germany presented a national energy efficiency action plan (NEEAP) in September 2007. From the German Federal perspective there is a need for the development of a nationwide ESD monitoring system, providing an coherent procedure to verify the energy savings achieved. For this purpose, the quality of the procedure must be ensured by suitable regulations and measures. Based on the project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-Use Efficiency and Energy Services), the report develops methods especially for bottom up methods to prove which energy savings can be achieved under the implementation of the German NEEAP. The main focus of the report is the development of suitable bottom-up methods by which can calculate the total savings as well as additional savings can be calculated. Furthermore, the equations provided in this report also allows the calculation of so called early energy savings achieved prior to 2008.</b></p>		
17. Keywords <b>directive on energy end-use efficiency and energy services, evaluation and monitoring of energy savings, bottom-up and top-down methodologies</b>		
18. Price	19.	20.

## Gliederung

### Teilband A: Grundlagen und Methodik

1. Einleitung: Entwicklung eines nationalen Systems zum Monitoring und zur Evaluation von Energieeinsparungen.....	12
2. Übergreifende Empfehlungen zur Verwendung von Bottom-up und Top-down Methoden in nationalen Monitorings-systemen – Erfahrungen aus dem EMEEES-Projekt.....	14
3. Monitoring und Evaluation im Kontext der ESD .....	18
3.1 Gegenstand der Evaluierung im Kontext der ESD .....	18
3.2 Bottom-up und Top-down Methodik.....	19
3.3 Interpretationsspielräume .....	28
4. Prinzipielle Vorgehensweise bei Bottom-up Evaluationen bei der Berechnung von Energieeinsparungen im Kontext der ESD.....	32
4.1 Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung .....	32
4.2 Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung.....	35
4.3 Drei Ebenen der Datenqualität .....	35
4.4 Baselines und Korrekturfaktoren .....	36
4.5 Grundstruktur der Bottom-up Evaluierung von Maßnahmen im deutschen NEEAP .....	43
4.6 Exkurs: Ex-ante-Analyse des deutschen NEEAP mit dem MURE-Simulationstool .....	44
5. Prinzipielle Vorgehensweise bei Top-down Evaluationen bei der Berechnung von ESD-Endenergieeinsparungen .....	50
5.1 Bereinigung „scheinbarer“ Gesamteinsparungen .....	50
5.2 EMEEES Top-Down Anwendungen.....	53

### Teilband B: Maßnahmen in Sektoren

6. Maßnahmen im Sektor Industrie .....	58
6.1 Gesetzliche Instrumente und freiwillige Selbstverpflichtungen.....	58
6.2 Sonstige Maßnahmen .....	69

<b>7. Maßnahmen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und öffentlicher Sektor .....</b>	<b>72</b>
<b>7.1 Gesetzliche Instrumente und freiwillige Selbstverpflichtungen.....</b>	<b>72</b>
<b>7.2 Finanzielle Förderinstrumente und Anreize .....</b>	<b>79</b>
<b>8. Maßnahmen im Sektor Private Haushalte.....</b>	<b>94</b>
<b>8.1 Endenergieverbrauch in der Wärmenutzung .....</b>	<b>94</b>
<b>8.2 Endenergieverbrauch in der Stromnutzung .....</b>	<b>130</b>
<b>9. Maßnahmen im Verkehrssektor.....</b>	<b>133</b>
<b>9.1 Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung .....</b>	<b>134</b>
<b>9.2 Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung .....</b>	<b>137</b>
<b>9.3 Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz .....</b>	<b>145</b>
<b>10. Sektorübergreifende Maßnahmen .....</b>	<b>155</b>
<b>10.1 Informations- und Beratungsinstrumente.....</b>	<b>155</b>
<b>10.2 Finanzielle Förderinstrumente und Anreize .....</b>	<b>160</b>

## Teilband C: Anhänge

<b>11. Verzeichnis der verwendeten Literatur.....</b>	<b>166</b>
<b>12. Lebensdauern von Maßnahmen .....</b>	<b>171</b>
<b>13. Richt- und Standardwerte .....</b>	<b>173</b>
<b>13.1 Richtwerte nach Technologien .....</b>	<b>173</b>
<b>13.2 Richtwerte für Gebäude.....</b>	<b>186</b>
<b>13.3 Richtwerte für die Höhe von Mitnahmeeffekten .....</b>	<b>195</b>
<b>13.4 Richtwerte für die Höhe von Reboundeffekten .....</b>	<b>196</b>
<b>14. Analyse von Top-down Fallstudien.....</b>	<b>197</b>
<b>14.1 Ergebnisse der für Deutschland entwickelten Top-down Fallstudien .....</b>	<b>199</b>
<b>15. EMEEES-Anwendungen .....</b>	<b>225</b>
<b>15.1 Übersicht über die EMEEES - Bottom-up Evaluationsmethoden .....</b>	<b>225</b>
<b>15.2 Übersicht über die EMEEES – Top-Down Evaluationsmethoden.....</b>	<b>226</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur eines gemischten Top-down/Bottom-up Modells	23
Abbildung 2: Beispiele für Wachstumseffekte	26
Abbildung 3: Auswirkungen der Anerkennung des autonomen technischen Wandel und von <i>early energy savings</i> auf die berechnete Einsparung	31
Abbildung 4: Kumulation jährlicher Energieeinsparungen	34
Abbildung 5: Einsatz des MURE-Simulationsmodells zur Verknüpfung von Top-down und Bottom-up Evaluierung	45
Abbildung 6: Endenergieverbrauch pro m <sup>2</sup> für Wärmebereitstellung (koe) im Bereich Private Haushalte für drei ausgewählte EU Mitgliedsstaaten	50
Abbildung 7: Hypotetisches Beispiel für die Berechnung von Änderungen in einem Indikator vs. Referenzverlauf, der durch Regressionsanalysen festgelegt wurde (Indikator für Verkehrsanteile im Güterverkehr)	52
Abbildung 8: Datenblatt für Maßnahmen zur Steigerung der Endenergieeffizienz von Geräten und Anlagen in der Industrie	63
Abbildung 9: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung Selbstverpflichtung Industrie	64
Abbildung 10: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung Selbstverpflichtung Industrie	66
Abbildung 11: Berechnung der gesamten Einsparung bei Contracting für Querschnittstechnologien Industrie	70
Abbildung 12: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung bei Contracting für Querschnittstechnologien	71
Abbildung 13: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung von Sanierungen im Nichtwohngebäudebereich	74
Abbildung 14: Berechnung der den Politikinstrumenten zurechenbaren Einsparungen bei energetischen Sanierungen im Nichtwohngebäudebestand	78
Abbildung 15: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Gebäude Bundesministerien	83
Abbildung 16: Berechnung der den Politikinstrumenten zurechenbaren Einsparungen bei energetischen Sanierungen im Nichtwohngebäudebestand	87

Abbildung 17: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Modernisierung Straßenbeleuchtung	90
Abbildung 18: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Geräten	91
Abbildung 19: Priorisierung der Maßnahmen im deutschen NEEAP (Wärme)	103
Abbildung 20: Vorgehensweise zur Berechnung der gesamten Einsparung im Gebäudebestand	104
Abbildung 21: Vorgehensweise zur Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Gebäudebestand	106
Abbildung 22: Endenergiebedarfe nach Modernisierungen gemäß WSVO 1995 sowie EnEV 2002/2007/2009 (EFH)	109
Abbildung 23: Vorgehensweise zur Berechnung der gesamten Einsparung im Neubaubereich	110
Abbildung 24: Vorgehensweise zur Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Neubaubereich	110
Abbildung 25: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm	124
Abbildung 26: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm	125
Abbildung 27: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Geräten für die jeweilige Geräteart	157
Abbildung 28: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Geräten	158
Abbildung 29: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm	161
Abbildung 30: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm	162
Abbildung 31: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung Ökosteuer	164
Abbildung 32: Typische Endenergiebedarfe nach Gebäudeklasse zur Erreichung von Gebäudestandards (WSVO; EnEV 2007 und 2009) für EFH (incl. 10% non-compliance)	186
Abbildung 33: Typische Endenergiebedarfe nach Gebäudeklasse zur Erreichung von Gebäudestandards (WSVO; EnEV 2007 und 2009) für KMH (incl. 10% non-compliance)	187
Abbildung 34: Typische Endenergiebedarfe nach Gebäudeklasse zur Erreichung von Gebäudestandards (WSVO; EnEV 2007 und 2009) für GMH (incl. 10% non-compliance)	188

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Elemente von Bottom-up Evaluationen für die Berechnung gesamter und zusätzlicher Einsparungen	16
Tabelle 2: Elemente von Top-down Evaluationen für die Berechnung gesamter und zusätzlicher Einsparungen	17
Tabelle 3: Drei Ebenen der Datenqualität	36
Tabelle 4: Ex-ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Private Haushalte	46
Tabelle 5: Ex-ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Verwendung von Referenzwerten	47
Tabelle 6: Ex ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Industrie und GHD-Sektor	48
Tabelle 7: Ex ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Verkehrssektor	49
Tabelle 8: Anwendbare reine Top-down Methoden, wenn Daten vorhanden und Korrekturen möglich	55
Tabelle 9: Klimaschutzerklärungen der deutschen Wirtschaft (Minderungszusagen gegenüber 1990)	60
Tabelle 10: Reduktionspotenziale und Reduktionsangebote	65
Tabelle 11: Wärmedurchgangswerte nach EnEV 2007/2009 für den Gebäudebestand	100
Tabelle 12: Wärmedurchgangswerte für einzelne Bauteile gemäß WSVO 1995, EnEV 2007 und EnEV 2009 (nur Maßnahmen an der Gebäudehülle)	108
Tabelle 13: Datenbestände und Evaluationen im Gebäudebereich	111
Tabelle 14: Förderprogramme zur Unterstützung energetischer Modernisierungen und energieeffizienter Neubauten	120
Tabelle 15: Maßnahmen im bundesdeutschen NEEAP: Beratungsprogramme	127
Tabelle 16: Maßnahmen im bundesdeutschen NEEAP: Verkehrssektor	133
Tabelle 17: „Lebensdauern“ von Endenergieeinsparmaßnahmen	172
Tabelle 18: Schweizer Grenz- und Zielwerte nach SIA 380/4 – Beleuchtungsstromverbrauch	174
Tabelle 19: Standard-Stromeinsparungen bei Lüftungs- und Klimaanlagen	178
Tabelle 20: Schweizer Grenz- und Zielwerte nach SIA 380/4 – Stromverbrauch Luftförderung	178
Tabelle 21: Wirkungsgrade von Motoren in Abhängigkeit von der Leistung	180

Tabelle 22: Standardwerte für Lastfaktoren und Betriebszeiten elektrischer Antriebe	181
Tabelle 23: Europäische Referenzwerte für Computer und Monitore in Büros	183
Tabelle 24: Reduktionspotenziale je Mobilitätsdienstleistung	185
Tabelle 25: Ausgewählte Heizenergieverbrauchskennwerte nach Gebäudearten (in kWh/m <sup>2</sup> BGF/a)	189
Tabelle 26: Ausgewählte Stromverbrauchskennwerte nach Gebäudearten (in kWh/m <sup>2</sup> BGF/a)	189
Tabelle 27: Ausgewählte Heizenergieverbrauchskennwerte nach Gebäudearten (in kWh/m <sup>2</sup> BGF/a)	191
Tabelle 28: Ausgewählte Stromverbrauchskennwerte nach Gebäudearten (in kWh/m <sup>2</sup> BGF/a)	193
Tabelle 29: Ansetzbare Maßnahmen- und sektorspezifische Mitnahmeeffekte - Beleuchtung	195
Tabelle 30: Maßnahmen- und sektorspezifische Reboundeffekte	196
Tabelle 31: Ausgewählte Technologien und Effizienzmaßnahmen für Top-down Methoden	197

**Teilband A:**  
**Grundlagen und Methodik**

## 1. Einleitung: Entwicklung eines nationalen Systems zum Monitoring und zur Evaluation von Energieeinsparungen

Die nationale Umsetzung der EU-Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (2006/32/EG, ESD) verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten, Ziele zur Endenergieeinsparung bis zum Jahre 2016 zu formulieren. Als unverbindlicher Richtwert werden in der ESD mindestens 9 Prozent Einsparungen beim jährlichen Endenergieverbrauch für den Zeitraum 2008 bis 2016 vorgesehen.

Der bundesdeutsche Energieeffizienz Aktionsplan (NEEAP) wurde im September 2007 an die EU gesandt und anschließend notifiziert und publiziert. Er enthält insgesamt 65 nach Sektoren strukturierte Maßnahmen, die bereits implementiert sind und 32 Maßnahmen, deren Umsetzung für den Erfüllungszeitraum der ESD geplant ist. Die für die Umsetzung und Weiterentwicklung des Plans verantwortliche Institution ist das Bundesministerium für Wirtschaft und Technik (BMWi). 2008 wurde eine Energieeffizienzstelle beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eingerichtet.

Der Plan enthält ein Einsparziel an Endenergie von 9% auf der Basis des Mittelwerts des jährlichen Endenergieverbrauchs in der Periode zwischen 2001-2005 (BMWi 2007, 19). Abhängig vom verwendeten Konversionsfaktor liegt das Einsparziel bei 1080 PJ (Faktor 2,5) für das Jahr 2016 (833 PJ bei Faktor 1,0). Das Zwischenziel beläuft sich anteilig abgeleitet aus dem 9%-Gesamtziel auf 659 PJ (Faktor 2,5) für 2010 (510 PJ bei Faktor 1).

Für den bundesdeutschen Kontext besteht in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit zur Entwicklung eines bundesweiten ESD-Monitoringsystems. Aus Kostengründen wird allerdings eine Arbeitsteilung unterschiedlicher Akteure zu erwarten sein. Die Bundesstelle für Energieeffizienz beim BAFA wird dazu neben der Deutschen Energie Agentur, mit der sie bereits ein freiwilliges Meldesystem eingerichtet hat, sicherlich auch weitere Akteure wie etwa Bundesministerien, Landeseinrichtungen, Energieunternehmen und -dienstleister in die Führung der Einsparnachweise einbinden. Für die Effektivität von Monitoring und Evaluation ist es nicht entscheidend, *welcher* Akteur den Nachweis der Einsparungen vornimmt, solange die Qualität des Verfahrens durch entsprechende Regelungen und Maßnahmen der Qualitätssicherung gesichert wird.

Das Projekt “EMEEES - Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-Use Efficiency and Energy Services” (Evaluierung und Monitoring für die EU-Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen) unterstützt die Europäische Kommission darin, harmonisierte Methoden für das Monitoring und die Evaluierung von Endenergieeinsparungen zu entwickeln. Auf Basis des Projekts EMEEES diskutiert der vorliegende Bericht, wie der Nachweis von

Endenergieeinsparungen aus der Umsetzung des deutschen Nationalen Energieeffizienzplans geführt werden könnte. Parallel wurde vom Bundeswirtschaftsministerium ein Gutachten an das Fraunhofer Institut ISI und die Prognos AG zur Erstellung eines Monitoring-Systems im Kontext der ESD vergeben. Im Unterschied zu diesem liegt der Schwerpunkt dieses Gutachtens auf die Entwicklung von Bottom-up Methoden und die Bereitstellung von Formeln und Basisdaten zur Berechnung zusätzlich erzielter Einspareffekte.

Die Erarbeitung der hier vorgeschlagenen Berechnungsmethoden wurde unter der Förderkennzahl 3707 41 106 durch das Umweltbundesamt finanziell unterstützt. Im Rahmen des Projektes wurden folgende eigenständige, zum EMEEES-Vorhaben komplementäre Arbeitspakte erarbeitet:

Arbeitspaket	Inhalt
<b>Arbeitspaket 1:</b>	<b>Definition von Benchmarks und Ausgangswerten für entwickelte Evaluierungsmethoden zur Anwendung in Deutschland</b>
<b>Arbeitspaket 2:</b>	<b>Integration von Bottom-up und Top-down Methoden</b>
<b>Arbeitspaket 3:</b>	<b>Ex-ante-Analyse des bundesdeutschen NEEAPs</b>
<b>Arbeitspaket 4:</b>	<b>Workshop und Öffentlichkeitsarbeit</b>
<b>Arbeitspaket 5:</b>	<b>Anpassungen für die Implementierung in Deutschland bei z.B. Gesetzgebung/Normung</b>

Die Struktur des Projekts spiegelt sich in folgenden Berichtsteilen wieder:

<b>Teilband A:</b>	<b>Einleitung und konzeptioneller Rahmen, ex-ante Evaluation des NEEAP mit dem MURE-Simulationstool</b> (enthält u.a. AP 2, AP 3)
<b>Teilband B:</b>	<b>Methoden zur Bottom-up Evaluation von Maßnahmen im deutschen NEEAP</b> (enthält u.a. AP 1 und 3)
<b>Teilband C:</b>	<b>Referenzen und Anhang</b> (enthält AP 1), sowie Top-down Berechnungen für maßnahmend es bundesdeutschen NEEAPs

Die Arbeitspakte 4 und 5 sind in diesem Bericht nicht dokumentiert. Workshops mit nationalen Interessensvertretern wurden am 06.12.2007 (Bonn), 25.09.2008 (Hannover) und 19.03.2009 (Berlin) jeweils unter Beteiligung des Umweltbundesamtes und des BMU durchgeführt.

## 2. Übergreifende Empfehlungen zur Verwendung von Bottom-up und Top-down Methoden in nationalen Monitoringsystemen – Erfahrungen aus dem EMEEES-Projekt

Im EU-Projekt EMEEES wurden die Bottom-up und Top-down Ansätze detailliert auf ihre Anwendbarkeit untersucht. 20 Anwendungsstudien der sechs grundlegenden Bottom-up Methoden (vgl. Anhang, Kapitel 5.1) und 14 Anwendungsstudien für 13 Top-Down Indikatoren (vgl. Anhang, Kapitel 5.2) sowie Energiebesteuerung wurden erstellt.<sup>1</sup> Im Ergebnis kommt das Projekt zu den unten dargestellten Empfehlungen. Sie berücksichtigen auch das Erfordernis, sowohl Gesamteinsparungen als auch zusätzliche Einsparungen berechnen zu können sowie auch die Berechnung von *early energy savings* zu ermöglichen. Insgesamt können mit diesem Instrumentarium die meisten unterstützenden Maßnahmen und viele Arten von Energiesparhandlungen analysiert und evaluiert werden. Das Projekt EMEEES schätzt, dass über 90 % des Energieverbrauchs und der Energieeinsparungen durch Bottom-up Methoden abgedeckt werden können.

Dabei ergeben sich spezifische Anwendungsbereiche für Top-down und Bottom-up Evaluierungen:

- Für Top-down Berechnungsmethoden ist die Messung von Einsparungen sowohl bei Elektrogeräten und Fahrzeugen sehr gut möglich, da für diese gut definierte statistische Indikatoren des durchschnittlichen jährlichen Energieverbrauchs pro Gerät- oder Fahrzeugeinheit vorliegen. Auch die Top-down Evaluation von solarthermischen Anlagen ist vor dem Hintergrund der verfügbaren Datenbasis möglich, da auch hier mit dem entsprechenden Indikator Effekte eines gesamten Maßnahmenpaketes inklusive Multiplikatoreffekte abgebildet werden können. Insbesondere bei der Abbildung von Multiplikator- und Mitnahmeeffekten stoßen Bottom-up Berechnungen für Geräte und Fahrzeuge an methodische Grenzen. Dennoch können auch in diesem Bereich Bottom-up Methoden angewendet werden, wie die Erfahrungen vieler Länder zeigen.
- Für Top-down Berechnungen für Geräte und Fahrzeuge zeigt sich, dass es möglich ist, einen Referenzverlauf für diese speziellen Energieverbrauchsindikatoren zu definieren. Dies ermöglicht die Berechnung *zusätzlich erzielter Einsparungen*.
- Top-down Methoden können auch zur Berechnung von erzielten Effekten aus Energiesteuern genutzt werden. Diese können dann z.B. zu den Effekten der Bottom-up Berechnungen in einem Sektor hinzugefügt werden. Dies ist allerdings nur möglich, wenn diese Bottom-up Berechnungen Mitnahmeeffekte ausschließen.

---

<sup>1</sup> Siehe auch: [www.evaluate-energy-savings.eu](http://www.evaluate-energy-savings.eu)

- Bottom-up Berechnungsmethoden können hingegen für alle anderen Endnutzerbereiche, Endverbräuche und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zur Anwendung kommen. Dies ist insbesondere der Fall bei der Evaluation von Maßnahmen bei Gebäuden, im Industrie- und Tertiärsektor sowie im Verkehrssektor bei *modal shifts* bzw. angebotenen Kursen zum energiesparenden Fahren im Verkehrssektor.

Für diese Endverbräuche können Struktureffekte oftmals nicht aus Top-down Indikatoren bereinigt werden oder es bedarf kostspieliger Bottom-up Modellierungen um notwendige Korrekturen durchzuführen. Bei Indikatoren hingegen, die die Verbreitung von energieeffizienten Transportarten oder Kraft-Wärme Kopplung in der Industrie messen, ist die Situation vom jeweiligen Land abhängig. Für die Mehrzahl dieser sektoralen bzw. sog. Diffusionsindikatoren könnten einige Mitgliedsstaaten „scheinbare Gesamteinsparungen“ vorfinden, wenn ein Vergleich eines aktuellen Indikatorenwertes mit dessen Wert im Basisjahr vorgenommen wird, andere Staaten dagegen nicht. Der Grund hierfür ist, dass diese zweite Gruppe von Staaten entweder keine Einsparungen haben oder diese Einsparungen sind durch Strukturveränderungen überlagert, so dass aufgrund fehlender Daten keine Korrektur durchgeführt werden kann. Die Nutzung von „scheinbaren Gesamteinsparungen“ als Stellvertreter für alle Energieeinsparungen der Top-down Indikatoren führt daher zu inkonsistenten und beliebigen Energieeinsparmaßnahmen zwischen den Mitgliedstaaten. Dies würde den Nutzen von Top-down Methoden in solchen Fällen stark einschränken.

**Bottom-up Berechnungen** benötigen zwar ein spezielles Monitoring, können jedoch auch Informationen über die Effektivität und Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen, über mögliche Verbesserungen und über zusätzliche Einsparungen gegenüber Trendprognosen bereitstellen. Berechnungen von Multiplikator- und Mitnahmeeffekten mit Bottom-up Methoden können allerdings kostenintensiv sein, vor allem für Geräte und Fahrzeuge, für die die Ermittlung derartiger Effekte besonders wichtig ist. Außerdem arbeiten die beiden Effekte in die gegensätzliche Richtung und heben sich folglich partiell gegenseitig auf. Die Berechnung sowohl von Multiplikator- als auch von Mitnahmeeffekten könnte deswegen auf Maßnahmen beschränkt werden, die entweder wenigstens 40 Millionen kWh an jährlichen Stromeinsparungen oder 100 Millionen kWh an jährlichen Energieeinsparungen anderer Brennstoffe, oder in kleineren Mitgliederstaaten wenigstens 5% der ESD Energieeinsparziele eines Mitgliedstaates erbringen, wenn dies weniger als 40 oder 100 Millionen kWh entspricht. Für unterstützende Maßnahmen mit einer derart großen bzw. größeren Einsparung sind die Evaluierungskosten für diese Effekte relativ zu den Energiekosteneinsparungen sehr gering (ca. 1%).

**Top-down Berechnungen** gehen von der Nutzung existierender statistischer Daten aus. Dies ist speziell in Ländern der Fall, in denen viele, sich zudem überlagernde Energieeffizienzverbesserungsmaßnahmen bereits eingeführt sind. Dennoch ist es

oftmals schwierig, einen Referenzverlauf zu definieren oder der Indikator zeigt ohne kostenintensive Korrekturen gar keine Energieeinsparungen an.

Daher wird letztlich die Qualität der verfügbaren Daten innerhalb eines Landes bestimmen, welche Bottom-up oder Top-down Methoden am besten geeignet sind, um die Energieeinsparungen für die ESD eines Sektors, eines Energieendverbrauches, einer Einsparhandlung oder einer unterstützenden Maßnahme zu evaluieren.

### Wie kann eine Konsistenz zwischen Top-down und Bottom-up Berechnungen sichergestellt werden?

Ein nationales ESD Monitoringsystem kann sowohl Bottom-up, als auch Top-down Methoden für das Monitoring und die Evaluation in einem Mitgliedstaat enthalten. Damit dies zu einem harmonisierten System wird, müssen die Ergebnisse der Bottom-up bzw. der Top-down Berechnung zueinander konsistent ermittelt und untereinander vergleichbar sein.

In den folgenden Tabellen werden die Elemente präsentiert, die eine Konsistenz beider übergreifenden Berechnungszugänge gewährleisten.

Tabelle 1: Elemente von Bottom-up Evaluationen für die Berechnung gesamter und zusätzlicher Einsparungen

Element	All energy savings	Additional savings
Baseline case 1: replace existing equipment	Before action situation or stock average	<b>Without measure situation or inefficient market average</b>
Baseline case 2: add-on energy efficiency action	Before action situation or stock average	Before action situation or stock average
Baseline case 3: new building or equipment	A reference situation	A reference situation
Avoid double counting	yes	yes
Multiplier effects	yes	yes
Free-rider effects	no	<b>yes</b>

Quelle: Thomas et al. 2009

Tabelle 2: Elemente von Top-down Evaluationen für die Berechnung gesamter und zusätzlicher Einsparungen

Type of indicator	All energy savings	Additional savings
Specific energy consumption, solar water heaters	For new appliances and vehicles, and vehicle stock: Reference trend = Zero change („apparent total“ savings close to all savings)	Reference trend = EU default value based on 3 countries with „slowest“ trend. Plus EU default value for price elasticity (rising price)
Unit energy consumption of sectors, other diffusion	No reference trend from statistics possible. Zero change not valid („apparent total“ savings not the same as all savings). Calculate reference trend by bottom-up modelling with frozen efficiency??	No EU level reference trend possible. Use country-specific reference trend if possible. If not: Calculate reference trend by bottom-up modelling ?? Plus EU default value for price elasticity (rising price).

Quelle: Thomas et al. 2009

Bei jedem Nachweis von Energieeinsparungen stellt sich die Frage nach dem Genauigkeitsgrad der Abschätzung. Ein gewisses Maß an Unsicherheit über die tatsächliche Höhe der erzielten Energieeinsparungen verbleibt immer, da aggregierte Energieeinsparungen nie direkt messbar sind. Vielmehr ermitteln sie sich immer nur als Differenz zwischen einem gemessenen oder berechneten Verbrauch nach Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen und einer zu definierenden „Baseline“ eines fiktiven Verbrauchs, der sich ohne die Energieeinsparmaßnahmen ergeben hätte. Annex IV, 3., der ESD schlägt vor, zu jeder quantitativen Abschätzung von Endenergieeinsparungen auch den jeweiligen Genauigkeitsgrad anzugeben, beispielsweise in Form von 90%-Konfidenzintervallen. Allerdings sollte dabei auch der Aufwand zur Erhöhung des Genauigkeitsgrades in einem angemessenen Verhältnis zur absoluten Summe der durch die jeweiligen Maßnahmen erzielten Energieeinsparungen stehen.

### 3. Monitoring und Evaluation im Kontext der ESD

#### 3.1 Gegenstand der Evaluierung im Kontext der ESD

Die Zielsetzung einer Evaluierung im Kontext der ESD besteht darin, nachzuweisen, welche Endenergieeinsparungen gemäß der Richtlinie durch sog. „energy efficiency improvement (EEI) measures“ erreicht werden. Aus den Definitionen der ESD ist jedoch nicht zweifelsfrei ersichtlich, was eine "energy efficiency improvement (EEI) measure" ist. In der ESD werden darunter alle Maßnahmen gefasst, „die in der Regel zu überprüfbarer und mess- oder schätzbarer Energieeffizienzverbesserungen führen“ (Artikel 3, Definition h). Dieses Spektrum ist sehr breit: Es umfasst technische, organisatorische sowie verhaltensbezogene Maßnahmen (Anhang III) bzw. Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (Anhang I d), die dazu beitragen, den nationalen Einsparrichtwert zu erreichen. Auf der einen Seite wird unter einer solchen „Maßnahme“ also eine Handlung verstanden, die direkt zu Energieeffizienzverbesserungen führt, beispielsweise eine Verbesserung bei Geräten und Anlagen, beim Energiemanagement oder beim Lüften einer Wohnung. Auf der anderen Seite zählen hierunter Dienstleistungen und Politikinstrumente, mit deren Hilfe solche direkten Energieeffizienzverbesserungen ermöglicht bzw. angereizt oder induziert werden.

Zur terminologischen Klärung für Evakuierungen im Kontext der ESD wird daher folgende Unterscheidung vorgeschlagen:

- Eine „end-use energy efficiency improvement action“ oder end-use (EEI) action (dt: **Energiesparhandlung**) ist eine technische, organisatorische oder verhaltensbezogene Maßnahme, die bei EnergieendnutzerInnen (oder Gebäuden, Geräten, Fahrzeugen etc.) deren Energieeffizienz erhöht und somit zu einer Energieeinsparung beiträgt. Diese Einsparhandlung kann ein Ergebnis einer unterstützenden Maßnahme sein.
- Eine „energy efficiency improvement facilitating measure“ oder (EEI) facilitating measure (dt: **unterstützende Maßnahme**) ist eine Aktivität eines Akteurs, die darauf zielt, EndnutzerInnen zu unterstützenden Handlungen zu bewegen. Beispiele hierfür sind Energieeffizienzprogramme, Energiedienstleistungen oder andere auf Energieeffizienz zielende Instrumente.

Eine unterstützende Maßnahme A zielt in der Regel darauf ab, eine oder viele Arten von Energiesparhandlungen B auszulösen. Energiesparhandlungen können durch unterstützende Maßnahmen ausgelöst werden, dies ist aber gemäß Richtlinie nicht eindeutig erforderlich (vgl. Kapitel 3.3.1).

## 3.2 Bottom-up und Top-down Methodik

Im Allgemeinen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Kategorisierung von Methoden zur Messung und Verifizierung von Energieeinsparungen. Entsprechend der in der Europäischen Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (Energy Service Directive – ESD) vorgenommenen Einteilung wird im Folgenden zwischen Bottom-up und Top-down Methoden unterschieden. Beide Vorgehensweisen können auch in einem integrierten Paket von Bottom-up und Top-down Methoden gemeinsam angewendet werden.

Die ESD verlangt, dass das nationale Grundmodell zur Bewertung von Effizienzmaßnahmen einen Anteil an Bottom-up Evaluierungen enthält, der Endenergieeinsparungen in 20-30% desjenigen jährlichen Endenergieverbrauchs erfasst, der durch die ESD betroffen ist (d.h. Endenergie abzüglich Emissionshandel abzüglich Teile des Militärs). Dies bedeutet, dass, dass für diesen Teil der Einsparungen detaillierte Bottom-up Untersuchungen durchzuführen sind. Bis zum 1.1.2012 ist ein "signifikant" höherer Anteil zu erreichen.

### 3.2.1 Bottom-up Berechnungsmethoden

Die ESD definiert eine Bottom-up Methode zur Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen wie unten in Box 1 zusammengefasst.

***Box 1: Definition einer Bottom-up Berechnungsmethode nach der ESD***

Unter einer Bottom-up Berechnungsmethode ist zu verstehen, dass die Energieeinsparungen, die mit einer bestimmten Energieeffizienzmaßnahme erzielt werden, in Kilowattstunden (kWh), in Joules (J) oder in Kilogramm Öläquivalent (kg OE) zu messen sind und mit Energieeinsparungen aus anderen spezifischen Energieeffizienzmaßnahmen zusammengerechnet werden. Die in Artikel 4 Absatz 4 genannten Behörden oder Stellen gewährleisten, dass eine doppelte Zählung von Energieeinsparungen, die sich aus einer Kombination von Energieeffizienzmaßnahmen (einschließlich Energieeffizienzmechanismen) ergeben, vermieden wird. Für die Bottom-up Berechnungsmethode können die in den Nummern 2.1 und 2.2 genannten Daten und Methoden verwendet werden.

Dabei können sechs verschiedene Typen von Bottom-up Berechnungsmethoden unterschieden werden:

- Direkte Verbrauchsmessung vorher/nachher (mit/ohne Normalisierung z.B. mit Hilfe von Gradtagszahlen, Benutzungsstunden, Belegungsdaten von Gebäuden),
- Analyse von Energierechnungen oder Verkaufsdaten (Stichprobe oder alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer, mit/ohne Normalisierung, mit/ohne Analyse von Korrekturfaktoren; z.B. auch Vergleich mit einer Kontrollgruppe oder durch Discrete-Choice-Modellierung),
- Vertiefte ingenieurtechnische Analyse für einzelne Einheiten (kalibrierte Simulation),
- Abschätzung ex ante, z.B. basierend auf Verkaufsdaten oder Stichproben vor Einführung der Politiken und Maßnahmen,
- Kombination aus einer Abschätzung ex ante für manche Parameter und einer ex post Schätzung für andere (z.B. aufbauend auf Verkaufsdaten, Auswertung von Erhebungen/Stichproben/Umfragen oder Beobachtung der von Teilnehmenden gekauften Geräte und Anlagen) und
- Bestandsmodellierung (aufbauend auf Bestandsdaten, Marktstatistiken und Erhebungen über durchgeführte Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bei Endverbraucherinnen und -verbrauchern und deren Ursachen). Letztere können als Top-down Evaluationen angesehen werden, wenn sie einen gesamten Sektor oder Verbrauchsbereich analysieren, aber unbekannt ist, wodurch Einsparhandlungen ausgelöst wurden.

### 3.2.2 Top-down Berechnungsmethoden

Top-down bedeutet hingegen, von globalen Daten auszugehen (z.B. nationalen Statistiken zu Energieverbräuchen oder Geräteverkaufszahlen) und dann, so weit notwendig und möglich, die Daten zu disaggregieren (z.B. Energieeffizienz-Indikatoren zu bilden) und mit der berechneten Wirkung von Politikmaßnahmen zu verknüpfen.

Die ESD definiert eine **Top-down Methode** zur Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen wie unten in Box 2 zusammengefasst. Es handelt sich um einen statistischen Ansatz, der soweit als möglich auf eine amtliche Statistik Bezug nimmt, diese aber ergänzt durch zusätzliche Statistiken (wie Verbandsstatistiken) und im begrenzten Maß durch Ergebnisse aus einzeltechnischen Untersuchungen bzw. Ingenieursschätzungen. Dieser Ansatz ist bereits europaweit im Odyssee-Projekt ([www.odyssee-indicators.org](http://www.odyssee-indicators.org)) einheitlich ausgearbeitet und steht daher bereits als harmonisierte Top-down Methode zur Verfügung. Die größte Anstrengung besteht bei diesem Ansatz allerdings darin, autonome technische Entwicklungen sowie direkte bzw.

indirekte ökonomische Reboundeffekte angemessen zu identifizieren und zu quantifizieren.

***Box 2: Definition einer Top-down Berechnungsmethode nach der ESD***

Unter einer Top-down Berechnungsmethode ist zu verstehen, dass die nationalen oder stärker aggregierten sektoralen Einsparungen als Ausgangspunkt für die Berechnung des Umfangs der Energieeinsparungen verwendet werden. Anschließend werden die jährlichen Daten um Fremdfaktoren wie Gradtag, strukturelle Veränderungen, Produktmix usw. bereinigt, um einen Wert abzuleiten, der ein getreues Bild der Gesamtverbesserung der Energieeffizienz (...) vermittelt. Diese Methode liefert keine genauen Detailmessungen und zeigt auch nicht die Kausalzusammenhänge zwischen den Maßnahmen und den daraus resultierenden Energieeinsparungen auf. Sie ist jedoch in der Regel einfacher.

Dabei kann zwischen vier Typen von Top-down Berechnungsmethoden unterschieden werden:

- Zwei Arten von Top-down Methoden zur Evaluation einer bestimmten Art von Energieeffizienzverbesserungsmaßnahme bei EndverbraucherInnen (1. Monitoring der Marktdurchdringungsindikatoren von spezieller Anwendungstechnik; 2. Spezifische Energieverbrauchsindikatoren für Geräte, Anlagen oder Fahrzeuge auf Basis einer Analyse der Verkaufsdaten). Diese beiden Arten von Methoden können auch als Bottom-up Evaluationen angesehen werden, und zwar dann, wenn die Energieeinsparungen ausschließlich durch unterstützende Maßnahmen bedingt sind.
- Top-down Methoden zur Evaluation von Maßnahmenpaketen anhand von spezifischen Energieverbrauchsindikatoren für ganze Sektoren / Endverbrauchsbereichen.
- Top-down Methoden zur Auswertung der Wirkungen der Energiebesteuerung oder anderer Instrumente, die die Preisrelationen im Markt durch Mengen- oder Preissteuerung beeinflussen (ökonomische / ökonometrische Modelle).

### 3.2.3 Integrierte Top-down und Bottom-up Ansätze in der ESD

Bottom-up Ansätze der Maßnahmenevaluierung sind vor allem aus der Logik der Evaluierung von Politikprogrammen entstanden. Über die durch diese Maßnahmen ausgelösten Energiesparhandlungen (z.B. Modernisierung einer Heizungsanlage) werden dann erzielte Energieeinsparungen berechnet. Dabei kann die Bewertung auf eigener Datenerhebung basieren; in der Regel werden dies jedoch Modellberechnungen kombiniert mit statistischen Daten und Schätzungen sein.

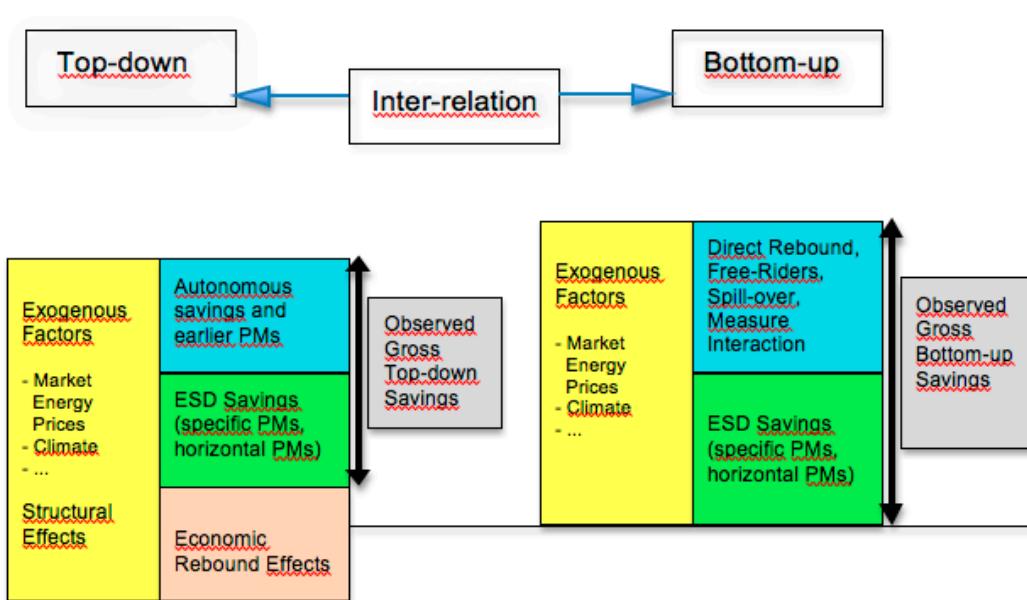
Der gewinnbringendste Ansatz könnte in einer Kombination beider Evaluierungsmethoden liegen, in dem

- a) ein Bottom-up Ansatz zur möglichst exakten Beschreibung der Wirkungen einzelner Maßnahmen(pakete) und erzielter Steigerungen von Energieeffizienz zur Anwendung kommt und
- b) ein Top-down Ansatz zur Quantifizierung der aggregierten Summe der Einzeleffekte und zur Plausibilisierung des Systems nach Korrektur exogener Faktoren angewendet werden kann.

Die folgende Abbildung zeigt detaillierter die Strukturen und kritischen Punkte eines gemischten Top-down/Bottom-up Ansatzes. Das Idealziel eines solchen gemischten Systems ist es, durch beide Ansätze die Energieeinsparungen unter der ESD zu bewerten (grüne Fläche). Idealerweise sollte diese grüne Fläche gleich große Ausmaße haben. In der Praxis werden sich jedoch Unterschiede ergeben, da die Bestimmung der "echten" Energieeinsparungen durch eine Vielzahl weiterer Einflussfaktoren und Effekte erschwert wird.

Weiterhin muss hinzugefügt werden, dass es im Rahmen der ESD aus politischen Erwägungen heraus Tendenzen gibt, z.B. *autonome Energieeinsparungen* (also nicht-politikinduzierter „technischen Fortschritt“) oder Einsparungen aufgrund von Energiepreisseigerungen ebenfalls zuzulassen. Wenn man derartige Einsparungen zulässt, ist das Ziel der ESD in den meisten Ländern bereits ohne die Auflage und Umsetzung zusätzlicher Instrumente erreicht.

Abbildung 1: Struktur eines gemischten Top-down/Bottom-up Modells



Bei dem Top-down Ansatz kann man zunächst ohne Probleme nur die "Brutto-Top-down Einsparung" beobachten (schwarzer Pfeil im linken Teil der Grafik). Am meisten wird die Bestimmung des grünen Bereichs durch Überlagerungen mit autonomen Einsparungen behindert, sowie mit Einsparungen früherer Politiken und mit ökonomischen Rebound-Effekten (siehe zusätzliche Erläuterungen weiter unten). In gewissem Maß kommt es auch zu Unsicherheiten, wenn Struktureffekte oder exogene Faktoren wie Marktenergiepreise aufgrund fehlender Datengrundlagen nur unzureichend korrigiert werden können.

Beim Bottom-up Ansatz sind die "Bruttoeinsparungen (bzw. gesamten Einsparungen) in der Abbildung beobachtbar (schwarzer Pfeil im rechten Teil der Grafik). Behindert wird hier die Bestimmung des grünen Bereichs durch Mitnahmeeffekte, Multiplikatoreffekte, direkte Rebound-Effekte und Maßnahmeninteraktionen. Auch hier können exogene Faktoren einen Einfluss ausüben (Beispielsweise können Mitnahmeeffekte, Multiplikatoreffekte und Maßnahmeninteraktionen bei steigenden Marktenergiepreisen zunehmen, direkte Reboundeffekte nehmen hingegen eher ab).

Im Folgenden werden die Einzeleffekte kurz diskutiert und in der Abbildung verortet:

## **1. Mitnahme- (Free-Rider-) und Multiplikatoren-Effekte (Spill Over-Effekt); Autonome Energieeffizienzverbesserung**

Mit "Free-Rider" bezeichnet man Handlungen, die auch ohne ein entsprechendes Politikinstrument (EEI facilitating measure) umgesetzt worden wären. Ein Beispiel: Eine ohnehin beabsichtigte anspruchsvolle energetische Modernisierung eines Gebäudes wird durch die Inanspruchnahme eines Förderprogramms finanziert. Dies heißt im Umkehrschluss, dass es ohne Politikmaßnahmen keine Mitnahmeeffekte geben kann. Dann sind Maßnahmen, die ohnehin getroffen werden, autonome Einsparungen.

Multiplikatoreffekte sind Maßnahmen, die von einer Politikmaßnahme inspiriert werden, ohne aber unmittelbar von ihr zu profitieren. Beispiel: Während die Installation einer solarthermischen Anlage an einem Gebäude durch ein Förderprogramm unterstützt worden ist, bewirkt dieses weitere, nicht durch das Förderprogramm unterstützte Installationen in der unmittelbaren Nachbarschaft.

Um die Nettowirkung einer Politikmaßnahme zu erhalten, sollten daher Mitnahmeeffekte bereinigt und Multiplikatoreffekte hinzugefügt werden.

## **2. Nichtbefolgung (Non-compliance)**

Nichtbefolgung bzw. ein Vollzugsdefizit tritt bei regulativen Maßnahmen auf. Die Größe des Effekts hängt direkt von der entsprechenden Maßnahme ab (z. B. Befolgsgrad des Wärmeschutzes bei Gebäuden oder der Energiekennzeichnungspflicht usw.).

Um die Nettowirkung einer Politikmaßnahme zu erhalten, sollte eine Maßnahme daher um einen Faktor der Nichtbefolgung bereinigt werden. Bei der Energiesparverordnung (EnEV) gehen grobe Schätzungen z.B. davon aus, dass ein Vollzugsdefizit bei ca. 25% liegt (siehe Diskussion in IWU und ifeu 2003), d.h. Gebäude im Schnitt nach Modernisierungen bis zu 25% über den durch die EnEV gesetzten Gebäudestandards liegen. Gegenwärtig existieren allerdings keine verlässlichen empirischen Angaben über die Höhe eines offensichtlichen Vollzugsdefizits der EnEV.

## **3. Direkte Rebound-Effekte**

Einige Energiesparmaßnahmen führen direkt zu Verhaltensänderungen, welche einen Teil der Energieeinsparung aufzehren. Dieser sog. Rebound-Effekt ist am Beispiel der Energiesparlampen zu verdeutlichen: diese werden nachgewiesenermaßen seltener ausgeschaltet. Dies ist zurückzuführen, dass bei frühen Modellen von Energiesparlampen das häufige An- und Abschalten schädlich für die Lebensdauer der Lampe war.

Es gibt auch die Möglichkeit eines direkten Rebound-Effekts als Antwort auf veränderte Wetterbedingungen: Beispielsweise werden bei Kälteeinbrüchen Rollläden oder Türen

sehr sorgfältig geschlossen, die Zimmer sind oft weniger überhitzt. Bei Anstieg der Temperaturen werden hingegen Fenster auch bei laufender Heizung geöffnet.

#### 4. Struktureffekte

Als **Struktureffekte** bezeichnet man Effekte im Rahmen eines Strukturwandels, die auftreten, wenn Veränderungen in einer Einheit (z. B. einem Sektor; Beispiel: weniger energieintensive Produktion und dafür mehr Dienstleistungen) dazu führen, dass insgesamt der Endenergieverbrauch in der Einheit sinkt.

Dies heißt, dass die Größe der Struktureffekte von der Struktur der Unterteilung abhängt. Versteckte strukturelle Effekte sind solche, die durch die Aufteilung in Untereinheiten nicht aufgelöst werden. Es kann aber gezeigt werden, dass, wenn die Unterteilung geschickt gewählt wird, sich das Ergebnis sich bei einer feineren Unterteilung ziemlich schnell nicht mehr ändert (z. B. genügen in der Industrie bereits 10-15 Untersektoren, um die meisten Struktureffekte zu erfassen; bei 200 Untersektoren erhält man kein wesentlich anderes Ergebnis). In Top-down Ansätzen wie ODYSSEE wird ein relativ großer Teil der Struktureffekte korrigiert.

Strukturelle Veränderungen können durchaus auch Ergebnis gezielter Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sein: z. B. wird im Verkehrssektor versucht, durch Verschiebung der Transportmodi (Modal Shift) hin zum öffentlichen Verkehr, Energie zu sparen (und Staus zu vermeiden).

Auf der anderen Seite ist es eine offene Frage, ob zum Beispiel industrielle Strukturen beeinflusst werden sollten: sollten in einem Land energieintensive Industrien angesiedelt oder gehalten werden, wo keine billigen Energieressourcen verfügbar sind. Ein Beispiel: In Japan schmolz die Primäraluminiumindustrie Anfang der achtziger Jahre von einer Million Tonnen auf 10 Kilotonnen Produktion).

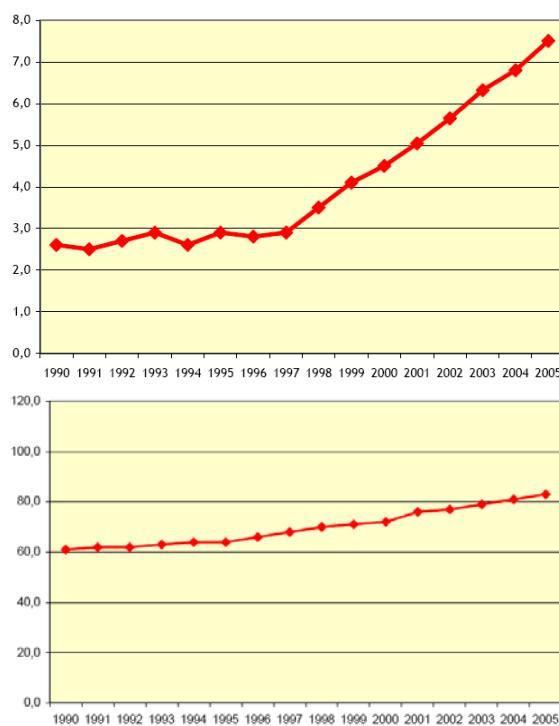
#### 5. Gesellschaftliche und generelle Trends (Wachstumseffekte)

Diese Effekte sind wohlstandsbedingt; Energiekosten sind nicht im gleichen Maße gestiegen wie die Einkommen. Das höhere verfügbare Einkommen wird teilweise wieder für energieverbrauchende Aktivitäten ausgegeben. Typische Effekte sind: größere Wohnflächen je Haushalt, höhere Raumtemperaturen, steigende Zahl an Haushalten bei kleinerer Personenzahl, häufigeres Baden und Duschen, häufigeres Waschen der Kleidung, "Lichtwelten" (Brennenlassen von Lampen, besonders im Winter), größere Kühlschränke, größere und schnellere Autos, längere Wegstrecken zur Arbeit; Just-in-time Produktion, häufigere Urlaubsreisen in weiter entfernte Länder, etc.

In Top-down Ansätzen wie ODYSSEE wird ein Teil dieser Wachstumseffekte separiert. Solche Effekte sind nicht direkt mit konkreten Energieeffizienzmaßnahmen verbunden (im Unterschied zu den direkten Reboundeffekten). Solche gesellschaftlichen und generellen Trends waren in der Vergangenheit nicht oder kaum Ziel der Energiepolitik (Ausnahmen: Vorschriften zur Begrenzung von Raumtemperaturen oder autofreie

Sonntage in den siebziger Jahren). Eine wichtige Frage für zukünftige Energiepolitik ist, ob solche Trends stärker beeinflusst werden sollten. Politiken, die solche Trends zum Ziel haben, werden als Suffizienzstrategien bezeichnet. Im Transportsektor ist die Zunahme von derartigen Politiken bereits zu beobachten (Beeinflussung von Kaufentscheidungen durch höhere Kraftfahrzeugsteuern für höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß wie in Dänemark oder durch Ökosteuern). In anderen Bereichen erscheint eine Intervention immer noch als problematisch: müssen Wohnungen wirklich auf 25°C beheizt werden oder müssen Kühlschränke wirklich so groß sein? Es ist möglich, dass in Zukunft bei zunehmenden Folgen des Klimawandels stärker Einfluss auf solche gesellschaftlichen Trends genommen wird, da sie bis heute technischen Fortschritt bei der Energieeffizienz stark vermindern oder sogar überkompensieren. In europäischen Ländern wird sich möglicherweise bei manchen dieser Trends eine Sättigung einstellen. Allerdings ist erstaunlich, wie resistent solche Trends beispielsweise gegenüber den Kraftstoffpreissteigerungen in 2004 und 2005 waren (siehe Abbildung), und zwar aufgrund der hohen Ausstattungsraten und zunehmend auch aufgrund der demografischen Entwicklung.

Abbildung 2: Beispiele für Wachstumseffekte



Oben: Anteil der Pkw mit 4-Radantrieb in den Neuzulassungen in der EU (%) (Deutschland 2005: 8%)

Unten: Mittlere Leistung der Neuzulassungen in der EU (kW) (Deutschland 2005: 90 kW)

Quelle: ACEA (2006)

## 6. Exogene Faktoren

Typische exogene Faktoren, die den Energieverbrauch beeinflussen, sind:

- geografische Faktoren wie Klima, Höhe über dem Meeresspiegel, Größe des Landes (Beeinflussung durch Raumpolitik, um einer Zersiedlung entgegenzuwirken)
- Marktenergiepreise (können auch Energiepolitik beeinflussen!),
- Einfluss der wirtschaftlichen Entwicklung auf die Energieeffizienz,
- Einfluss der Konjunkturzyklen auf die Energieeffizienz (höhere oder geringere Kapazitätsauslastung),
- Einfluss des technischen Fortschritts auf die Energieeffizienz (Beeinflussung durch Forschung & Entwicklung).

Exogene Faktoren können nicht oder nur indirekt beeinflusst werden. In Top-down Ansätzen wie ODYSSEE wird ein Teil dieser exogenen Faktoren separiert (z.B. Klimaschwankungen). Besonders schwierig ist die Wirkung von Marktenergiepreisen auf autonome Energieeinsparung<sup>2</sup> und andere Effekte wie Free-rider-Effekte, Multiplikatoreffekte etc. zu bestimmen.

## 7. Maßnahmenüberschneidungen/Doppelzählungen

Verschiedene Politikmaßnahmen können sich in ihren Wirkungen verstärken oder abschwächen. Manche Überschneidungen sind einfach zu bestimmen (z. B. mindern Maßnahmen an Heizanlagen und an der Gebäudehülle gegenseitig ihre Wirkung), bei anderen Maßnahmentypen sind die Überschneidungen viel weniger leicht quantifizierbar (z. B. Verstärkung der Wirkung von Energiekennzeichnung bei Elektrogeräten durch Informationskampagnen bei Verkäufern und Käufern). Maßnahmenüberschneidungen sind wichtig, wenn man die Wirkung verschiedener Maßnahmen getrennt Bottom-up berechnet oder wenn man versucht, ihre Wirkungen innerhalb eines Maßnahmenbündels zu trennen. Zu unterscheiden ist zwischen einer vertikalen Ebene (Überschneidungen von Maßnahmen im Mehrebenensystem von EU, Bund, Land und Kommune) und horizontaler Doppelzählung in einem Maßnahmenpaket, dessen Einzelmaßnahmen teilweise gleiche Zielgruppen haben.

---

<sup>2</sup> Autonome Energieeinsparungen sind Energieeinsparungen, die im Zuge des generellen energietechnischen Fortschritts anfallen und nicht durch energiepolitische Maßnahmen induziert sind.

### 3.3 Interpretationsspielräume

#### 3.3.1 Additionalität in der ESD

Die ESD verlangt von den Mitgliedsstaaten, bis zum Jahr 2016 den 9%-Energieeinsparrichtwert „aufgrund von *Energiedienstleistungen und anderen Energieeffizienzmaßnahmen* zu erreichen (...). Die Mitgliedstaaten erlassen kostenwirksame<sup>3</sup>, praktikable und angemessene Maßnahmen, die zur Erreichung dieses Ziels beitragen sollen.“ (Art. 4 ESD).

Zudem definiert die ESD Energieeffizienzmaßnahmen als „alle Maßnahmen, die in der Regel zu überprüfbaren und mess- oder schätzbaren Energieeffizienzverbesserungen führen“ (Art 3h ESD). Die ESD legt allerdings nicht explizit fest, dass die aus den Maßnahmen resultierenden Einsparungen *zusätzlich* zu solchen sein sollen, die von Energieverbrauchern, Investoren oder anderen Marktteilnehmern ohnehin ergriffen worden wären (d. h. zusätzlich zu autonomen Einsparungen inklusive Einsparungen aufgrund von Energiepreisseigerungen).

Dem steht allerdings der im Oktober 2006 durch die Europäische Kommission veröffentlichte „Aktionsplan für Energieeffizienz: Das Potenzial ausschöpfen“ [KOM(2006) 545] gegenüber. Dieser gibt an, dass bis zum Jahr 2020 ein wirtschaftlich erschließbares Potenzial für Energieeinsparung in Höhe von 20% existiert (gemessen am prognostizierten Energieverbrauch für das Jahr 2020), das durch *zusätzliche* Energieeinsparungen ausgeschöpft werden kann. Der im Aktionsplan vorgenommene explizite Bezug auf die nationalen Energieeffizienzaktionspläne deutet darauf hin, dass der Europäische Rat einen deutlichen Beitrag der ESD zu diesen *zusätzlichen Energieeinsparungen* erwartet (bzw. zum damaligen Zeitpunkt erwartete).

Für die Entwicklung von Methoden zur Erfassung der unter der ESD erzielten Energieeinsparungen ergibt sich daher die Konsequenz, sowohl die Berechnung der *gesamten* Einsparung als auch der aus (mehreren) Einzelmaßnahmen resultierenden *zusätzlichen* Einsparung zu ermöglichen. Dies ist auch deswegen notwendig, weil zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens (April 2009) keine weiteren Festlegungen durch die Kommission (oder das BMWi) in der Interpretation der ESD erfolgt sind.

---

<sup>3</sup> Anmerkung der AutorInnen: Gemeint ist hier: „*wirtschaftliche*, praktikable und angemessene Maßnahmen“. Offensichtlich handelt es sich um eine Fehlübersetzung des englischen ‘cost-effective’.

Die Erfassung der zusätzlichen Einsparung wird auch die Berechnung der zusätzlich induzierten Treibhausgasemissionsminderung ermöglichen, schließlich stellen Energieeffizienzmaßnahmen gleichzeitig Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen dar. Hieraus ergibt sich ein gewisser Synergieeffekt mit der Berichterstattung der Staaten an die UNFCCC. Dort können neben einem Szenario nur mit bestehenden und beschlossenen Politiken und Maßnahmen auch ein Szenario ohne Politiken und Maßnahmen und ein Szenario mit zusätzlichen Politiken und Maßnahmen dargestellt und quantifiziert werden. Im Grunde lässt die folgende UNFCCC-Formulierung dabei mehrere Interpretationen der Zusätzlichkeit zu, so dass ein gleiches Verständnis in ESD und UNFCCC-Berichterstattung angestrebt werden könnte (UNFCCC: Review of the Implementation of Commitments and of Other Provisions of the Convention, UNFCCC guidelines on reporting and review, FCCC/CP/1999/7, 16 February 2000, S. 87):

*„A ‘with measures’ projection shall encompass currently implemented and adopted policies and measures. If provided, a ‘with additional measures’ projection also encompasses planned policies and measures.“*

Allerdings ist der Zeitraum, über den Bericht erstattet wird, bei ESD und UNFCCC unterschiedlich: Bei ESD für 2008 bis 2016, bei den UNFCCC-Berichten für die Stützjahre 2005, 2010, 2015 und 2020 im Vergleich zu 1990.

### 3.3.2 Early Measures und Early Energy Savings<sup>4</sup>

Die ESD sieht vor, dass “Energieeinsparungen, die sich in einem bestimmten Jahr nach Inkrafttreten dieser Richtlinie aufgrund von Energieeffizienzmaßnahmen ergeben, die in einem früheren Jahr, frühestens 1995, eingeleitet wurden und dauerhafte Auswirkungen haben, ... bei der Berechnung der jährlichen Energieeinsparungen berücksichtigt werden [können].“ (ESD, Anhang I 3.). In Ausnahmefällen gilt dies sogar für ab dem Jahr 1991 initiierte Maßnahmen.

Dieser Passus im ESD-Anhang I 3 ist nicht eindeutig formuliert. Wie auch im englischen Text könnte sich der Satzteil „und (die) dauerhafte Auswirkungen haben“ sowohl auf das Wort *Energieeinsparungen* als auch auf das Wort *Energieeffizienzmaßnahmen* beziehen.

Der Passus kann daher in zweierlei Hinsicht interpretiert werden, zu welchem Zeitpunkt Maßnahmen realisiert und Einsparungen geltend gemacht werden:

---

<sup>4</sup> Diese Begriffe (sowie der Begriff “early action”) sind nicht in der ESD erwähnt. Sie dienen der terminologischen Präzisierung der Interpretationsspielräume, die die ESD belässt.

- A) Energieeinsparungen erzielt durch *Energieeffizienzmaßnahmen, die vor 2008 umgesetzt worden sind (early measures)*

Eine derartige Lesart präzisiert und bestätigt damit, dass Energieeinsparungen durch Einsparhandlungen, z.B. ein energieeffizienter Neubau im Jahr 2010, der durch eine 1998 eingeführte Energiesteuer oder eine seit 2005 gültige Energieeinsparverordnung stimuliert wurde, auf das Einsparziel für 2016 angerechnet werden können. Dies dürfte unstrittig sein.

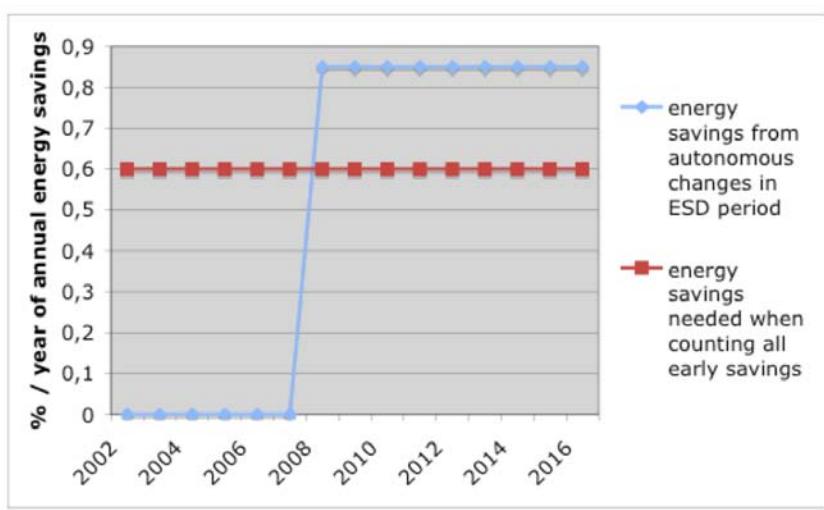
- B) Energieeinsparungen, die vor 2008 erzielt worden sind (*early energy savings*).

In dieser Lesart wären z.B. die Energieeinsparungen, die aus einer „early measure“ aus einem Zeitpunkt vor 2008 erzielt worden sind, anrechenbar. Ein Beispiel: Eine im Laufe 2000 eingeführte Umweltabgabe löst Einsparhandlungen vor 2008 aus, die auf das ESD-Einsparziel angerechnet werden können. Einige Mitgliedsstaaten interpretieren die Richtlinie in diesem Sinne, und auch der deutsche NEEAP sieht die Anrechnung von *early energy savings* vor. Ihr Beitrag wird mit 45 % des Ziels angesetzt. Diese Interpretation ist dennoch umstritten.

### 3.3.3 Mögliche Konsequenzen

Was wären die möglichen Konsequenzen einer unbegrenzten Zulassung von autonomen und früheren Energieeinsparungen? Hier besteht die Gefahr, dass im Extremfall gar keine neuen, zusätzlichen Endenergieeinsparmaßnahmen ab dem Inkrafttreten der ESD für die Zielerreichung notwendig sind. Die folgende Grafik verdeutlicht dies: Die autonomen Einsparungen könnten nach einer Schätzung der Europäischen Kommission rund 0,85 Prozent pro Jahr betragen. Dies ist in der Grafik von 2008 bis 2016 dargestellt. Dies ist mehr als die durchschnittliche Einsparung, die in jedem Kalenderjahr erreicht werden muss, um kumuliert 9 Prozent zu erreichen, wenn diese 9 Prozent nicht in 9 Jahren, sondern unter Einrechnung von „*early energy savings*“ z.B. in 15 Jahren erreicht werden müssen. Dann sind im Durchschnitt nur noch 0,6 Prozent Einsparung pro Jahr notwendig. Inklusive der Anerkennung autonomer Einsparungen von rund 0,85 Prozent pro Jahr wäre das Ziel bereits erreicht.

Abbildung 3: Auswirkungen der Anerkennung des autonomen technischen Wandel und von *early energy savings* auf die berechnete Einsparung



Eine Entscheidung des Art. 16 Committees bzw. die o. g. Leitlinien der Kommission zum Umgang mit „early actions“ und zusätzlichen oder Gesamteinsparungen war bis September 2009 noch nicht veröffentlicht.

In methodischer Hinsicht besteht die Konsequenz darin, sowohl die Gesamteinsparungen als auch die zusätzlichen Einsparungen, zudem die Berücksichtigung von „early energy savings“ zu ermöglichen, d.h. in den Jahren 2008 bis 2016 wirkende, nachweisbare Endenergieeinsparungen von unterstützenden Maßnahmen der Jahre 1995 (1991) bis 2006 mit zu berechnen. Mit dieser methodischen Prämisse ist jedoch keine Aussage darüber verbunden, welche Option (zusätzliche oder Gesamteinsparungen) gewählt werden sollte und ob „early energy savings“ tatsächlich angerechnet werden sollten.

### 3.3.4 Der Umrechnungsfaktor für Strom

Die Einsparungen werden entsprechend den Vorgaben der ESD auf der Endenergeseite ermittelt. Dabei wird standardmäßig Strom mit dem Faktor 2,5 bewertet. Als Alternative erlaubt die ESD den Mitgliedstaaten, den Faktor 1,0 oder einen gesondert begründeten Faktor zur Bewertung von Stromeinsparungen zu wählen. In Rahmen des bundesdeutschen NEEAPs sind jeweils beide Werte ausgewiesen. Mit Blick auf das Klimaschutzziel und die hierfür notwendige Einsparung von fossiler Primärenergie, aber auch mit Blick auf andere, eher primärenergetisch ausgerichtete Politiken und Maßnahmen wie z.B. die EnEV sehen wir den Faktor 2,5 als den für den bundesdeutschen Kontext geeigneteren, da dieser den gegenwärtigen durchschnittlichen Kraftwerkswirkungsgrad von ca. 40% in Deutschland angemessen widerspiegelt.

## 4. Prinzipielle Vorgehensweise bei Bottom-up Evaluationen bei der Berechnung von Energieeinsparungen im Kontext der ESD

Im Rahmen der Umsetzung der ESD erscheinen bei der Durchführung von Bottom-up Methoden für eine Maßnahme prinzipiell vier Schritte sinnvoll<sup>5</sup>. Die genaue Ausgestaltung dieser Schritte sollte in Abwägung der finanzierten Kosten und dem Genauigkeitsgrad der Evaluation erfolgen (vgl. Kapitel 4.3). Dabei kann entweder die gesamte oder die zusätzliche Einsparung berechnet werden.

### 4.1 Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung

Bei dieser Variante wird die gesamte Energieeinsparung abgeschätzt, die durch eine unterstützende Maßnahme und die durch sie stimulierten verhaltensbedingten, technischen oder organisatorischen Einzelhandlungen erzielt wird. Die Verfahren unterscheiden sich dabei je nach Umfang und Komplexität der Einzelmaßnahme. Dieser Berechnungsschritt besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Schritt 1** Erfassung der spezifischen, objektbezogenen Einsparungen pro Einsparhandlung oder TeilnehmerIn (***unitary gross annual energy savings***), z.B. jährliche Stromeinsparung durch einen A++ Kühlschrank; Bereinigung durch Normalisierungsfaktoren (z.B. Wetter) *und ggf. Rebound-Effekte*
- Schritt 2** Erfassung der Anzahl der ausgelösten Energiesparhandlungen oder Einsparungen (**Ermittlung der TeilnehmerInnenzahl  $n$  oder Aufsummierung der individuellen *unitary gross annual energy savings***)
- Schritt 3** Bereinigung durch Korrekturfaktoren (**Multiplikatoreffekte und Vermeidung von Doppelzählungen**)

Für Schritt 1 ist zu fragen:

- Was sind Indikatoren oder Referenzwerte für relevante exogene Faktoren, die bei der Normalisierung von Einsparungen berücksichtigt werden sollten (Heizgradtage oder Gradtagszahlen für die Berücksichtigung von Wetterbedingungen; übliche jährliche Nutzungsdauern, Betriebszeiten, Lastprofile oder Dauerlinien für die ggf. erforderliche Korrektur der zeitlichen

---

<sup>5</sup> Die Bestimmung der Arbeitsschritte weicht geringfügig von der in EMEEES vorgeschlagenen Methodologie ab, allerdings sind alle dort genannten Berechnungsschritte mit Korrektur- und Normalisierungsfaktoren auch in der hier vorgeschlagenen Methodologie durchweg enthalten.

Nutzung von Anlagen; Produktausbringungsmengen; Wartungsintervalle; u. ä.; siehe ESD Anhang IV, 1.2)?

- Wie kann der zu einer Energieeinsparmaßnahme gegenläufige direkte Reboundeffekt berechnet werden, der Effekt also, der nach Umsetzung einer Energiesparmaßnahme zu einer gleichzeitigen Intensivierung der Nutzung führt (z.B. bei Energiesparlampen zur Erhöhung der täglichen Nutzungsdauer)? Es ist allerdings offen, ob diese Korrektur durchgeführt werden muss, denn eine Korrektur in Hinsicht auf den direkten Reboundeffekt wird in der ESD nicht erwähnt.

Zur Ermittlung der Reboundfaktoren wird in der Regel eine Befragung durchgeführt, in Einzelfällen auch eine ökonometrische Schätzung (z.B. beim Instrument der Energiesteuer).

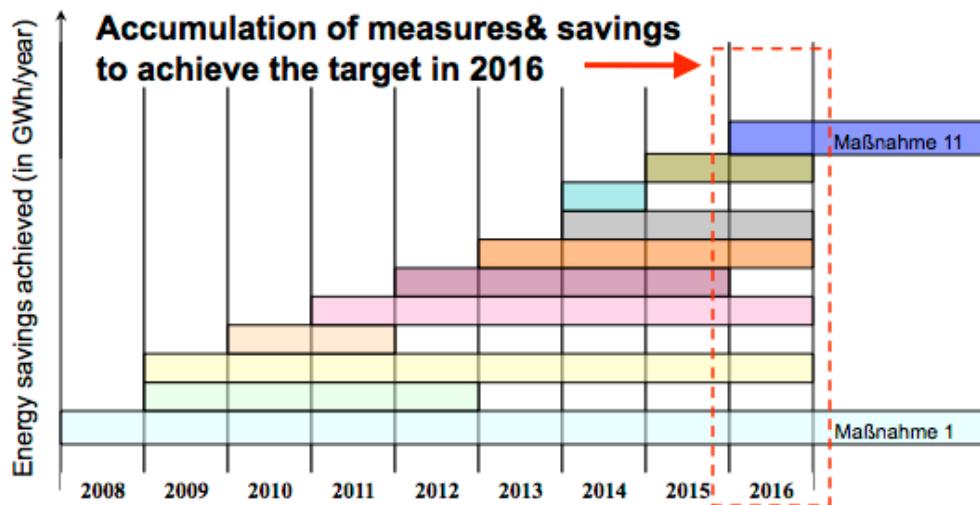
#### **Schritt 4** Festlegung der **zeitlichen Wirkungsdauer**

Für den folgenden Schritt der Ermittlung derjenigen Endenergieeinsparungen, die in der ESD-Monitoringperiode 2008 bis 2016 bzw. zu den in der ESD festgelegten Berichterstattungszeitpunkten noch wirksam sind, ist eine Festlegung der Nachhaltigkeit bzw. Dauerhaftigkeit der Einsparungen über das Ansetzen üblicher Nutzungsdauern („Lebensdauern“) erforderlich. Dabei sind diejenigen Lebensdauern von Endenergieeinsparungen relevant, die von der Europäischen Kommission vorzulegen ist. Solange dies nicht publiziert wurde, kann auf die Werte zurückgegriffen werden, die vom Europäischen Komitee für Normung festgelegt werden. Für die vorliegende Studie wird dabei auf die Standardwerte bzw. vorläufig festgelegten konservativen Schätzwerte zurückgegriffen, die vom Komitee in seiner Workshop-Vereinbarung vom April 2007 empfohlen wurden.

#### **Schritt 5** **Addition** der ermittelten jährlichen Endenergieeinsparungen zu den Berichterstattungszeitpunkten unter Vermeidung von Doppelzählungen

Die Berechnung der in einem Berichterstattungs- bzw. im Zieljahr 2016 erzielten Endenergieeinsparungen erfolgt schließlich über die Addition der im betreffenden Jahr wirkenden Endenergieeinsparungen (kWh/Jahr) der verschiedenen EEI Handlungen bzw. EEI unterstützenden Maßnahmen, korrigiert um etwaige Doppelzählungen. Doppelzählungen können auftreten zwischen mehreren komplementären Maßnahmen auf derselben Akteursebene (Bund, Land, Kommune, Energieunternehmen, etc.) (horizontale Doppelzählung) oder zwischen Maßnahmen unterschiedlicher Akteursebenen (vertikale Doppelzählung)

Abbildung 4: Kumulation jährlicher Energieeinsparungen



Im oben dargestellten Beispiel wirkt eine im Laufe des Jahres 2011 durchgeführte Maßnahme mit fünfjähriger „Lebensdauer“ (Wirkungsdauer der Einsparung, 5. Maßnahme von unten) bis in das Jahr 2016 hinein.

Als Konvention kann daher für den Aufbau eines Monitoring-Systems vereinbart werden,

- (1) dass die erzielten Einsparungen einer Maßnahme nach Monaten ihrer Laufzeit gekennzeichnet und eingetragen werden. Beginnt etwa eine Maßnahme mit einer einjährigen Umsetzungszeit und dreijährigem Wirkungszeitraum Mitte 2009, so erfolgt die Berechnung der Einsparung ab Mitte 2010 bis Mitte 2013.
- (2) Falls eine monatsscharfe Eintragung nicht möglich oder zu aufwändig ist, schlagen wir vor, eine im Laufe des Jahres 2009 fertig umgesetzte Maßnahme nicht 2009 anzurechnen, sondern ab den folgenden Kalenderjahren.

Anrechenbare Standardwerte bzw. konservative Schätzwerte für die Wirkungsdauer bzw. „Lebensdauer“ gängiger Emissionsminderungsmaßnahmen bzw. –technologien sind im Anhangband aufgelistet.

Bei der ESD liegt der Fokus auf den *jährlichen Einsparungen*. Daher stehen auch in der Entwicklung von Evaluationsmethoden für den bundesdeutschen NEEAP die jährlichen Einsparungen und nicht die kumulierten Einsparungen über die gesamte Nutzungsdauer im Mittelpunkt. Wie die Grafik zeigt, kumulieren sich aber die in einzelnen Kalenderjahren erreichten jährlichen Energieeinsparungen (d.h. gemessen in Energieeinheiten/Jahr) über ihre Nutzungsdauer bis zum Zieljahr auf.

In welcher Weise werden Ansprüche der Berücksichtigung von Endenergieeinsparungen durch Einsparhandlungen formuliert, die vor dem 01. Januar 2007 implementiert worden sind (*Erfassung von early energy savings*)? Zur Ermittlung der Einsparungen von early actions ist es notwendig, die Schritte 1 bis 5 separat für diese Einsparungen zu durchlaufen.

## 4.2 Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung

Anders als in Variante 1 wird hier nach dem Anteil an den gesamten Endenergieeinsparungen gefragt, der nicht ohnehin eingespart worden wäre, sondern durch die bestehenden aber nach dem 17. Mai 2006 initiierten unterstützenden Maßnahmen in den Jahren 2008 bis 2016 *zusätzlich gegenüber autonomen Fortschritt* erreicht worden ist. In einer derartigen Perspektive ist die Anerkennung von *early energy savings* explizit ausgeschlossen werden.

Schritte 1 bis 5 werden analog zur Variante 1 ausgeführt. Jedoch gibt es zwei wesentliche Unterschiede.

Hier geht es letztlich

- in **Schritt 1** generell um die Frage, wie die Baseline der „Ohnehin“-Entwicklung ohne die durchgeführten Maßnahmen bestimmt werden kann (vgl. die Ausführungen zur Baseline-Bestimmung in Kapitel 4.4.1) bzw.
- in **Schritt 3** darum, wie Mitnahmeeffekte ermittelt werden können, mit deren Hilfe Endenergieeinsparungen ohnehin durchgeführter Energiesparhandlungen herausgerechnet werden können (Vgl. die Ausführungen zur Mitnahmeeffekt-Bestimmung in Kapitel 4.4.4.).

## 4.3 Drei Ebenen der Datenqualität

Im Kontext des EMEEES-Projektvorhabens werden drei unterschiedliche Ebenen der Datenqualität vorgeschlagen (siehe Tabelle 3), die sich in der Verfügbarkeit spezifischer Daten unterscheiden: **Level 1** bedeutet dabei, dass für eine Anwendung oder für eine Technologie europäische Standardwerte verwendet werden, **Level 2** drückt die Verfügbarkeit von nationalen Daten aus, **Level 3** hingegen sogar die Verfügbarkeit von maßnahmen- oder teilnehmerspezifischen Daten.

Eine Evaluierungsmethode kann verschiedene Ebenen der Datenqualität kombinieren, da den Berechnungen oftmals mehrere Parameter benötigt werden.

Tabelle 3: Drei Ebenen der Datenqualität

	Daten-umfang	Hauptdatenquellen	Datenverarbeitung und –dokumentation
Level 1	Europ. Ausgangswerte (Default values)	vorhandene/verfügbare Europ. Vorschriften, Studien und Statistiken	Verlässlichkeitskoeffizient entsprechend dem Verlässlichkeitsniveau der Basisdaten
Level 2	Nationale repräsentative Werte	aktuelle nationale Statistiken, Umfragen, Register, Stichproben	Anforderungen = Mindestsatz an Informationen und Begründungen zu berichten
Level 3	Maßnahmen- oder Teilnehmer-spezifisch	spezifische Monitoringsysteme, Register, Umfragen, Messungen	Anforderungen = Detailbericht zu den spezif. Daten und Begründungen (Standardbericht zumindest verfügbar)

Die durch bestimmte Maßnahmen oder Maßnahmenpakete erreichten bzw. erreichbaren jährlichen Endenergieeinsparungen werden in dem Maße „konservativ“ abgeschätzt, in dem der Spezifikationsgrad der verfügbaren Daten von Level 3 abweicht. Dies bedeutet, dass in den Fällen, in denen keine sicheren Daten und Informationen zu den erreichten bzw. erreichbaren Endenergieeinsparungen vorliegen und daher Level 1 angewendet wird, die mit Hilfe der vorgeschlagenen Methoden nachgewiesenen bzw. nachzuweisenden Einsparungen eher am unteren Rand der erreichten bzw. erreichbaren Einsparungen liegen werden. So wird ein Anreiz gegeben, ein höchstmögliches Level an Datenqualität zu erreichen.

## 4.4 Baselines und Korrekturfaktoren

Bei Bottom-up Berechnungen kann das Ergebnis erheblich von der Auswahl der Baselines und der Einbeziehung bestimmter Korrekturfaktoren abhängen.<sup>6</sup>

### 4.4.1 Bestimmung der Referenzsituationen (Baselines) bei der Bottom-up Evaluierung von Einsparungen gemäß ESD

Falls das Ziel der Berechnung der Energieeinsparung darin besteht, die **Gesamteinsparung** (einschließlich autonomer Einsparungen) zu erfassen, dann lautet die entscheidende Frage: Was wäre passiert, wenn alle Anlagen/Geräte auf demselben Energieeffizienzniveau wie zuvor verblieben wären? („Vorher-Nachher“-Situation).

In diesem Fall gibt es zwei Möglichkeiten einer *Vorher*-Situation:

<sup>6</sup> Vgl. auch Kapitel 3.2., Thomas et al. 2009

- a) Es gibt eine „reale“ Vorher-Situation, deren Energieverbrauch gemessen oder geschätzt werden kann wie z.B. bei einer Gebäudesanierung oder beim Auswechseln eines Kühlschranks.
- b) Es gibt keine Vorher-Situation, d.h. es muss eine Referenzsituation geschaffen werden wie z.B. bei einem neu errichteten Gebäude.

Falls es das Ziel ist, die **zusätzlichen Einsparungen** zu erfassen, die als Wirkung von (einer Kombination von) Einzelmaßnahmen auftreten (also ausschließlich autonomer Einsparungen), dann lautet die entscheidende Frage: Was wäre in Abwesenheit der zu evaluierenden unterstützenden Energieeffizienzmaßnahme passiert? („Mit-Ohne“-Situation)

In jedem Fall, also bei der Ermittlung gesamter oder zusätzlicher Einsparungen, muss eine Referenzsituation (Baseline) geschaffen werden. Es können hierbei drei allgemeine Fälle für die Baselines unterschieden werden:

1. **Fall 1:** Austausch von vorhandenem Equipment  
(z.B. Geräte, Heizkessel, Autos, Beleuchtungssystemen)
  - Baseline a) = Situation vor dem Austausch (für Gesamteinsparung)
  - Baseline b) = Situation ohne die Maßnahme (für zusätzliche Einsparung)
- Für beide Unterfälle a) und b) kann entweder die Situation beim einzelnen Endverbraucher von Energie herangezogen werden, oder ein Durchschnittswert für alle einbezogenen VerbraucherInnen oder Handlungen kann möglich und ggf. sinnvoller sein.
2. **Fall 2:** Energieeffiziente(r) Nachrüstung/Umbau  
(Zusatzinvestition, die zu Energieeffizienzsteigerung bzw. Endenergieeinsparung führt, ohne Austausch des vorhandenen Equipments oder Gebäudes wie z.B. Wärmedämmung, Energiemanagement, Integration einer Beleuchtungssteuerung in eine bestehende Anlage)
  - Baseline a) = Situation vor der Nachrüstung / dem Umbau (für Gesamteinsparung, meist auch für zusätzliche Einsparung)
  - Baseline b) = Situation ohne die unterstützende Maßnahme (z. B. geringer ausfallende Zusatzinvestition; z. B. geringere Wärmedämmung oder Installation von nur einem Sensor in die Beleuchtungsanlage anstatt tageslicht- und präsenzabhängiger Steuerung) (manchmal für zusätzliche Einsparung; in der Praxis oft nur schwierig evaluierbar)

### 3. Fall 3: Neues Gebäude oder Gerät

- Baseline = ein(e) Referenzgebäude, Referenzanlage, Referenzgerät, wie sie/es ohne die Maßnahme errichtet bzw. installiert worden wäre

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, eine Referenzsituation für eine dieser Baselines zu bestimmen (für den Fall, dass eine direkte Messung oder Erfassung nicht möglich ist):

1. Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch des derzeitig existierenden Bestands (für Gesamteinsparung möglich),
2. Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch der nicht-energieeffizienten Geräte/Anlagen oder Neubauten auf dem derzeitigen Markt (für Gesamteinsparung oder zusätzliche Einsparung möglich),
3. Die gesetzliche vorgegebene Mindestenergieeffizienz (z.B. bei Gebäuden nach EnEV; bei Produkten gemäß der Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie),
4. Der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch der besten verfügbaren Technik (best available technology - BAT), gültig allerdings nur für Nachfragebündelung, öffentliche Beschaffung und ähnliche Maßnahmen, die auf die Markteinführung von Equipment abzielen, das besser als BAT ist.

#### 4.4.2 Mögliche Korrekturfaktoren bei Bottom-up Berechnungen

Folgende Korrekturen sollten bei Bottom-up Berechnungen vorgenommen werden:<sup>7</sup>

- Free-Rider- und Multiplikatoren-Effekte; Autonome Energieeffizienzverbesserung
- Nichtbefolgung (Non-compliance)
- Direkte Rebound-Effekte
- Struktureffekte

---

<sup>7</sup> Siehe auch die Erläuterungen zu einzelnen Korrekturfaktoren in Abschnitt 3.2.3

#### 4.4.3 Umgang mit möglichen Doppelzählungen<sup>8</sup>

Verschiedene Politikmaßnahmen können sich in ihren Wirkungen verstärken oder vermindern. Manche Überschneidungen sind einfach zu bestimmen (z. B. mindern Maßnahmen an Heizanlagen und an der Gebäudehülle gegenseitig ihre Wirkung), bei anderen Maßnahmentypen sind die Überschneidungen viel weniger leicht quantifizierbar (z. B. Verstärkung der Wirkung von Energiekennzeichnung bei Elektrogeräten durch Informationskampagnen bei Verkäufern und Käufern).

Maßnahmenüberschneidungen müssen berücksichtigt werden, wenn die Wirkung verschiedener Maßnahmen getrennt Bottom-up berechnet oder wenn versucht wird, ihre Wirkungen innerhalb eines Maßnahmenbündels zu trennen.

Anhang IV (5) der ESD legt fest, dass Energieeinsparungen, die aus verschiedenen Energieeffizienzmaßnahmen resultieren, *nur einmal* angerechnet werden dürfen. Der Aufbau eines Monitoring- und Evaluationssystems im Kontext der ESD als integriertes Paket von Top-down und Bottom-up Methoden setzt daher Festlegungen darüber voraus, wie mit möglichen Überschneidungen zwischen Top-down und Bottom-up oder auch zwischen verschiedenen Bottom-up erfassten Endenergieeinsparungen umgegangen werden soll. Für die Abgrenzung verschiedener Bottom-up Evaluationen muss dazu bestimmt werden, welche Maßnahme eines oder mehrerer Akteure in welcher Weise auf eine Technologie, eine Zielgruppe oder einen anderen Endverbraucher wirkt. Über die Differenzierung von „Wirkungsscheiben“ einzelner Maßnahmen hinaus schlägt das EMEEES-Projekt vor, auch technische Wechselwirkungen zu betrachten (Thomas et al. 2009). Dies trifft z.B. in den Fällen zu, in denen es zu einer Wechselwirkung zwischen der Wärmedämmung eines Gebäudes und dem Einbau einer effizienten Heizungsanlage kommt.

Doppelzählungen können am besten vermieden und technische Wechselwirkungen am besten berücksichtigt werden, wenn die kombinierte Wirkung aller Energieeffizienzmaßnahmen für einen Endverbraucher (z.B. ein Gebäude oder eine Fabrik) oder für eine Art von „Energiesparhandlung“ (z.B. Kauf von energieeffizienten Geräten) im Paket berechnet wird. Für die Berichterstattung im Kontext der ESD ist es nämlich nicht relevant, welchen Beitrag die verschiedenen Akteure zur Energieeinsparung geleistet haben, sondern was die Summe der Endenergieeinsparungen eines Pakets von Maßnahmen ergibt.

Wie kann die Vermeidung von Doppelzählungen innerhalb eines solchen Pakets in der Praxis funktionieren? Hierzu existieren drei Möglichkeiten:

1. **Subtraktion:** Alle Einsparungen, die auch von anderen Politikmaßnahmen (z. B. fördernde Maßnahmen, Ordnungsrecht, Information), Programmen oder

---

<sup>8</sup> Siehe auch die einleitenden methodische Bemerkungen im Gebäudesektor (Teilband B)

Energiedienstleistungen beeinflusst werden, werden von den errechneten Einsparungen der jeweils betrachteten fördernden Maßnahme abgezogen.

*Beispiel: Im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung von Energieunternehmen wird der Anteil energieeffizienter Weißer Ware bei Endkunden durch ein Förderprogramm deutlich erhöht. Gleichzeitig wird die Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie in den nächsten Jahren dazu führen, dass viel verbrauchende Weiße Ware-Geräte nicht mehr in Verkehr gebracht werden dürfen. Von den insgesamt erzielten Einsparungen des Förderprogramms werden diejenigen abgezogen, die durch die Ökodesign-Richtlinie bewirkt wurden. Während die Wirkungen der Ökodesign-Richtlinie dabei auf Basis allgemeiner Marktzahlen ingenieurtechnisch abgeschätzt werden, werden die Wirkungen des Förderprogramms durch spezielle Datenerhebungen und ggf. unterstützt durch Befragungen ermittelt. Die Wirkungen der Ökodesign-Richtlinie können ebenfalls für die ESD angerechnet werden, dürfen jedoch nicht doppelt gezählt werden.*

2. **Berechnung von Anteilen:** Die Einsparungen werden zwischen allen relevanten Maßnahmen aufgeteilt.

*Beispiel: In Finnland wurden freiwillige Vereinbarungen (FSV) zur Steigerung der Energieeffizienz mit der Industrie getroffen. Im Rahmen dieser Vereinbarungen wurden in Industriebetrieben Energiediagnosen durchgeführt (1. Maßnahme), Steuererleichterungen oder direkte Subventionen gewährt (2. Maßnahme) bzw. Contracting-Aktivitäten ausgelöst (3. Maßnahme). Doppelzählungen wurden vermieden, in dem die entsprechenden Datensätze der einzelnen Maßnahmen verglichen bzw. eine gemeinsame Datenbasis für alle beteiligten Betriebe und Maßnahmen aufgebaut wurde, auf deren Basis Zurechnungen zu den drei Maßnahmen vorgenommen werden können bzw. die Summe der Einsparungen doppelzählungsfrei berechnet werden kann.*

3. **Auswahl:** Es wird ein einziges Messergebnis für jede anvisierte Endverbrauchsart (Anwendungs- oder Technologiebereich) ermittelt (entweder durch Auswahl des Messwerts einer Einzelmaßnahme oder durch Evaluation des Maßnahmenbündels, das auf diesen Endverbrauch insgesamt abzielt) und entweder undifferenziert dem Paket oder der Maßnahme mit der größten Wirkungstiefe zugerechnet.

*Beispiel: Eine Informationskampagne und ein damit gekoppeltes Förderprogramm zielen auf die Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden. Die durch dieses Maßnahmenpaket in Gebäuden erzielten Einsparungen werden entweder undifferenziert dem Paket aus beiden Maßnahmen oder nur dem spezifischer wirkenden Förderprogramm zugerechnet.*

#### 4.4.4 Abschätzung von Multiplikator- und Mitnahmeeffekten

Der **Multiplikator- bzw. Mitgabeeffekt** verstärkt die ursprüngliche Wirkung der Energieeffizienzmaßnahmen. Gemäß Anhang IV (5) der ESD bedeutet der Multiplikatoreffekt, dass „dass der Markt eine Maßnahme automatisch ohne weitere Beteiligung der in Artikel 4 Absatz 4 genannten Behörden oder Stellen oder eines privatwirtschaftlichen Energiedienstleisters umsetzt“.

Die Evaluierung von Mitgabeeffekten ähnelt der Analyse von Markttransformationen. Die gängigsten Praktiken sind Verkaufsdatenanalyse (Marktmodellierung), Befragung von repräsentativen Stichproben von (Nicht-)Teilnehmern und Umfragen unter Handelspartnern und/oder anderen relevanten Stakeholdern. Darüber stellt sich die Frage, ob Multiplikatoreffekte bereits bei der Entwicklung und Umsetzung einer Maßnahme erwartet worden waren und ob diese z.B. in den Berechnungen der (ersten) NEEAPs enthalten waren.

In der Praxis treten Multiplikatoreffekte meist nach einer gewissen Verzögerung auf (im Gegensatz zu „direkten“ Einsparungen). Solche Wirkungen sollten dann im Zeitverlauf verfolgt werden.

Der **Mitnahmeeffekt** bezieht sich auf MarktteilnehmerInnen, die im Rahmen von Energieeffizienzprogrammen, -politikmaßnahmen oder Energiedienstleistungen angebotenen Vergünstigungen oder Unterstützung nutzen, obwohl sie die „Energiesparhandlung“ ohnehin vorgenommen hätten. Daher liegt die Herausforderung bei diesem Effekt darin, den Anteil dieser Mitnahmeeffekte in dem Falle zu differenzieren, falls im Rahmen der ESD nur zusätzliche Einsparungen berechnet werden können.

Im Wesentlichen sind drei Möglichkeiten relevant, um Mitnahmeeffekte zu berücksichtigen und nachzuweisen:

1. **Option A:** explizite Verwendung von Mitnahme-Anteilen, die aus Befragungen errechnet oder anhand von Marktanteilen der energieeffizienten Technologien und Lösungen abgeschätzt werden. Sie können entsprechend der 3 Levels des Evaluierungsaufwands (vgl. Kapitel 4.3) definiert werden;
2. **Option B:** implizite Berücksichtigung von Mitnahmerisiken bei der Festlegung der Baseline, d.h., sie wird in Richtung höherer Energieeffizienz verschoben. Als Basis können Marktuntersuchungen verwendet oder spezielle Zusätzlichkeitskriterien anwendet werden;
3. **Option C:** Mischung aus Optionen A und B, Mitnahme-Anteile werden unter Verwendung von Marktuntersuchungen und unter Berücksichtigung gängiger Marktentwicklungsstudien ermittelt.

Multiplikator- und Mitnahmeeffekte sind gegenläufig. Es wird empfohlen, Erfahrungswerte zu beiden Effekten zu generieren. Da sowohl die Multiplikator- als auch die Mitnahmeeffekte üblicherweise Befragungen von Maßnahmenteilnehmern, Nichtteilnehmern und anderen Marktakteuren erfordern, verursacht die Erfassung dieser Effekte zusätzliche Kosten. Die Berechnung sowohl von Multiplikator- als auch von Mitnahmeeffekten könnte deswegen auf Maßnahmen beschränkt werden, die entweder wenigstens 40 Millionen kWh an jährlichen Stromeinsparungen oder 100 Millionen kWh an jährlichen Energieeinsparungen anderer Brennstoffe, oder in kleineren Mitgliederstaaten wenigstens 5% der ESD Energieeinsparziele eines Mitgliedstaates erbringen, wenn dies weniger als 40 oder 100 Millionen kWh entspricht. Für unterstützende Maßnahmen mit einer derart großen bzw. größeren Einsparung sind die Evaluierungskosten für diese Effekte relativ zu den Energiekosteneinsparungen sehr gering (ca. 1%).

## 4.5 Grundstruktur der Bottom-up Evaluierung von Maßnahmen im deutschen NEEAP

Im Folgenden wird das prinzipielle Schema für die Bottom-up Abschätzung einer einzelnen Maßnahme veranschaulicht, so wie es in Kapitel 4.1 und 4.2 beschrieben wurde.

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
$EE_x = \sum_{i=1}^n \{ [n_{i(t=0)} * EV_{i(alt)} * EF_{i(alt)}] * N - [n_{i(t=1)} * EV_{i(neu)} * EF_{i(neu)}] \} * (1 + M - R) * (1 - D)$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)
n <sub>i (t=0/1)</sub>	Fallzahl/Anzahl Teilnehmender/Einheiten vor/nach Einführung der Maßnahme
EV <sub>i (alt)</sub>	Mittelwert des jährlichen Energieverbrauchs der Anwendung/des Zielobjektes vor Umsetzung der Handlung.
EV <sub>i (neu, x)</sub>	Mittelwert des jährlichen Energieverbrauchs der Anwendung/des Zielobjektes im Jahr x und nach Umsetzung der Handlung.
EF <sub>i (alt)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergiträger vor Einführung der Maßnahme: Strom = 2,5 (1,0); alle anderen Energieträger = 1,0
EF <sub>i (neu, x)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergiträger nach Einführung der Maßnahme: Strom = 2,5 (1,0); alle anderen Energieträger = 1,0
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent
R	Reboundeffekt, in Prozent (falls Bereinigung angestrebt wird)
N	Normalisierungsfaktor (Temperaturbereinigung o.ä.)
D	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (Bestimmung gemäß Kapitel 4.4.3.): horizontale bzw. vertikale Doppelzählung

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x	
$EE_x = \sum_{i=1}^n \{ [n_{i(t=0)} * EV_{i(\text{Referenz})} * EF_{i(\text{Referenz})}] * N - [n_{i(t=1)} * EV_{i(\text{neu})} * EF_{i(\text{neu})}] \} * (1 + M - MI - R) * (1 - D)$	
MI	„Mitnahme“-Effekt in Prozent (autonome Endenergieeinsparungen: allgemeiner Markttrend bzw. Mitnahmeeffekt, daher „MI“)
EV (Referenz)	Energieverbrauch des Gebäudes, der Infrastruktur, der Anlage oder des Geräts im zu definierenden Referenzfall, d. h. im Trend und unter Berücksichtigung von horizontal oder vertikal komplementären Maßnahmen

Exkurs: Ex-ante-Analyse des deutschen NEEAP mit dem MURE-Simulationstool

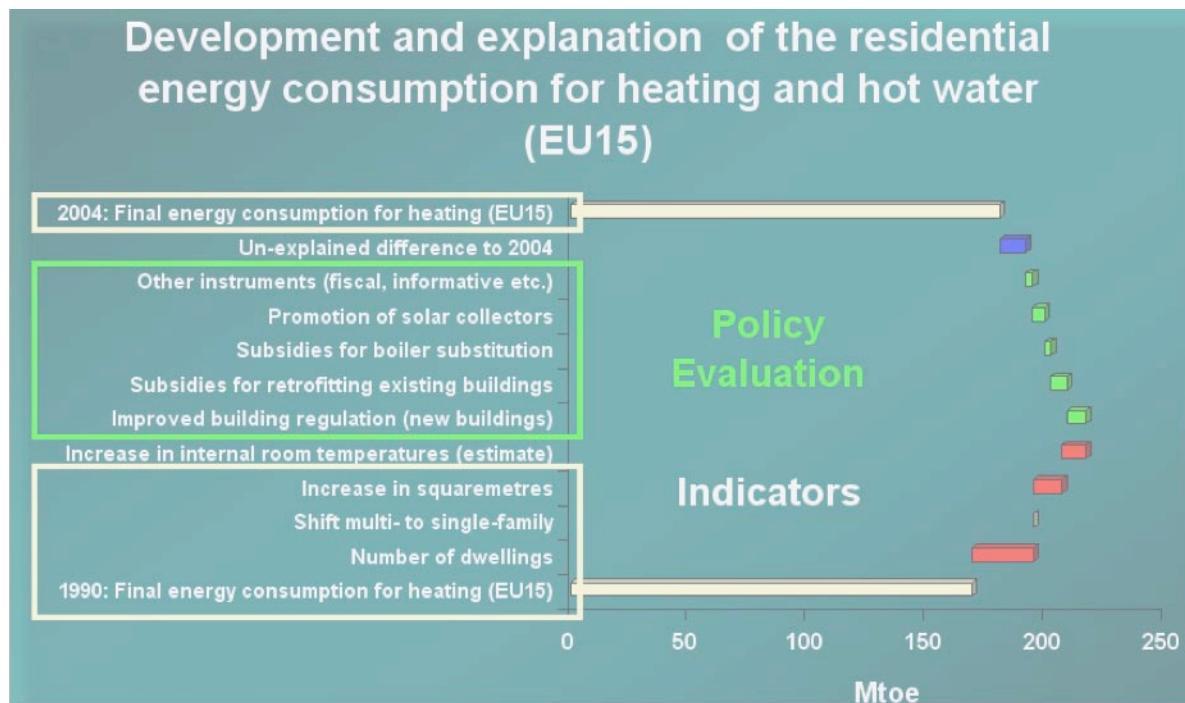
Im Rahmen dieses Projektes wurde auch eine ex ante Analyse der Energieeinsparungen, die mit den Maßnahmen im deutschen NEEAP bis 2016 möglich sind, umgesetzt. Zum Einsatz kam dabei ein MURE-Simulationstool, das im Rahmen des EU-Projekts EMEEES für diesen Zweck weiter entwickelt wurde. Ziel der Analyse war eine Antwort auf die Frage, ob die im NEEAP gegebenen Abschätzungen der möglichen Energieeinsparungen realistisch sind und daher ein Erreichen des Ziels plausibel erscheint.

#### 4.5.1 Methodisches Vorgehen

Das Vorgehen für Deutschland zur Verknüpfung von Bottom-up und Top-down Ansätzen unter Zuhilfenahme des MURE-Simulationstools ist in der folgenden Grafik für das Beispiel von wärmeseitigen Maßnahmen im Haushaltssektor skizziert:

- Bestimmung der relevanten Top-down Indikatoren (gelbe Balken)
- Korrektur des Top-down Ansatzes für verschiedene der oben genannten Faktoren (rote Blöcke in der Grafik). Für andere Maßnahmentypen sind insbesondere noch der autonome Fortschritt relevant (dieser dürfte bei dem gewählten Beispiel der wärmeseitigen Maßnahmen aber eine eher geringere Rolle spielen), sowie der Einfluss der Energiepreise (die im obigen Beispiel im Jahr 2004 aber noch auf sehr niedrigem Niveau im Vergleich zu heute lagen).
- Aufstellen der Bottom-up Wirkungen verschiedener Einzelmaßnahmen und Korrektur für die oben genannten störenden Effekte. Hierzu wird das MURE Simulationsmodell eingesetzt (siehe unten)
- Vergleich zwischen Bottom-up und Top-down Analyse.

Abbildung 5: Einsatz des MURE-Simulationsmodells zur Verknüpfung von Top-down und Bottom-up Evaluierung



Als Ergebnis dieses Arbeitsschrittes werden diejenigen Einsparungen abgeschätzt, die auf das Einsparziel unter der ESD anrechenbar wären.

Die Simulation des bundesdeutschen NEEAPs mit dem MURE-Tool beinhaltet dabei folgende Schritte:

## (1) Sektorspezifische Festlegung der generellen Simulationsmethode:

- Haushalte – Gebäude: detailliertes Bestandsmodell für Wohngebäude, basierend auf Daten des Wuppertal Instituts sowie umfassende Abbildung der Heizkessel nach einzelnen Technologien.
  - Haushalte – Strom: detailliertes Bestandsmodell für elektrische Geräte (Weiße Ware, Unterhaltungselektronik, Bürogeräte, Beleuchtung, Klimaanlagen)
  - GHD – Gebäude: analog zu Haushalten
  - Industrie, GHD – elektrische Querschnittstechniken und Prozesse: detailliertes Technologiemodell des Fraunhofer ISI auf der Basis von Anteilen der einzelnen Technologien am gesamten Energiebedarf des Sektors.

- Transport: Unterscheidung von PKW- und Güterverkehr auf der Ebene von Verkehrsmodi, wodurch sowohl die Berechnung von Einsparungen durch Verbesserung der technischen Effizienz der Fahrzeuge als auch durch eine Veränderung des Modal Splits und des Verhaltens ermöglicht wird.
- (2) **Auswahl und Parametrisierung der einzelnen Maßnahmen des NEEAP, für die eine Simulation mit dem MURE-Tool möglich ist.**
- (3) **Berechnung der für 2016 möglichen Einsparungen aus diesen Maßnahmen pro Sektor und insgesamt.**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Simulation der Maßnahmen des bundesdeutschen NEEAP mit dem MURE-Tool sektorweise dargestellt.

#### 4.5.2 Sektor Private Haushalte

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der MURE-Simulation der berücksichtigten Maßnahmen des bundesdeutschen NEEAP für den Sektor private Haushalte sowie im Vergleich dazu die im NEEAP selbst angegebenen Einsparungen:

Tabelle 4: Ex-ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Private Haushalte

	Einsparung 2016 - MURE Simulation		Einsparung 2016 - NEEAP Deutschl.	
	Summe in PJ	davon Strom in PJ bewertet mit Faktor 1 [in Klammer: bew. mit Faktor 2,5]	Summe in PJ	davon Strom in PJ bewertet mit Faktor 1 [in Klammer: bew. mit Faktor 2,5]
<b>M 1: CO2 Gebäudesanierungsprogramm</b>	60 *-130**	nicht berechnet	120-160	20-40 [50-100]
<b>M 2: Förderung energieeffizienter Neubau</b>	30*	nicht berechnet	5-15	5-15 [12,5-37,5]
<b>M 3: Markteinführungsprogramm für hocheffiziente Haushaltsgeräte</b>	14*	14* [35]	18-30	18-30 [45-75]
<b>M 4: Europäische Top-Runner-Strategie</b>				
<b>M 5: Vor-Ort-Energieberatung</b>	98*	5* [12,5]	55-110	5-8 [12,5-20]
<b>M 6: vzbv Energieberatung für private Verbraucher</b>				
<b>Private Haushalte insgesamt</b>	<b>202-272</b>	<b>19 [47,5]</b>	<b>198-315</b>	<b>48-93 [120-232]</b>
<b>M 28: Energieeinsparverordnung (EnEV) (sektorübergreifend)</b>	34*	nicht berechnet	50-60	0
* Einsparungen ohne autonome Entwicklung				
** Einsparungen inkl. autonome Entwicklung				

Die Simulation der ersten beiden Maßnahmen zum Gebäudebereich erfolgte durch eine Erhöhung der Durchdringungsraten von sanierten Gebäuden (M1) bzw. von energieeffizienten Neubauten (M2) nach den Zielvorgaben im NEEAP. Dabei wurden in MURE folgende Referenzwerte zum Energiebedarf der verschiedenen Gebäudetypen sowie Durchdringungsraten angenommen:

Tabelle 5: Ex-ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Verwendung von Referenzwerten

Gebäudetyp	kWh/m <sup>2</sup> Ein-/Zwei- familienhäuser	kWh/m <sup>2</sup> Mehrfamilien- häuser	Durchdringungsraten (%)	
			2004	NEEAP Szenario 2016
Alt (nicht saniert)	284	183	98,80	67,6
Alt (bereits saniert)	208	134	0,48	4,16
Alt (saniert nach hohem Standard)	119	83	0,72	<b>27,24</b>
Mittel	189	89	100	100
Neu (normaler EnEV-Standard)	119	83	100	63,4
Energiesparhaus 1	60		0	<b>6,2</b>
Energiesparhaus 2	40		0	<b>6,2</b>
Passivhaus	31		0	<b>24,3</b>

Alt = bis 1975; Mittel = 1976-2000; Neu = ab 2001

Bei der Simulation der Maßnahme 1, dem CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm, wurde außerdem mit zwei unterschiedlichen Baselines gerechnet: einer statischen Variante unter Einschluss der autonomen technischen Entwicklung (berechnet mit konstanten spezifischen Energieverbrauch des Jahres 2004, d.h. auf Grundlage der für 2004 unterstellten Durchdringungsraten) sowie eine Variante, bei der die autonome Entwicklung aus der Einsparwirkung herausgerechnet wird (indem der spezifische Energiebedarf neuer Gebäude auch autonom im Zeitablauf zurückgeht). Ein Vergleich der Ergebnisse der MURE-Simulation mit den Abschätzungen im NEEAP zeigt, dass die Einsparungen in der Berechnungsvariante unter Einschluss der autonomen Entwicklung in der gleichen Größenordnung liegt wie im NEEAP, während die zweite Variante deutlich darunter liegt.

Für alle übrigen Maßnahmen wird in der MURE-Simulation nur die Einsparwirkung ohne Einschluss der autonomen Entwicklung berechnet. Dies dürfte eine Ursache für Abweichungen zwischen den Ergebnissen der MURE-Simulation und der NEEAP-Abschätzung auch bei den auf den Stromverbrauch abzielenden Maßnahmen (M3 und M4) sein, auch wenn die baseline des NEEAP nicht bekannt ist. Für die MURE-Simulation der Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz elektrischer Geräte in Haushalten wurden darüber hinaus folgende Annahmen getroffen:

- Stärkere Erhöhung der Anteile energieeffizienter Gerätetassen großer Haushaltsgeräte als in der autonomen Entwicklung.
- Stärkere Durchdringung hoch energieeffizienter Unterhaltungselektronik und Bürogeräte.
- Stärkere Durchdringung effizienter Beleuchtungsoptionen.

Während die Ergebnisse der MURE-Simulation der Maßnahmen im Gebäudebereich und bei den elektrischen Geräten unter den Abschätzungen des NEEAP liegen, liegt die MURE-Simulation der Beratungsprogramme (M5 und M6) im oberen Bereich der NEEAP-Einsparungen. Dabei wurde eine gegenüber dem heutigen Stand dieser Beratungsprogramme deutliche erhöhte Anzahl von Beratungen angenommen. Um Doppelzählungen mit den auf die Gebäudehülle und elektrische Geräte ausgerichteten Maßnahmen 1 bis 4 zu vermeiden, wurden die Einsparwirkungen dieser Maßnahme in erster Linie im Hinblick auf eine Verbesserung der Heizungsanlage simuliert.

#### 4.5.3 Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Für die Sektoren Industrie und GHD konnten in MURE nur die Maßnahmen des NEEAP simuliert werden, die eindeutig bestimmten industriellen Querschnittstechniken (Druckluft, Beleuchtung, Heizung und Klimatisierung, Bürogeräte) zuzordnen sind. Der Sonderfonds Energieeffizienz in KMU, der technologieübergreifende Maßnahmen beinhaltet, konnte deshalb nicht berücksichtigt werden. Wie die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Ergebnisse zeigen, liegen die Abschätzungen der Einsparwirkungen mit der MURE-Simulation und im deutschen NEEAP für alle berücksichtigten Maßnahmen in der gleichen Größenordnung.

Tabelle 6: Ex ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Industrie und GHD-Sektor

	Einsparung 2016 - MURE Simulation	Einsparung 2016 - NEEAP Deutschland
	PJ	
<b>Industrie</b>		
M 16: Contracting Druckluft	5	5-6
M 17: Contracting Beleuchtung	2,6	2-3
M 18: Contracting Heizung, Lüftung, Klimatisierung (HLK)	4	3-5
M 19: Sonderfonds Energieeffizienz in KMU im Industriesektor	nicht berechnet	29-42
M 20: Europäische Top-Runner-Strategie	7	6-8
<i>Industrie insgesamt</i>	19	45-64
<b>GHD</b>		
M 10: Modernisierung lichttechnischer Anlagen im Außenbereich	3	3
M 12: Sonderfonds Energieeffizienz in KMU im GHD-Sektor	nicht berechnet	29-40
M 13: Europäische Top-Runner-Strategie	13	8-15
M9, M11: Contracting in Bundesliegenschaften, Mission E (Bundeswehr)	nicht berechnet	2-4
<i>GHD insgesamt</i>	16	44-66

Hinter den Abschätzungen der Einsparwirkung mit dem MURE-Tool stehen dabei folgende Annahmen:

- Contracting Industrie: analog zum NEEAP wurde angenommen, dass 30 % des existierenden technischen Potenzials der jeweiligen Querschnittstechniken durch Contracting realisiert wird.
- Europäische Top-Runner-Strategie (Industrie und GHD): Kombination von Mindeststandards und Labelling für effiziente Motoren (IE2 und IE3), Ventilatoren, Pumpen, Beleuchtung, Bürogeräte.
- Straßenbeleuchtung: stärkere Durchdringung effizienter Beleuchtungsoptionen.

#### 4.5.4 Sektor Transport

Für die Simulation der Maßnahmen im Transport-Sektor mit dem MURE-Tool wurden ähnliche Annahmen zu Grunde gelegt wie im deutschen NEEAP. Die auf dieser Grundlage berechneten Einsparungen liegen auch in vergleichbarer Größenordnung, auch wenn es nicht möglich ist, die jeweils unterstellte Referenzentwicklung direkt zu vergleichen.

Tabelle 7: Ex ante Evaluation des bundesdeutschen NEEAP: Verkehrssektor

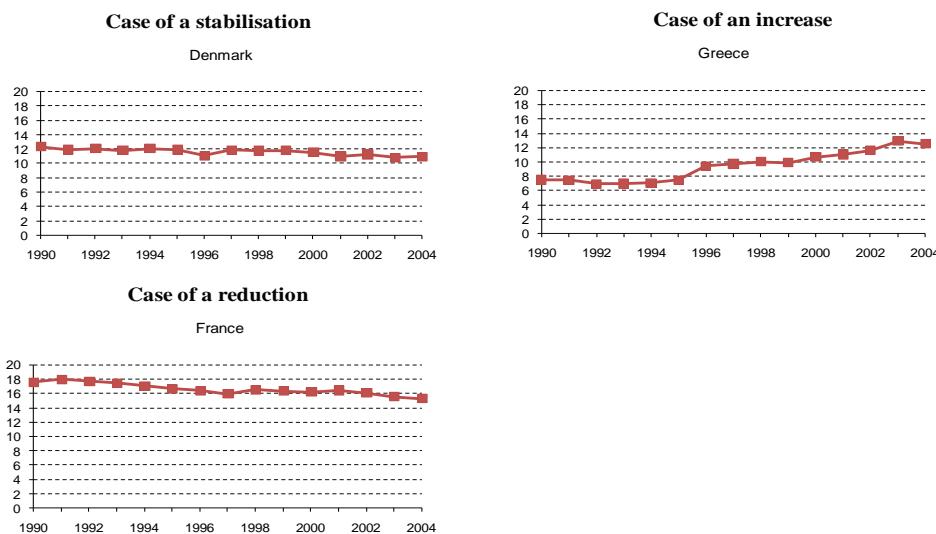
Transport	Einsparung 2016 - MURE Simulation	Einsparung 2016 - NEEAP Deutschland
	PJ	
M 23: Förderung der Mobilitäts-Kommunikation und Citylogistik	6	4-6
M 24: Sonderfonds Energieeffizienz in KMU (Optimierung von Antrieben und Kraftstoffen für PKW und LKW)	91	100-200
M 25: Kampagne "Energieeffizienz & Mobilität"	64	20-65
M 26: Verbesserung der Infrastruktur zur Nutzung von Fahrrädern	26	34-40
<i>Transport insgesamt</i>	187	159-231

## 5. Prinzipielle Vorgehensweise bei Top-down Evaluationen bei der Berechnung von ESD-Endenergieeinsparungen

### 5.1 Bereinigung „scheinbarer“ Gesamteinsparungen

Mit Top-down Methoden werden die gesamten Energieeinsparungen aus der Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert eines speziellen statistischen Indikators eines bestimmten Jahres und dem hypothetischen Wert, der aus einem angenommenen Referenzverlauf für dieses Jahr ermittelt wird, berechnet. Die einfachste Form eines Referenzverlaufes ist die Auswahl eines Indikatorenwertes in einem gewählten Basisjahr. Die resultierenden Energieeinsparungen werden „Gesamteinsparungen“ genannt (auch wenn „scheinbare Gesamteinsparungen“ eine angemessenere Bezeichnung wäre). Diese intuitive Annahme ergibt jedoch überhaupt nur einen Sinn für Indikatoren, die die „richtige“ Entwicklung im Jahresverlauf haben, also eine Entwicklung hin zu einer größeren Energieeffizienz. Dies ist jedoch nur der Fall bei etwa 60% aller 14 in EMEES untersuchten Indikatoren und Ländern. In allen anderen Ländern lässt sich vor dem Hintergrund steigender, schwankender oder stabiler Trends keine derartige „positive“ Entwicklung ausmachen (siehe Beispiel in Abbildung 6).

Abbildung 6: Endenergieverbrauch pro m<sup>2</sup> für Wärmebereitstellung (koe)<sup>9</sup> im Bereich Private Haushalte für drei ausgewählte EU Mitgliedsstaaten



Quelle: Odyssee-Indikatoren

<sup>9</sup> Kilogramm Öl-Äquivalent

Der Grund hierfür sind strukturelle Effekte, die auch zu Veränderungen des Indikatorwertes führen, aber nichts mit Energieeffizienz zu tun haben. Daher müssen diese strukturellen Effekte mit möglichst geringem Aufwand korrigiert werden, bevor Energieeinsparungen berechnet werden. Solche Korrekturen können mit Hilfe von Bottom-up Modellierungen einiger dieser Effekte unternommen werden. Durch die Beseitigung aller strukturellen Effekte sollten dann berechnete „scheinbare Gesamteinsparungen“ den erzielten gesamten Energieeinsparungen entsprechen.

Eine weitere Möglichkeit besteht prinzipiell darin, den Referenzverlauf für die gesamten Energieeinsparungen aus einem Bottom-up Ansatz des Energieverbrauches zu berechnen, der dem Indikator zugrunde liegt, mit der Annahme einer konstanten Energieeffizienz. Dieser Ansatz wurde in EMEEES jedoch nicht getestet.

Nutzt man Top-down Methoden zur Berechnung von *zusätzlichen* Energieeinsparungen, bietet sich zur Festlegung einer Referenz eine Regressionsanalyse vergangener Indikatorverläufe an, die einen autonomen technischen Fortschritt widerspiegeln würde. Innerhalb der Fallstudien des EMEEES-Projekts war dies allerdings nur in einigen Fällen schlüssig. In den Fällen, in denen dies nicht schlüssig ist, bietet sich ein Bottom-up Ansatz der Berechnung von Energieverbräuchen an, der einen solchen Indikator und entsprechende strukturelle Veränderungen untermauern könnte. Die Top-down Studien im EMEEES-Projekt konnten allerdings dies nicht umsetzen.<sup>10</sup>

Zur Quantifizierung der Auswirkungen der Preisentwicklungen auf Energie-Märkten wurden einfache ökonometrische Methoden unter der Berücksichtigung einiger Kriterien angewendet:

- die Notwendigkeit einer Transparenz und Harmonisierung zwischen den Ländern,
- die Möglichkeit einer schnellen Umsetzbarkeit und eines Verständnisses darüber, wie solche Methoden letztlich von den Ländern eingesetzt werden müssen,
- die Datenbeschränkungen, insbesondere bzgl. zusätzlich erklärende Variablen (z.B. Preis/Steuer auf Autos, Kosten für die Ausrüstung) sowie die Unsicherheit der genutzten Daten.

---

<sup>10</sup> siehe: Thomas et al. 2009

Die typische Regressionsgleichung lautet folgendermaßen:

$$\ln \mathbf{ES} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \mathbf{T} + \mathbf{c} \ln \mathbf{P} + \mathbf{d} \ln \mathbf{A} + \mathbf{K}$$

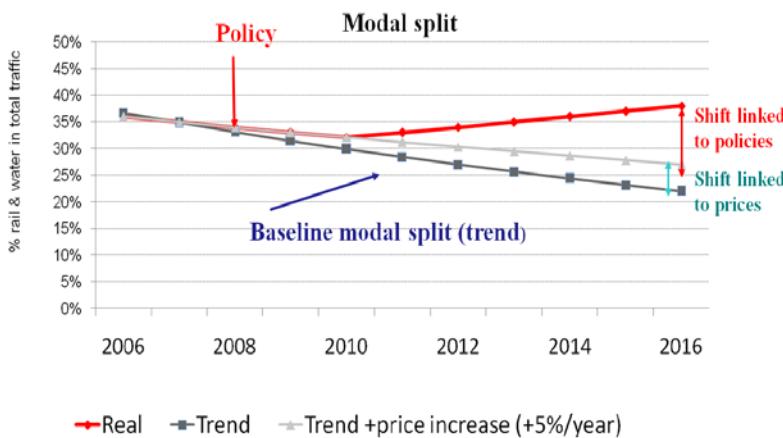
mit:

**In:** Logarithmus; **ES:** Energieeinsparindikator; **a:** eine Konstante; **b:** Verlauf; **T:** Zeit; **P:** Energiepreis; **c:** Preiselastizität ; **A:** Makroökonomische Variable (z.B. BIP) um den Einfluss des Konjunkturzyklus zu erfassen; **d:** Elastizität zum BIP; **K:** konstanter Koeffizient

Die Schätzung der Regressionskoeffizienten wird über einen Zeitraum durchgeführt, der endet, bevor die Auswirkungen von Maßnahmen bewertet werden müssen (z.B. vor 1995). Unter Nutzung des Koeffizienten können für den Zeitraum, zu dem die ESD-Einsparungen berechnet werden, die Wirkungen der verschiedenen Effekte bereinigt werden (i.e. 2008-2016) (Abbildung 7). Der Preis-Effekt lässt sich in zwei Komponenten unterteilen: der Marktenergiepreis (Markt-Komponente) und die Energiesteuer (politische Komponente), mit der Annahme einer gleichen Preiselastizität.

Abbildung 7: Hypothetisches Beispiel für die Berechnung von Änderungen in einem Indikator vs. Referenzverlauf, der durch Regressionsanalysen festgelegt wurde (Indikator für Verkehrsanteile im Güterverkehr)

➤ Assumption of the implementation of a policy in 2008 with first impact in 2010 (rail and water traffic market share assumes to increase by 1% each year)



## 5.2 EMEEES Top-Down Anwendungen

### 5.2.1 Zusätzliche Energieeinsparungen

Energieeinsparungen, die **zusätzlich** zu einem autonomen Trend und zu erzielten Einsparungen aufgrund der Zunahmen von Marktenergiepreisen, konnten im Prinzip über eine **Regressionsanalyse** evaluiert werden. Dies entspricht der Starthypothese im EMEEES-Projekt: eine Regression über vergangene Perioden, in denen keine unterstützende Maßnahmen eingeführt waren, liefert die Referenz-Projektion. Deren Verlängerung in die Periode 2008-2016 würde es ermöglichen, erzielte ESD Energieeinsparungen im Vergleich mit der tatsächlichen Entwicklung des Indikators zu berechnen.

Die Vorteile eines derartigen Ansatzes sind,

- (1) dass die Berechnung der **zusätzlichen Energieeinsparung** nur aus **statistischen Daten** ermöglicht wird, und
- (2) **zusätzliche Energieeinsparung** sogar für die Indikatoren zu berechnen möglich ist, die noch nicht einmal **“scheinbare“ Gesamtenergieeinsparungen** abbilden.

Die Analyse der EMEEES-Fallstudien blieb jedoch überwiegend indifferent. In den wenigsten Fällen war es z.B. möglich, einen Referenztrend für alle Länder zu identifizieren. Eine Ausnahme bildet jedoch die (durchweg politikinduzierte) Diffusion von solarthermischen Anlagen. In diesem Falle ist die Referenz eine ausbleibende Marktdurchdringung. Ob dies jedoch auch für die Zukunft gilt, müsste allerdings analysiert werden.

Dieselben indifferenten Ergebnisse erzielte die erfolgte Korrektur von Marktenergiepreisen. Aus diesem Grund wurden **EU Ausgangswerte (default values)**, sowohl für die Korrektur der **Marktenergiepreise**, als auch für den **autonomen Trend** für die **spezifischen Energieverbrauchsindikatoren** herangezogen.

- Für Marktenergiepreise ist als **EMEEES Vorschlag** eine **Preiselastizität zwischen -0,1 und -0,2** zu verwenden und nur die Referenzentwicklung für die Effekte von Marktenergiepreiserhöhungen zu korrigieren.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Die Preiselastizität ist ein Indikator für die Messung von relativen Änderungen von Angebots- und Nachfragemengen bei Eintreten einer relativen Preisänderungsentwicklungen. Die Werte sind auf Basis empirischer Untersuchungen vorsichtig angelegt, um den Einfluss der Preise nicht zu überschätzen.

- Für den Referenztrend von **spezifischen Energieverbrauchsindikatoren** (z.B. für Autos und Geräte), ist der Vorschlag von EMEEES, den **durchschnittlichen Trend der drei Länder mit der geringsten Abnahme** für den Wert des Indikators zu verwenden (d. h., niedrigste prozentuale Änderung pro Jahr). Dies beruht auf der Annahme, dass diese Länder ohne (starke) nationale EEI-Maßnahmen sind. Solche EU Ausgangswerte für autonome Trends spezifischer Energieverbräuche sollten mit entsprechenden Baselines für die Berechnung von EU Ausgangswerten für **Bottom-up** Evaluierungsmethoden für denselben Typ der Geräte harmonisiert werden. Der durch die Top-down Analyse erreichte Wert würde einen Ausgangspunkt für eine solche Harmonisierung sein.

Solch ein Ausgangswert wurde für den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von Autos entwickelt (vgl. Lapillon et al. 2009). Aufgrund des Budgets und der Dateneinschränkungen war es innerhalb des EMEEES-Projektes nicht möglich, durchschnittliche EU Ausgangswerte oder länderspezifische Werte für die Referenzentwicklung anderer spezifischer Energieverbrauchsindikatoren (z.B. für Geräte) zu entwickeln.

Für **spezifische Energieverbrauchs- oder Diffusionsindikatoren** zeigen die Ergebnisse der Länderstudien gewöhnlich derart unterschiedliche Ergebnisse, dass es nicht möglich sein wird, auf EU-Ebene Ausgangswerte für Referenztendenzen zu definieren. Daher müssen **länderspezifische Trends** definiert werden. Für einige Länder und Indikatoren kann dies mit Hilfe der Regressionsanalyse-Methode umgesetzt werden.

Außerdem sind nicht alle Indikatoren für alle oder die meisten EU-Mitgliedstaaten verfügbar.

### 5.2.2 Gesamte Energieeinsparungen

Theoretisch können die gesamten Energieeinsparungen aus der Differenz zwischen dem Wert des Indikators im Basisjahr und dem aktuellen Wert des Indikators im Messjahr (z.B. 2016) berechnet werden, wenn alle Struktureffekte, die auf diesen Indikator wirken, korrigiert wurden. Die gesamten Energieeinsparungen entsprechen dann in der Praxis den „scheinbaren Gesamtenergieeinsparungen“.

Wie allerdings die Analyse der EMEEES-Fallstudien gezeigt hat, können nur etwa 60% aller 14 analysierten Indikatoren und Länder „scheinbare“ Gesamtenergieeinsparungen ausweisen. Nur für diese Indikatoren und Länder zeigen die Trends in die „richtige“ Richtung. Der Grund dafür muss darin liegen, dass noch immer strukturelle Auswirkungen aufgrund von Mangel an Daten nicht bereinigt sind oder bereinigt werden konnten.

Daher ist es in der Praxis nur, für einige spezifische Energieverbrauchsindikatoren möglich davon auszugehen, dass "scheinbare" Gesamtenergieeinsparungen eine gute Annäherung an die Gesamtenergieeinsparungen sind. Für alle anderen Indikatoren würden keine Einsparungen ermittelt werden können und/oder zu inkonsistenten bzw. willkürlichen Energieeinsparungsmaßnahmen zwischen den Mitgliedstaaten führen.

### 5.2.3 Anwendbare Top-down Berechnungsmethoden

Abschließend fasst die Tabelle 6 zusammen, welche Top-down Berechnungsmethoden auf der Grundlage von ODYSSEE-Indikatoren in EMEEES analysiert wurden und welche von ihnen für ein harmonisiertes System für die Berechnung der ESD anwendbar erscheinen. Dies sind die fünf in der Tabelle mit "ja" markierten Methoden in der Spalte "zutreffend". Drei sind mit einem "manchmal" gekennzeichnet, da sie von der jeweiligen Ausgangssituation in einem Land abhängig sind. Um eine Doppelzählung zu vermeiden, kann die Methode für die allgemeine Energiebesteuerung nicht zur Anwendung kommen, wenn bereits eine Korrektur für den Energiemarktpreis und eine Berechnung der Energieeinsparungen durch Besteuerung in den anderen Fällen ebenfalls erfolgt (daher "Ja \*").

Tabelle 8: Anwendbare reine Top-down Methoden, wenn Daten vorhanden und Korrekturen möglich

Full title	Robust results?	Data MS	Applicable
Building shell and heating systems	Some	EU-15	sometimes
Household, all electricity for non-heating end-uses	No	EU-15	
Specific white goods (refrigerators)	Yes	EU-15 (most)	yes
Solar thermal collectors / solar heaters	Yes	all	yes
Building shell and heating systems	Yes	few	
Electricity end-uses in Services	No	few	
Thermal energy uses in Industry	No	EU-15 (all)	
Industrial electricity use	No	EU-15 (all)	
Industrial CHP	No	all	
New cars	Yes	many	yes
Improvement of car, bus and truck stock	Yes	many	yes
Modal shift in passenger transport	Some	most	sometimes
Modal shift in goods transport	Some	most	sometimes
General energy taxation	Yes*	all	yes*

In EMEEES wurde die Verfügbarkeit von Basisdaten für jeden einzelnen Indikator, bzw. jede einzelne Top-down Methode und jeden einzelnen Mitgliedsstaat überprüft.<sup>12</sup>

Die Energieeinsparungen, die mit den beiden Methoden „Neue Fahrzeuge“ und „Kfz-Bestand“ berechnet wurden, dürfen nicht aufaddiert werden, da die aus dem Kfz-Bestand erhaltenen Energieeinsparungen die Energieeinsparungen aus neuen Autos enthalten (weitere Informationen, siehe Lapillonne/Desbrosses 2009)

Ein Problem bei Top-down Verfahren besteht darin, dass auf der aggregierten Ebene, auf der sie eingesetzt werden, stochastische und systematische Energieverbrauchsschwankungen die Energieeinsparungen überlagern können. Als Faustregel kann hier gelten, dass erst ein zu messender Energiespareffekt von mindestens 5% des Energieverbrauchs einigermaßen zuverlässig vom „Grundrauschen“ isoliert werden könnte (vgl. auch Wuppertal Institut/BEM 1996).

---

<sup>12</sup> Vgl. Lapillonne and Debrosses 2009, Anhang 5

**Teilband B:**  
**Maßnahmen in Sektoren**

## 6. Maßnahmen im Sektor Industrie

### 6.1 Gesetzliche Instrumente und freiwillige Selbstverpflichtungen

#### 6.1.1 Freiwillige Selbstverpflichtungen

Nr. im NEEAP	Maßnahme	Beschreibung	Status
IND 31	Freiwillige Vereinbarung	1995 erste freiwillige Vereinbarung, unterschrieben von 14 industriellen Sektoren zur Steigerung der Energieeinsparung und CO2-Minderung. Auf diese Sektoren entfallen zwei Drittel des industriellen Energieverbrauchs. Zieljahr: 2005.	aktualisiert
IND 32	„Erklärung zur Verhinderung der globalen Erwärmung“	Im März 1996 aktualisierte die deutsche Industrie die freiwillige Vereinbarung im Rahmen ihrer „Erklärung zur Verhinderung der Globalen Erwärmung“. Die Vereinbarung erstreckt sich nunmehr auf mehr als 70 % des industriellen Energieverbrauchs und auf 99 % der öffentlichen Elektrizitätserzeugung. Zieljahr: 2005.	aktualisiert
IND 33	Freiwillige Vereinbarung zum Klimaschutz	Eine Aktualisierung einer erweiterten Vereinbarung zur Klimavorsorge von 2000 enthält die Verpflichtung zum Ausbau von KWK. Zieljahre: 2005 und 2012 (bei KWK 2010)	In Kraft
IND 34	Ergänzung der freiwilligen Vereinbarung zum Klimaschutz	Ergänzung der Vereinbarung vom November 2000 durch die "Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Minderung von CO2-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung". Zieljahr: 2010	In Kraft

Quelle: BMWi 2007

## Kurzbeschreibung

Im März 1995 wurde zwischen der damaligen Bundesregierung und dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) sowie 16 Unternehmensverbänden die „*CO<sub>2</sub>-Selbstverpflichtung*“ geschlossen. Diese Vereinbarung sah vor, die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und den spezifischen Energieverbrauch der deutschen Wirtschaft bis 2005 gegenüber 1987 um bis zu 20 % zu senken. Im März 1996 wurde die CO<sub>2</sub>-Selbstverpflichtung zwischen der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft aktualisiert, präzisiert und erweitert. Als neues Bezugsjahr wurde 1990 festgelegt, die Vereinbarung wurde von zwei weiteren Verbänden unterstützt. 12 der insgesamt 18 Verbände legten sich auf eine Minderung der absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen fest. Im Gegenzug sagte die Bundesregierung zu, dieser privatwirtschaftlichen Initiative Vorrang vor ordnungsrechtlichen Maßnahmen zu geben. Im Vorfeld der in Den Haag stattfindenden Klimaschutzkonferenz schlossen die Bundesregierung und die deutsche Wirtschaft die „*Erweiterte Vereinbarung zur Klimavorsorge*“. Diese vom 9. November 2000 stammende Vereinbarung wurde außer vom BDI vom Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW), dem Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) und dem Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) unterzeichnet und von weiteren 14 Verbänden des Produzierenden Gewerbes getragen. Zusätzlich kamen 2001 bzw. 2002 die Elektrotechnik- und Elektronikindustrie sowie der Steinkohlenbergbau, vertreten durch den Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) bzw. deutschen Steinkohlenbergbaus (GVSt) hinzu. Der Mineralölwirtschaftsverband (MWV) hat im September 2001 eine die Raffinerien betreffende Klimaschutzerklärung ausgesprochen. Zuvor hatte der MWV bereits eine Klimaschutzerklärung für den Wärmemarkt abgegeben. Die erweiterte Vereinbarung zur Klimavorsorge hat bis heute Gültigkeit. Darin verpflichtet sich die deutsche Wirtschaft, die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2005 um 28 % gegenüber 1990 zu senken. Darüber hinaus wurde bis 2012 eine Reduzierung der Emissionen der sechs Kiotogase – gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten – um 35 %, ebenfalls gegenüber dem Basisjahr 1990, zugesagt (BDI 2000). In Ergänzung dazu ist am 25. Juni 2001 eine spezielle Vereinbarung zur Förderung der CO<sub>2</sub>-Minderungen durch die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung getroffen worden, mit der von 1998 bis 2005 eine Emissionsminderung von 10 Mill. t, bis 2010 sogar von bis zu 23 Mill. t erreicht werden soll. Durch dieses Massnahmenbündel und die Klimavereinbarung sollen bis 2012 mindestens 43 Mill. t CO<sub>2</sub> vermieden werden. Die erweiterte Klimavereinbarung umfaßt inzwischen 19 Einzelverpflichtungen, Basisjahr für alle Selbstverpflichtungen ist 1990. Während manche Verbände sich auch Ziele für das Jahr 2005 gesetzt haben, ist allen Erklärungen das Zieljahr 2012 gemein. Das Spektrum der Minderungszusagen ist vielfältig: Die Reduktionsziele beziehen sich nicht immer unmittelbar auf die Höhe der *absoluten*, in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ausgedrückten Treibhausgasemissionen, sondern häufig in mittelbarer Weise auf die Minderung der *spezifischen* Treibhausgasemissionen oder auf die des *spezifischen* Energieverbrauchs. In der weit überwiegenden Zahl aller beteiligten Industriesektoren sind dabei lediglich CO<sub>2</sub>-Emissionen relevant. Eine Besonderheit ergibt sich für den Sektor der Elektrizitätserzeugung. Anlagen zur Stromerzeugung werden größtenteils von Unternehmen der allgemeinen Elektrizitätswirtschaft betrieben. Für diese hat stellvertretend der damalige VDEW eine

Selbstverpflichtungserklärung abgegeben. Daneben werden in geringerem Umfang auch von der Industrie Anlagen zur Eigenstromerzeugung betrieben. Diese wird in Fragen der Energiewirtschaft vom VIK betreut. Der Energieverbrauch der industriellen Anlagen wird vom jeweiligen Branchenverband erfasst. Um Doppelzählungen des Energieverbrauchs zu vermeiden, wurde vom VIK auf eine Spezifizierung eines Klimaschutzzieles verzichtet (RWI 2008). In der folgenden Tabelle sind die Minderungszusagen der einzelnen Industriesektoren zusammengestellt.

Tabelle 9: Klimaschutzerklärungen der deutschen Wirtschaft (Minderungszusagen gegenüber 1990)

Industriesektor	Minderungsziele	Zieljahr
Allg. Elektrizitätswirtschaft	Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen um 25 Mill. t auf 264 Mill. t CO <sub>2</sub>	2015
Chemische Industrie	30 % des energiebedingten spezifischen Energieverbrauchs 30 % der energiebedingten absoluten CO <sub>2</sub> -Emissionen 2005 35 bis 40 % des energiebedingten spezifischen Energieverbrauchs 45 bis 50 % der CO <sub>2</sub> -Äquivalente der energiebedingten CO <sub>2</sub> - und N <sub>2</sub> O-Emissionen	2005 2005 2012 2012
Eisenschaffende Industrie	22 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Rohstahl	2012
Elektrotechnik- und Elektronikindustrie	35 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Mill. € 40 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Mill. €	2005 2012
Feuerfestindustrie	33 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Feuerfest-Erzeugnisse 35 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Feuerfest-Erzeugnisse	2005 2012
Gasfach	45 Mill. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente pro Jahr an klimarelevanten Gasen	2012
Glasindustrie	10 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Glas Bis zu 20 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Glas	2005 2012
Industrielle Kraft-Wärme-Wirtschaft	Kein konkretes Klimaschutzziel (zur Vermeidung von Doppelzählungen)	
Kaliindustrie	66 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t verarbeitetem Rohsalz 78 % der absoluten CO <sub>2</sub> -Emissionen 69 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t verarbeitetem Rohsalz 79 % der absoluten CO <sub>2</sub> -Emissionen	2005 2005 2012
Kalkindustrie	15 % der brennstoffbedingten spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Kalk 15 % der brennstoffbedingten spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Kalk	2005 2012
Keramische Fliesen und Platten	22 bis 26 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Fliesen und Platten 30 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Fliesen und Platten	2005 2012
Mineralölwirtschaft	10 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen der Raffinerien pro t Bruttoraffinerieerzeugung Steigerung des durchschnittlichen Jahresnutzungsgrades der Ölheizungsanlagen um 23 bis 25 % Steigerung des durchschnittlichen Jahresnutzungsgrades der Ölheizungsanlagen um 27 bis 30 %	2012 2005 2012
Nichteisen-Metallindustrie	22 % des spezifischen Energieverbrauchs pro t NE-Metalle 24 % des spezifischen Energieverbrauchs pro t NE-Metalle	2005 2012
Steinkohlenbergbau	70 % der absoluten CO <sub>2</sub> -Emissionen	2005

	75 % der absoluten CO <sub>2</sub> -Emissionen 70 % der Methan-Emissionen	2012 2012
Textilindustrie	28 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen 59 % der absoluten CO <sub>2</sub> -Emissionen	2005 2012
Zellstoff- und Papierindustrie	35 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Papier	2012
Zementindustrie	28 % der energiebedingten spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Zement	2012
Ziegelindustrie	27,7 % des spezifischen Energieverbrauchs pro kg gebrannter Ziegel 28 bis 30 % der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro t Ziegel	2005 2012
Zuckerindustrie	Verringerung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen auf 81 bis 87 kg/t Rüben (Minderung von 42,9 % bis 46,8 %) Reduktion des spezifischen Energiebedarfs auf 29 kWh/dt Rüben (Minderung von rund 41 %) Verringerung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen auf 79 bis 85 kg/t Rüben (Minderung von 44,1 % bis 48,0 %)	2005 2005 2012

Quelle: RWI 2008 (nach Angaben der Verbände)

### Monitoring der Selbstverpflichtung

Die Bundesregierung und die deutsche Wirtschaft haben vereinbart, die Umsetzung und Weiterentwicklung der Klimavorsorgevereinbarung durch ein unabhängiges, wirtschaftswissenschaftliches Institut überprüfen und bewerten zu lassen. Das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI Essen) wurde hiermit beauftragt und führt ein regelmäßiges Monitoring durch. Basis dieses Monitorings sind die von den einzelnen Wirtschaftsverbänden regelmäßig vorgelegten *Fortschrittsberichte* (siehe [www.rwi-essen.de](http://www.rwi-essen.de); link: Forschung: CO2-Monitoring), die derzeit bis zum Jahr 2007 vorliegen, sowie Angaben des Statistischen Bundesamtes. Der aktuelle Monitoringbericht des RWI beschreibt die CO2-Minderungen der einzelnen Industriesektoren, die im Zeitraum 2005 bis 2007 erzielt wurden und gibt darüber hinaus einen Überblick über die von diesen Sektoren seit 1990 erreichten CO2-Minderungen (RWI 2008). Je Branche wird dargestellt:

- Beurteilung der Datenbasis
- Energieverbrauch, Produktionsmenge
- Kurzbeschreibung des Produktionsprozesses
- Darstellung der Selbstverpflichtung
- Bis 2007 erreichte CO2-Minderungen
- Ursachenanalyse
- Ausgewählte Maßnahmen zur CO2-Minderung
- Zusammenfassung und Bewertung

Aus der Ursachenanalyse wird deutlich, dass insbesondere

- Veränderungen im Energieträgermix

- Verbesserung der Umwandlungseffizienz durch Stilllegung alter Anlagen in den NBL und Neubau moderner Anlagen Anfang der 90er Jahre
- Rückgang der Produktionsmenge oder Veränderung des Produktionsportfolios, sowie
- Modernisierungsmaßnahmen

Emissionsminderungen bewirken, aus denen z.T. ein hoher Zielerreichungsgrad der Selbstverpflichtung resultiert (z.B. Glasindustrie: Zielerreichungsgrad 2005: 200 %). Im Rahmen der Fortschrittsberichte der Verbände werden Modernisierungsmaßnahmen in den einzelnen Unternehmen nach Art, Investitionshöhe sowie Emissionsverminderung dargestellt.

### **Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung**

In den Fortschrittsberichten der Verbände liegen für spezifische Maßnahmen, die Emissionsminderungen bewirken, Angaben zu

- der Art der Maßnahme
- den Kosten und
- der erreichten Emissionsminderung

vor. Um Endenergieeinsparungen zu ermitteln, sind jedoch weitere Angaben erforderlich, die nicht in den Fortschritts- und Monitoringberichten verfügbar sind. Die obigen Ausführungen zu den durchgeföhrten Maßnahmen legen im übrigen nahe, dass der Anteil der Endenergieeinsparmaßnahmen an den erreichten Emissionsminderungen gering sein wird. Falls sie berücksichtigt werden sollen, wird vorgeschlagen, mit den beteiligten Industrieverbänden zu vereinbaren, das Monitoring der Maßnahmen in den Mitgliedsunternehmen zu erweitern. Pro Maßnahme, die zu Energieeinsparungen führt, sollte ein Datenblatt mit Mindestangaben (Ist-/Plan-Zustand; Wirkungsgradverbesserung, Ersatz, Ausnutzungsgrad etc. für Maßnahmen zur Endenergieeinsparung, (siehe Abb. 1) ausgefüllt werden. Entsprechend ESD werden nur Maßnahmen bei Anlagen erfasst, die nicht dem Emissionshandel unterliegen. Nur Maßnahmen, für die Datenblätter ausgefüllt werden, sollten angerechnet werden. Die Plausibilitätsprüfung sollte durch eine noch zu schaffende "Clearing-Stelle" mit entsprechendem technischen Know-how erfolgen. Die Maßnahmen müssen transparent dargestellt werden, so dass Überschneidungen sichtbar und klar abgegrenzt und so Doppelzählungen vermieden werden. Die gesamte, direkte Endenergieeinsparung pro umgesetzter Maßnahme ergibt sich aus den auf Plausibilität geprüften und ggf. korrigierten Angaben aus dem Datenblatt. Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch das Startjahr und die Wirkzeit der Endenergieeinsparungen, um die Endenergieeinsparungen ermitteln zu können, die gemäß der von der Bundesregierung bzw. EU-Kommission noch zu präzisierenden Vorgaben anrechenbar sind und im Zieljahr der ESD 2016 noch wirken, d. h. nach dem Zieljahr der getroffenen freiwilligen Vereinbarungen.

Abbildung 8: Datenblatt für Maßnahmen zur Steigerung der Endenergieeffizienz von Geräten und Anlagen in der Industrie

<b>Datenblatt zur Ermittlung von Endenergieeinsparungen</b>			
Maßnahme: Ersatz oder Optimierung von Anlagen			
<b>Kurz-Beschreibung des Ist-Zustands</b>			
Name des Unternehmens, in dem die Maßnahme durchgeführt wird			
Funktionsbereich/Gebäudeteil/Anlage (z.B. Druckluftanlage)			
Betriebszeiten in diesem Bereich:			
Mo von	Uhr	bis	Uhr
Di von	Uhr	bis	Uhr
Mi von	Uhr	bis	Uhr
Do von	Uhr	bis	Uhr
Fr von	Uhr	bis	Uhr
Sa von	Uhr	bis	Uhr
So von	Uhr	bis	Uhr
Anlage/Anlagentyp:			
Hersteller:			
Angaben:	zur Leistung/Leistungsübertragung (je nach Art der Maßnahme spezifizieren; ggfs. differenzieren nach mittlerer elektrischer/thermischer/Kälte-Leistung, max. Belastung, Leerlauf, Durchschnitt, Nennleistung, Leistungsübertragung, Leistungskennziffern-/faktoren, elektr./mechan. Auslastung)		
spezifizierter Wirkungsgrad in %:			
Anmerkungen:	Weitere Angaben zum Ist-Zustand der Anlage, die für die Bewertung wichtig sind (z.B. Angaben zu Leckagen, Kältemittel, Abwärmenutzung bei Kälteerzeugung, Angaben zu Regelungs-/Steuerungseinrichtungen)		
Benutzungsdauer:		h/Jahr	
<b>Endenergieverbrauch pro Jahr nach Energieträger</b>			
Endenergie	Energieverbrauch kWh/a	dav. HT kWh/a	NT kWh/a
Strom			
Gas			
Öl			
Fernwärme			
Andere (spezifizieren)			
<b>Kurzbeschreibung der Maßnahme</b>			
(evtl. weiteres Blatt zur Erläuterung beifügen)			
<b>Einsparungen/Nutzungsdauer/Umsetzungszeitplan</b>			
<b>Energieverbrauch pro Jahr nach Energieträger nach Umsetzung der Maßnahme</b>			
Endenergie	Energieverbrauch kWh/a	dav. HT kWh/a	NT kWh/a
Strom			
Gas			
Öl			
Fernwärme			
Andere (spezifizieren)			
Benutzungsdauer:		h/Jahr	
Beginn der Umsetzung der Maßnahme geplant ab:			
Erste Einsparung geplant ab:			
Abschluss der Umsetzung erfolgt am:			
Nutzungsdauer der Einsparung in Jahren:			
<b>Rückwirkungen auf andere Bereiche und Maßnahmen</b>			
Wirkt die Maßnahme auf andere Bereiche und Maßnahmen und führt zu Mehr- oder Minderverbräuchen?			
Wenn ja: Wo und in welcher Höhe?			
<b>Messung und Nachweis der Einsparungen</b>			
Hier Mess- und Prüfprotokolle oder sonstige Nachweise beifügen			

Die Summe der Endenergieeinsparungen sämtlicher spezifischer Maßnahmen ergibt dann die gesamte Energieeinsparung im Jahr x der Maßnahme "Selbstverpflichtung der Industrie".

Abbildung 9: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung Selbstverpflichtung Industrie

Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
$EE_x = \sum_{i=1}^n [(n_{i(t=x)} \times EV_{i(neu,x)} \times N_i \times EF_{i(neu,x)}) - (n_{i(t=0)} \times EV_{i(alt)} \times EF_{i(alt)})] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)
n <sub>i(t=x,0)</sub>	Anzahl spezifischer Anlagen von Unternehmen der beteiligten Verbände vom Typ i
EV <sub>i(neu,x)</sub>	Mittelwert des jährlichen Energieverbrauchs der Anlage im Jahr x und nach Umsetzung der Maßnahme
EV <sub>i(alt)</sub>	Mittelwert des jährlichen Energieverbrauchs der jeweiligen Anlage vor Durchführung der Maßnahme
EF <sub>i(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Einführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
EF <sub>i(alt)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger nach Einführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent
N <sub>i</sub>	Normalisierungsfaktor (Temperaturbereinigung, Produktionsniveaubereinigung, o.ä.)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (Bestimmung wie in Teilband A dargestellt: Eliminierung etwaiger horizontaler und vertikaler Doppelzählungen)

## Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparungen

Zur Bewertung der zusätzlichen Einsparung gegenüber der "Ohnehin-Entwicklung" bei der Maßnahme "Selbstverpflichtung der Industrie" liegen verschiedene Untersuchungen vor. Zerle (Zerle 2004) kommt zu dem Schluss: "Bis 2005 dürfte der spezifische Endenergieverbrauch auch ohne zusätzliche umweltpolitische Instrumente gegenüber 1990 um mehr als 30 % zurückgehen ... Die Reduktionsangebote der einzelnen Branchen bleiben meist noch hinter der Entwicklung des spezifischen Endenergieverbrauchs zurück, die ohne neue klimaschutzpolitische Maßnahmen eintritt ... Die Fortschreibung der Selbstverpflichtung im Jahr 2000 konnte diesen Vorwurf nicht entkräften, denn auch dieses Mal wurde ein CO<sub>2</sub>-Minderungsziel vereinbart, das von einzelnen Industrieverbänden bereits annähernd erreicht wurde. Die darin festgelegte Reduzierung der spezifischen Emissionen um 35 % bis 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990 lässt nicht auf die Entwicklung der absoluten Emissionen schließen ... Nach einer Studie für die EU-Kommission können beim heutigen Stand der Technik die industriellen CO<sub>2</sub>-Emis-

sionen in der EU durch Effizienzsteigerung im Rahmen der ohnehin fälligen Erneuerungen des Kapitalstocks bis zum Jahr 2010 um knapp 28 % absolut gegenüber dem Basisjahr 1990 gesenkt werden, ohne dass hierdurch zusätzliche Kosten entstehen. Aufgrund dieser Einschätzung drängt sich ... die Vermutung auf, dass in der Klimavereinbarung der deutschen Wirtschaft nur Emissionsreduktionen im Bereich des "business-as-usual" Korridor zugesagt wurden."

ISI (ISI 1994) stellte 1994 Reduktionspotenziale und Reduktionsangebote der Selbstverpflichtung gegenüber:

Tabelle 10: Reduktionspotenziale und Reduktionsangebote

Branche	Erwartete Entwicklung (in %) 1990 - 2005	Selbstverpflichtung (in %) 1987 -2005 <sup>13</sup>
Zementindustrie	- 25	- 20
Glasindustrie	- 32	- 25
Papierindustrie	- 30	- 20
Ziegelindustrie	- 20	- 5 bis - 15

Quelle: ISI 1994

Das Wuppertal Institut hat eine Untersuchung des RWI/ifo (RWI/ifo 1996) zu gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien analysiert (Fischedick, F.; Hanke, T. u.a. 1997). Damals wurde deutlich, "dass die Selbstverpflichtungserklärung der Industrie ... fast ausschließlich Maßnahmen betrifft, die auch ohne Selbstverpflichtungserklärung im Trend realisiert werden." Es handelte sich hierbei also lediglich um eine Trendfortschreibung und keine zusätzlichen, aus dem Klimaschutz heraus motivierten Maßnahmen. "Soll eine Selbstverpflichtungserklärung ein Teil einer Strategie zur effektiven Umsetzung des ... Emissionsminderungsziels ... sein, so ist die Verbindlichkeit der Zusage bei genauer Abrechenbarkeit der einzelnen Potentiale zentral. Dazu sollte ein zielorientiertes, praktikables und nachprüfbare Umsetzungskonzept vorgelegt werden... Es sollte folgende Punkte beinhalten: Erfassung der Trendentwicklung, der erschließbaren zusätzlichen Potentiale, der Rahmenbedingungen und die Formulierung eines an den konkreten und exakt terminierten Zwischenzielen orientierten Aktionsplans. Um das Erreichen der zugesagten Ziele überprüfen zu können, ist ein Monitoring-Verfahren zu entwickeln, das objektiv und nachprüfbar die Zielerreichung erfasst" (Wuppertal Institut 1995).

Zusammenfassend wird vermutet, dass die Selbstverpflichtung der Industrie in der aktuellen Fassung *keine* zusätzlichen Einsparungen gegenüber dem Trend induziert. Sollte dennoch versucht werden, die etwaige zusätzliche Einsparung gegenüber dem Trend zu ermitteln, so sind verschiedene Einflüsse zu berücksichtigen:

<sup>13</sup> In der Erklärung der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge wurde das Bezugsjahr 1987 gewählt. Erst in der aktualisierten Fassung 1996 wurde das international übliche Bezugsjahr 1990 festgelegt.

- Je nach Maßnahme können Bundesmaßnahmen direkten, signifikanten Einfluss haben, beispielsweise die Energiebesteuerung. Indirekt wirken Kampagnen und andere Informationsaktivitäten des Bundes wie z. B. zu Druckluft und Pumpen.
- Außerdem muss der Mitnahmeeffekt herausgerechnet werden, d.h. gefragt werden, welcher Anteil der Endenergieeinsparungen auch ohne öffentliche Selbstverpflichtung in den Unternehmen realisiert worden wäre.
- Ob effizientere Maßnahmen umgesetzt wurden als ursprünglich geplant und diese Effizienzsteigerung damit als zusätzlich bewertet werden kann, ließe sich evtl. anhand branchenspezifischer Benchmarks abschätzen, wenn das Unternehmen plausibel nachweist, dass sein Endenergieverbrauch nach Umsetzung der Maßnahmen niedriger ist als der Benchmark. Allerdings liegen nicht für alle Branchen Benchmarks vor. Falls die Industrie differenzierte Benchmarks vorlegt, sollte deren Herleitung plausibel dargestellt werden.
- Außerdem ist zu berücksichtigen, dass einige Maßnahmen evtl. durch die Selbstverpflichtungen früher umgesetzt wurden als ursprünglich geplant. In diesem Fall sind die Einsparungen, die in der Zeitspanne sich ergeben, bis die Maßnahmen ohnehin umgesetzt worden wären, der Selbstverpflichtung zuzurechnen.

Letztlich müsste daher bei Variante 2 ergänzend zu der bereits dargestellten Datenerfassung für jede industrielle Anlage in Variante 1 dargestellt werden, inwieweit die jeweilige Anlage bzw. Anlagenmodernisierung effizienter durchgeführt wurde als üblich. Nur für den Fall, dass ohne Selbstverpflichtung keine Endenergieeinsparung erzielt worden wäre, sind Variante 1 und 2 identisch.

Abbildung 10: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung Selbstverpflichtung Industrie

<b>Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x</b>
<b>Gültig sowohl für bestehende als auch neue Anlagen</b>
$EE_x = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\left( n_{i(t=0)} \bullet EV_{i(\text{Referenz})} \bullet EF_{i(\text{Referenz})} \right) - \left( n_{i(t=x)} \bullet EV_{i(neu,x)} \bullet N_i \bullet EF_{i(neu,x)} \right)}{\left( n_{i(t=x)} \bullet EV_{i(neu,x)} \bullet N_i \bullet EF_{i(neu,x)} \right)} \right] \bullet (1 + M_i - R_i)$
oder
$EE_x = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\left( n_{i(t=0)} \bullet EV_{i(\text{alt})} \bullet EF_{i(\text{alt})} \right) - \left( n_{i(t=x)} \bullet EV_{i(neu,x)} \bullet N_i \bullet EF_{i(neu,x)} \right)}{\left( n_{i(t=x)} \bullet EV_{i(neu,x)} \bullet N_i \bullet EF_{i(neu,x)} \right)} \right] \bullet (1 + M_i - R_i) \bullet I_i$

I	Anteil der Selbstverpflichtung an berechneter Wirkung in Prozent, mit: $I = (1 - D - MI)$	
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (autonome Endenergieeinsparungen: allgemeiner Markttrend bzw. Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	
EV (Referenz)	Endenergieverbrauch des Gebäudes, der Infrastruktur, der Anlage oder des Geräts im zu definierenden Referenzfall, d. h. im Trend und unter Berücksichtigung von horizontal oder vertikal komplementären Maßnahmen	

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Zunächst ist zu fragen, welche Rolle Selbstverpflichtungen nach 2012 insgesamt noch spielen werden bzw. spielen sollen. Sollte ihnen weiterhin eine Bedeutung für die Endenergieeinsparung und Emissionsminderung zukommen, so sollten der Diskurs zwischen Bundesregierung und Industrie zu den Maßnahmen und ihrer Umsetzung intensiviert und die Datenerfassung um Angaben zu Endenergieeinsparungen, auch im Vergleich zur Referenzentwicklung, ergänzt werden.

Die aus den Datenblättern ermittelten Angaben sollten dabei elektronisch erfasst und eine entsprechende Datenbank aufgebaut werden. Eine einheitliche, eindeutige Identifikationsnummer sollte den einzelnen Betrieben (Standorten) dabei zugeteilt werden, um einen automatischen Abgleich zur Vermeidung von Doppelzählungen und zur Addition von Einzelmaßnahmen pro Teilnehmer der Selbstverpflichtung zu vereinfachen. Außerdem lassen sich evtl. Synergien von Maßnahmen dann leichter erkennen und anregen - z. B. Effizienzsteigerungen durch Optimierung von Querschnittstechnologien und industriellen Prozessen - und möglicherweise so einerseits das Monitoring besser systematisieren und Einsparungen vergleichbar machen und andererseits Maßnahmenpakete besser koordinieren.

### 6.1.2 Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Industrie	IND 36	Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen	In Kraft	O

Quelle: BMWi 2007

#### Kurzbeschreibung

Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) vom 14.03.1997, aktualisiert am 27.07.2001; Novelle vom Bundeskabinett beschlossen am 20.05.2009; begrenzt die Emissionen von Staub, Kohlenstoffmonoxid und Stickstoffoxiden bei Festbrennstoff-, Öl- und Gas-Kleinfeuerungsanlagen und legt fest, welche Brennstoffe in diesen Anlagen verwendet werden dürfen. Darüber hinaus legt sie Anforderungen an den Kesselwirkungsgrad und die Abgasverluste von Öl- und Gasfeuerungsanlagen fest. Die Abgasverluste bei bestehenden Anlagen müssen nach einer Übergangsperiode auf diese Werte begrenzt werden.

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Grundlage der Verordnung ist die Festlegung von Grenzwerten für Abgasverluste von Feuerungsanlagen, bei den Anlagen sind Messungen der Emissionen an Kohlenmonoxid und Staub gesetzlich vorgeschrieben. Diese Angaben ermöglichen keine Rückschlüsse auf den Brennstoffverbrauch bzw. Wirkungsgrad von Feuerungsanlagen und entsprechend lassen sich auch keine Endenergieeinsparungen ermitteln. Allerdings werden durch die gesetzlichen Anforderungen sukzessive alte Anlagen durch neue ersetzt. Möglich wäre eine Befragung des Schornsteinfegerhandwerks über die Anzahl und Art der ausgetauschten Anlagen und Altanlagen und entsprechende ingenieurtechnische Abschätzung der Endenergieeinsparungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Wirkdauer. Allerdings müssten bei diesem Vorgehen die Anlagen eindeutig und transparent in einer Datenbank erfasst werden, so dass Überschneidungen sichtbar und klar abgegrenzt gegrenzt werden können, um Doppelzählungen mit anderen Maßnahmen (z.B. Förderung KFW, Contracting) zu vermeiden. Evtl. ist dies zu aufwändig, so dass dann eine Evaluation dieser Maßnahme für sich nicht sinnvoll ist, zumal sie nicht primär Endenergieeinsparung fokussiert. Vielmehr sollte diese Maßnahme im Bündel mit anderen Politikmaßnahmen evaluiert werden.

### **Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung**

Für die Evaluation der zusätzlichen Endenergieeinsparungen von Politiken und Maßnahmen im Heizungsbereich sei auf Adnot et al. (2008) verwiesen.

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Keine

## **6.2 Sonstige Maßnahmen**

### **6.2.1 Contracting Druckluft, Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Klimatisierung**

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Industrie	16, 17, 18	Contracting Druckluft, Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Klimatisierung	Weiterentwicklung	S

Quelle: BMWi 2007

#### **Kurzbeschreibung**

Standardisierung und Ausweitung von Contracting-Modellen für Querschnittstechnologien bei der Industrie durch spezialisierte Anbieter.

### **Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Es wird vorgeschlagen, die von den spezialisierten und ausgewiesenen Anbietern von Contracting bei Querschnittstechnologien für die Industrie ermittelten Einsparungen von einer zentralen Stelle in einer Datenbank erfassen zu lassen (z.B. BAFA). Die Berechnung der Endenergieeinsparung im Vergleich zur Ausgangssituation setzt auf der laut Contractingvertrag garantierten Einsparung nach der Sanierung an (sofern nicht ex post-Evaluationen der tatsächlich erreichten Endenergieeinsparungen nachgewiesen werden). Dazu ist die garantierte Einsparung auf den lt. Energieanalyse ermittelten durchschnittlichen Verbrauch Endenergie vor der Sanierung zu beziehen. Die gesamte Endenergieeinsparung ergibt sich dann wie folgt (vgl. auch Gode / Engstrom / Lopes 2009):

Abbildung 11: Berechnung der gesamten Einsparung bei Contracting für Querschnittstechnologien Industrie

Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
$EE_x = \sum_{i=1}^n [(EV_{i(QT\,alt)} \cdot EF_{i(QT\,alt)}) - (EV_{i(QT\,neu)} \cdot EF_{i(QT\,neu)})] \cdot N \cdot (1 + M + R)$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung
i, n	Anzahl n der im betrachteten Zeitraum (ab 2008 oder mit Early Action, d. h. ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007) bis zum Jahr x in Deutschland durchgeführten Contractingmaßnahmen vom Typ i unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzenden Wirkdauer der Einsparungen („lifetim“ bzw. „Lebensdauer“) (vgl. CWA 15693:2007), d.h. sofern die Maßnahme im Jahr x noch wirkt
EF <sub>i(QT;alt;neu)</sub>	Endenergiefaktor je nach genutztem Endenergieträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
EV <sub>i(QT;alt;neu)</sub>	Endenergieverbrauch der der Querschnittstechnologie vor/nach Durchführung der Contractingmaßnahme; Angabeentsprechend Contractingvertrag (sofern nicht ex post ermittelte Verbräuche plausibel nachgewiesen werden). Empfohlen wird, den Durchschnitt der drei Jahre vor Sanierung als Baseline zu verwenden.
N	Normalisierungsfaktor: Klimabereinigung, Nutzungsänderung Auch könnte ein Qualitätsfaktor ( $0 < Q < 1$ ) an dieser Stelle als Korrekturfaktor zusätzlich eingeführt werden, um solche Contracting-Projekte abzuwerten, die ihre Endenergieeinsparungen nicht adäquat berichten (Gode / Engstrom / Lopes 2009).
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent; durch Befragung zu ermitteln
R	Reboundeffekt, in Prozent (je nach Maßnahme unterschiedlich; vgl. die Ergebnisse des Projekts „EMEEES“)

## Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparungen

Bei Variante 2 müssen die Einsparungen gegenüber dem Trend herausgerechnet werden. Es muss also ermittelt werden, ob die jeweils durch Contracting durchgeführte Modernisierung der entsprechenden Querschnittstechnologie effizienter durchgeführt wurde als bei einer Standardmodernisierung. Dazu müßte ergänzend zu der bereits dargestellten Erfassung der Endenergieeinsparung für jede Contractingmaßnahme in Variante 1 dargestellt werden, inwieweit die jeweilige Anlage bzw. Anlagenmodernisierung effizienter durchgeführt wurde als üblich. Dazu ist zusätzlich die Erfassung sämtlicher technischer Parameter der jeweiligen Querschnittstechnologie vor und nach Durchführung der Maßnahme notwendig. Anschließend kann durch eine

ingenieurtechnische Abschätzung die zusätzliche Einsparung gegenüber dem Trend ermittelt und für alle durchgeführten Maßnahmen hochgerechnet werden. Für den Fall, dass ohne die Maßnahme keine Endenergieeinsparung erzielt worden wäre, sind Variante 1 und 2 identisch (siehe Tabellen mit Technologiewerten im Anhang)

Abbildung 12: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung bei Contracting für Querschnittstechnologien

<b>Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x</b>	
$EE_x = \sum_{i=1}^n [(EV_{i(QT\text{Referenz})} \cdot EF_{i(QT\text{Referenz})}) - (EV_{i(QT\text{neu})} \cdot EF_{i(QT\text{neu})})] \cdot N \cdot (1 + M + R)$	
$EV_{i(QT;\text{Referenz})}$	Endenergieverbrauch der Querschnittstechnologie im zu definierenden Referenzfall, d. h. im Trend und unter Berücksichtigung von horizontal oder vertikal komplementären Maßnahmen
$EF_{i(QT;\text{Referenz})}$	Endenergiefaktor der Referenz-Querschnittstechnologie je nach genutztem Endenergiträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0

#### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

keine

## 7. Maßnahmen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und öffentlicher Sektor

### 7.1 Gesetzliche Instrumente und freiwillige Selbstverpflichtungen

#### 7.1.1 Energieausweise und Energieeinsparverordnung für Nichtwohngebäude

Nr. im NEEAP	Maßnahme	Beschreibung	Status
SÜ 54 #28 (Nichtwohngebäude)	Energieeinsparverordnung (EnEV)	Anforderungen an Wärmeisolation von Gebäuden, Vorschriften für Heizungsanlagen, Energieausweis ab 2002, mit Novellierungen in 2007, 2009, 2012 (geplant)	In Kraft
SÜ 54 #29 (Nichtwohngebäude)	Energieausweis für den Gebäudebestand	Stufenweise Einführung eines Energieausweises bei Vermietung oder Verkauf inkl. Modernisierungsempfehlungen ab 01.07.2009	In Kraft
SÜ 55 (Nichtwohngebäude)	Energiebedarfsausweis für neue Gebäude (AAV)	Gemäß § 13 EnEV 2002; Verwaltungsvorschrift zum Nachweis des Energiebedarfs bei Gebäuden; Umsetzung eines Energieausweises bei neuen Gebäuden	In Kraft

Quelle: BMWi 2007

#### Kurzbeschreibung

Die Energieeinsparverordnung (EnEV; gültige Fassung von 2009) setzt weitgehende Anforderungen auch an Nichtwohngebäude: Der Primärenergiebedarf darf den entsprechenden Wert eines definierten Referenzgebäudes nicht überschreiten. Höchstwerte gelten zudem für die Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeträgernden Umfassungsfläche (Transmissionswärmeverluste; baulicher Wärmeschutz). Zudem werden Anforderungen an die Heizungs-, Kühl- und Raumlufttechnik und deren Inspektion, die Warmwasserbereitung und den sommerlichen Wärmeschutz gestellt. Die EnEV verpflichtet Eigentümer von Nichtwohngebäuden zudem ab dem 1. Juli 2009 dazu, Energieausweise bei Verkauf, Vermietung, Verpachtung oder Leasing von Gebäuden sowie bei wesentlichen Änderungen am Gebäude zugänglich zu machen, bei öffentlichen Gebäuden auch öffentlich auszuhängen.

**Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Für die öffentlichen Gebäude sei hier auf den an anderer Stelle dargestellten Vorschlag einer Meldeplattform verwiesen, bei der die Daten aller öffentlicher Gebäude unterschiedlicher staatlicher Ebenen regelmäßig eingegeben, ausgewertet und mit Kennwerten vergleichbarer Gebäude (Benchmarks) verglichen werden.

Bei den privaten Nichtwohngebäuden sollten die Methoden bezüglich Maßnahmen im Bestand und im Neubau unterschieden werden. Bei beiden Bereichen stellt sich das große Problem unzureichender Daten in Deutschland. Weder existieren Statistiken zur Anzahl der Gebäude und der zugehörigen Flächen noch zur Art der Gebäude. Beispielsweise gibt es bislang keine Gebäudetypologien. Die beste Datengrundlage bezüglich gemessener Energieverbräuche stellen die ages-Kennwerte dar (ages 2007), die zwar für wesentliche, aber auch nicht für alle Nichtwohngebäudetypen vorhanden sind.

Um die Wirkungen der Energieeinsparverordnung im Neubaubereich abschätzen zu können, müsste eine Gebäudetypologie aufgebaut und Gebäude nach Wärmeschutzverordnung von 1995 bzw. vor Einführung der EnEV gebaute Nichtwohngebäude mit den Referenzgebäuden nach EnEV verglichen werden. Hierauf aufbauend könnte eine Hochrechnung auf die insgesamt in Deutschland gebauten Nichtwohngebäude vorgenommen werden, wobei für eine solche Hochrechnung Angaben zu Anzahl, Art und Flächen der neu gebauten Gebäude erhoben werden müssten. Zumindest müssten Daten zu Gewerbeflächen und gemischt genutzten Flächen, die auf kommunaler Ebene verfügbar sind, aggregiert und hierauf aufbauend mit Hilfe einer Gebäudetypologie oder evtl. auch angelehnt an die Entwicklung im Wohngebäudebereich eine grobe Abschätzung vorgenommen werden. Zusätzlich dabei zu berücksichtigen sind etwaige Unterschreitungen (oder Überschreitungen) des durch die EnEV vorgegebenen Referenzwertes in der Praxis, für deren stichprobenartige Ermittlung zusätzliche Studien erforderlich wären.

Als Alternative bliebe noch eine modellmäßige Top-Down-Dekomposition der Energieverbräuche und ihrer Entwicklung über die Zeit, die jedoch zum einen wesentlich ungenauer ist und bei der sich zum anderen die verschiedenen Einflüsse auf die Gesamtentwicklung (welchen Anteil hat die EnEV an der Entwicklung?) sowie Neubau und Maßnahmen im Bestand nicht separieren lassen.

Im Nichtwohngebäudebestand lassen sich aufgrund der Datenlage Politikinstrumente und ihre Wirkung ansonsten nur Bottom-up evaluieren. Dabei sollten nicht die Energieausweise separat betrachtet werden, zumal hier als Hypothese formuliert wird, dass sie keinen bedeutsamen Effekt auf Energieeinsparungen haben. Vielmehr sollte das Bündel an Politikinstrumenten, das auf den Endenergieeinsatz im Nichtwohngebäudebestand wirkt, zusammen evaluiert werden. Dies könnte über eine Hochrechnung von Stichprobenbefragungen in ausgewählten Gewerbegebieten und gemischt genutzten Gebieten oder eine Hochrechnung von Ergebnissen von

Einzelevaluationen von Politikinstrumenten geschehen, bei denen nach Endenergieverbräuchen oder ermittelten Bedarfswerten vor und nach einer Maßnahme im Bestand sowie den Anlässen und Einflussfaktoren auf die Durchführung der Maßnahmen gefragt und Anlässe und Einflussfaktoren priorisiert werden. Bei der Hochrechnung sind Abrisse und Leerstände sowie Nutzungsänderungen von Nichtwohngebäuden zum jeweiligen Ermittlungsjahr (z. B. 2016) zu berücksichtigen.

Abbildung 13: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung von Sanierungen im Nichtwohngebäudebereich

Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
$EE_x = \sum_{i=1}^n [n_{i(t=x)} \times (EV_{i,th(neu,x)} \times N_i \times EF_{i,th(neu,x)} + EV_{i,el(neu,x)} \times N_i \times EF_{i,el(neu,x)}) - n_{i(t=x)} \times (EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)} + EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)})] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)
n <sub>i(t=x)</sub>	Anzahl von Nichtwohngebäuden vom Typ i, die im Jahr x Berücksichtigung finden (Hochrechnungsfaktor)
EV <sub>i, el/th(neu,x)</sub>	Elektrischer/thermischer Endenergieverbrauch oder –bedarf des Gebäudes vom Typ i im Jahr x und nach Umsetzung der Maßnahme, wobei EV, wenn nicht der Verbrauch gemessen wird, generell wie folgt kalkuliert wird (Amman / Geissler / Barreto 2008): $EV = \frac{SHB}{\eta_H} * A + \frac{WWB}{\eta_{WW}} + EL$ <p>mit</p> <p>SHB = Spezifischer Heizwärmebedarf pro qm beheizte Fläche und Jahr</p> <p>A = Anzahl qm beheizte Fläche</p> <p>WWB = Warmwasserbedarf pro Jahr</p> <p><math>\eta</math> = realer Jahresnutzungsgrad des Heizenergiesystems (H) bzw. Warmwasserbereitungssystems (WW); ggf. Verwendung der von Adnot et al. (2008) vorgeschlagenen Standardwerte bzw. entsprechend modifizierter nationaler Werte</p> <p>EL = In SHB und SWWB nicht enthaltener Stromverbrauch des Gebäudes</p>
EV <sub>i, el/th(alt)</sub>	Elektrischer/thermischer Endenergieverbrauch oder –bedarf des Gebäudes vom Typ i vor Umsetzung der Maßnahme
EF <sub>i, el/th(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
EF <sub>i, el/th(alt)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger nach Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; hier irrelevant, da Hochrechnung über alle Gebäude
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent
N <sub>i</sub>	Normalisierungsfaktor (Temperaturbereinigung bei Ermittlung von Verbräuchen anstatt Bedarfen)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (Bestimmung wie in Teilband A dargestellt: Eliminierung etwaiger horizontaler und vertikaler Doppelzählungen); hier irrelevant, da Ermittlung für gesamtes Maßnahmenbündel

Anmerkung: Für Neubauten sähe die Formel ähnlich aus, nur dass hier „alt“ durch „Üblicher Neubau ohne Politikinstrumente wie EnEV bzw. vor Einführung derselben“ ersetzt werden müsste, d. h. als Baseline würden Neubauten nach Wärmeschutzverordnung 1995 fungieren.

Bei der Ermittlung der gesamten Endenergieeinsparung eines Nichtwohngebäudes im Rahmen einer solchen Vorgehensweise werden die Endenergieverbräuche oder –bedarfe für Wärme und Strom vor der Sanierung mit den Verbräuchen oder Bedarfen nach der Sanierung verglichen. Anschließend werden unter Berücksichtigung des zu nutzenden Stromfaktoren (z. B. 2,5) die Endenergieeinsparungen bei Wärme und Strom addiert.

### **Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparungen**

Für die insgesamt erreichten zusätzlichen Endenergieeinsparungen kann vereinfachend angenommen werden, dass ohne zusätzliche Politikinstrumente und Maßnahmen nur etwa 20% der energetischen Sanierungen im Bestand vorgenommen worden und keinerlei Verbesserungen bei Neubauten erreicht worden wären, sofern keine besseren Daten zur Verfügung stehen (Amman/Geissler / Barretto 2008; Maas / Monné 2008). Von daher entspricht die Formel für die Ermittlung der gesamten zusätzlichen Energieeinsparung der Formeln für Variante 1, ggf. korrigiert um diesen Mitnahmeeffekt im Bestand, falls Mitnahmeeffekte generell berücksichtigt werden sollen. Alternativ könnten untere Quartilswerte von ages (2007) wie weiter unten dargestellt verwendet werden.

Bezüglich der Frage, inwieweit die durchgeführten Sanierungen im Bestand einzelnen Politikinstrumenten (z. B. Energieausweise nach EnEV oder KfW-Mittel) zugerechnet werden können, lassen sich exemplarisch verschiedene Fälle unterscheiden, für die als willkürliche, pragmatische Konvention folgende Setzungen getroffen werden könnten:

- **Fall 0:** Ein Gebäude wird nach Standards der EnEV energetisch saniert ohne Inanspruchnahme von anderen Politikinstrumenten auf Bundes-, Landes- oder kommunaler Ebene. In diesem Falle wird die Endenergieeinsparung im Vergleich zu einer ohnehin durchgeführten Sanierung komplett der EnEV zugeschrieben, wobei aber berücksichtigt wird, dass aufgrund von Baumängeln, unzureichenden Kompetenzen, etc. der EnEV-Referenzwert in der Praxis nicht immer eingehalten wird (siehe die hierfür notwendige o. g. Ermittlung von Abweichungen in der Praxis vom EnEV-Referenzwert).
- **Fall 1:** Ein Gebäude wird mit Unterstützung anderer Politikinstrumente gemäß EnEV-Standards modernisiert. In diesem Falle wird angenommen, dass die Politikinstrumente dafür sorgen, dass die EnEV auch tatsächlich eingehalten wird (Zuschreibung der Differenz zwischen Fall 0 und Einhaltung der EnEV).

- **Fall 2:** Ein Gebäude wird über den EnEV-Standard hinaus energetisch saniert ohne dass zusätzliche Politikinstrumente Einfluss haben. Hier wird die Endenergieeinsparung gegenüber dem Fall 0 keinem Politikinstrument zugeschrieben.
- **Fall 3:** Ein Gebäude wird über die Standards der EnEV hinaus mit Inanspruchnahme von Bundes-, Landes- oder lokalen Unterstützungen energetisch saniert. Bei mehreren Politikinstrumenten erfolgt pragmatisch eine gleichverteilte Zuweisung der Mehreinsparungen gegenüber dem Fall 0 auf die Politikinstrumente, für die ein relevanter Einfluss erhoben wurde. Lassen sich die Einflussanteile der Politikinstrumente quantitativ belastbar ermitteln, so kann auch von der gleichverteilten Zuweisung abgewichen werden.

Als Bundesmaßnahmen mit direktem, signifikanten Einfluss auf die Durchführung der Maßnahme sind neben den Anforderungen der EnEV u. a. die Politikinstrumente zur Förderung erneuerbarer Energien oder KfW-Programme zu nennen. Indirekt wirken außerdem Mineralöl- und Stromsteuer und allgemeine Informations- und Beratungskampagnen, deren Anteil hier jedoch vereinfachend mit 0% angesetzt wird. Hinzu kommen Landes- und kommunale Unterstützungsmaßnahmen oder auch lokale Verordnungen.

Problem bei der Abschätzung des Anteils der Politikinstrumente an den erzielten Endenergieeinsparungen, die nicht ohnehin im Trend erzielt worden wären, ist, dass die Festlegung einer allgemeinen Baseline der im Trend erzielten Einsparungen in kWh/m<sup>2</sup> o. ä. gerade im Nichtwohngebäudebereich aufgrund unzureichender Referenzdaten schwierig ist und Befragungen hinsichtlich der ohnehin vorgenommenen Einsparungen hier höchstens ermitteln können, ob ansonsten saniert worden wäre (selbst bei solchen Befragungen wäre kritisch zu reflektieren, ob die Ermittlung des Anteils ohnehin saniert Gebäude unverzerrt und aussagekräftig erfolgen kann; Amman / Geissler / Barretto (2008) setzten eine Quote von 20% als Standardwert für Bestandsgebäude, Maas und Monné (2008) 0% für Neubauten an). Im Gegensatz zum Wohngebäudebereich sind Gebäudetypologien mit Referenzwerten nicht verfügbar und aufgrund der Differenziertheit der Gebäude schwierig.

Falls tatsächlich ermittelbar ist, wieviel der sanierten Gebäude ohnehin saniert worden wären, wird hier für den o. g. Fall 0 der Ansatz präferiert, für diese Gebäude stark vereinfachend als „Ohnehin“-Trendwerte die ages2007-Verbrauchswerte des unteren Quartils zu verwenden (soweit für den jeweiligen Gebäudetyp vorhanden; ansonsten für weitere Gebäudetypen solche zu erheben) und die Differenz zwischen „Ohnehin“-Trend und Sanierung nach EnEV (= 140% des zonierten Referenzgebäudes gemäß §9 der EnEV 2007) abzüglich ggf. eines Abschlags für die durchschnittliche Nichteinhaltung der EnEV der EnEV zuzuschreiben. Für die Fälle 1 bis 3 wird entsprechend die Differenz zur Sanierung nach EnEV (= 140% des zonierten Referenzgebäudes gemäß

§9 der EnEV 2007) abzüglich ggf. eines Abschlags für die durchschnittliche Nichteinhaltung der EnEV gebildet.

### Referenzgebäudebedarfswerte vs. ages-Verbrauchswerte

Eine Referenzgebäudeberechnung, d. h. der Nachweis der Einhaltung der EnEV 2007, ist bei Änderungen gemäß Anlage 6 der EnEV 2007 ohnehin notwendig und wird daher von den entsprechenden Berechnungsprogrammen auch immer im Hintergrund vorgenommen. Allerdings weisen die Programme i. d. R. nur den Jahresprimärenergiebedarf und HT'-Wert des Referenzgebäudes aus, nicht die für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen notwendigen Endenergiebedarfe nach Energieträgern. Solange die Programme nicht entsprechend verbessert worden sind, bedeutet diese Vorgehensweise, für jedes Gebäude separat eine Berechnung des Referenzgebäudes durchzuführen, d. h. die Basisdaten von der ohnehin bereits durchgeführten Gebäudeberechnung zu übernehmen und die entsprechenden Änderungen an Gebäudehülle und Gebäudetechnik für das Referenzgebäude einzugeben. Der Aufwand hierfür beträgt nach Einschätzung von Praktikern je nach Komplexität des Gebäudes und der Gebäudetechnik 15 bis 120 Minuten. Eine solche Referenzgebäudeberechnung könnte auch zur Bedingung für die Zuweisung von Budgets im öffentlichen Bereich bzw. von finanziellen Förderungen im privaten Bereich gemacht werden.

Die Alternative hierzu wäre eine sehr grobe Abschätzung der durch die Sanierung erzielten Energieeinsparungen gegenüber einer Ohnehin-Sanierung, bei der die gemessenen Verbräuche nach Sanierung vergleichbaren Heizenergie- und Stromverbrauchs kennzahlen von ages (ages 2007) gegenübergestellt werden. Dazu werden die in Variante 1 gemessenen Strom- und Heizenergieverbräuche *nach* der Sanierung auf die Bruttogrundfläche des jeweiligen Nichtwohngebäudes bezogen ermittelt. Falls nur Nettogrundflächen oder Nutzflächen verfügbar sind, lässt sich die Bruttogrundfläche vereinfacht über Umrechnungsfaktoren nach ages (ages 2007) abschätzen. Für die *baseline* ist als mittlerer Vergleichswert der ages-Verbrauchswert jeweils für Heizenergie und Strom des entsprechenden vergleichbaren Gebäudetyps des unteren Quartils anzusetzen. Dieser Quartils Wert repräsentiert den durchschnittlichen Energieverbrauch der unteren 25% aller Daten in der jeweiligen Gebäudeart der aufsteigend sortierten Verbrauchskennwerte im derzeitigen Bestand. Es wird also stark vereinfachend angenommen, dass diese Strom- und Heizenergieverbrauchs kennwerte dem Verbrauch bei einer Standardsanierung entsprechen.

Abbildung 14: Berechnung der den Politikinstrumenten zurechenbaren Einsparungen bei energetischen Sanierungen im Nichtwohngebäudebestand

<b>Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x</b>	
$EE_{x, \text{insges}} = \text{Verfahren wie bei Variante 1}$	
<p>Falls Mitnahmeeffekte berücksichtigt werden sollen: korrigiert um Mitnahmeeffekte, die nach Amman / Geissler / Barretto 2008, wenn nicht anderweitig ermittelt, in Höhe von 20% für Maßnahmen an der Gebäudehülle im Bestand angesetzt werden könnten; nach Maas / Monné 2008 0% im Neubaubereich. Alternativ könnte das unten stehende Verfahren für den Fall 0 angewendet werden.</p> <p>Für die Zurechnung zu einzelnen Politikinstrumenten:</p> $EE_{x, \text{Fall0}} = \sum_{i=1}^n [n_{i(t=x)} \times (EV_{i,th(EnEV,x)} \times EF_{i,th(EnEV,x)} + EV_{i,el(EnEV,x)} \times EF_{i,el(EnEV,x)}) \times C - m_{i(t=x)} \times (EV_{i,el(Trend/ages)} \times EF_{i,el(Trend/ages)} + EV_{i,el(Trend/ages)} \times EF_{i,el(Trend/ages)}) - (n_{i(t=x)} - m_{i(t=x)}) \times (EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)} + EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)})] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$ <p>sowie</p> $EE_{x, \text{Fall1-3}} = \sum_{i=1}^n [n_{i(t=x)} \times (EV_{i,th(neu,x)} \times N_i \times EF_{i,th(neu,x)} + EV_{i,el(neu,x)} \times N_i \times EF_{i,el(neu,x)}) - (EV_{i,th(EnEV,x)} \times EF_{i,th(EnEV,x)} + EV_{i,el(EnEV,x)} \times EF_{i,el(EnEV,x)}) \times C] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EV (EnEV)	Endenergieverbrauch des Gebäudes bei Sanierung nach EnEV
C	„Compliance Rate“: Grad der Unter- oder auch Übererfüllung der EnEV-Anforderungen
m	Anzahl der Gebäude, die ohnehin saniert worden wären (falls durch Befragung aussagefähig ermittelbar; ansonsten m = 0)
EV (Trend / ages)	Endenergieverbrauch des Gebäudes bei ansonsten durchgeföhrter Sanierung, stark vereinfachend angenähert über die unteren Quartilswerte nach ages (2007) oder zusätzlich ermittelte Werte (z. B. für bislang fehlende Gebäudetypen)

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Die erwähnte Gebäudetypologie für Nichtwohngebäude sollte erstellt, weitere Referenzwerte für von ages (2007) bislang nicht erfassten Nichtwohngebäudetypen ermittelt und den Programmen zur Ermittlung von Referenzwerten nach EnEV der Ausweis der Endenergie- und Nutzenergiwerte des tatsächlich gebauten als auch des Referenzgebäudes (!) vorgeschrieben werden.

## 7.2 Finanzielle Förderinstrumente und Anreize

### 7.2.1 KfW-Umweltprogramm, ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm, Sonderfonds Energieeffizienz

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Industrie	IND 37	KfW-Umweltprogramm	laufend	FÖ
Industrie	IND 38	ERP - Umwelt- und Energiesparprogramm	laufend	FÖ
Industrie GHD	12	Sonderfonds Energieeffizienz in KMU im Sektor GHD und Industrie	Neu/geplant	FÖ

Quelle: BMWi 2007

#### Kurzbeschreibung

Bis zu 100% der Investitionskosten können durch Kombination der zinsgünstigen Kredite aus dem ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm und dem KfW-Umweltprogramm finanziert werden. Das Programm fokussiert KMU. Die KfW veröffentlicht regelmäßig die aktuellen Förderzahlen nach Anzahl und Volumen insgesamt, für sämtliche Förderungen im Umwelt- und Klimaschutzbereich werden auch die CO2-Einsparungen insgesamt ausgewiesen.

Der Sonderfonds Energieeffizienz in KMU ist eine gemeinsame Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und der KfW zur Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen in kleinen und mittleren Unternehmen. Das Förderprogramm dient der Überwindung bestehender Informationsdefizite über betriebliche Energieeinsparmöglichkeiten und soll einen Anreiz zur Umsetzung von Investitionen zur Verbesserung der Energieeffizienz geben. Bestandteile des Sonderfonds sind die beiden Komponenten:

- **"Energieeffizienzberatungen":** Gefördert werden Beratungsleistungen zur Erhöhung der Energieeffizienz mit Zuschüssen von bis zu 80 %. Es wird unterschieden zwischen einer 1-bis 2-tägigen Initialberatung und einer Detailberatung. Diese Beratungsleistungen können unabhängig voneinander beantragt werden. Es ist explizites Ziel die Informationsdefizite über betriebliche Energieeinsparpotenziale bei kleinen und mittleren Unternehmen abzubauen.
- **"Investitionskredite für Energieeinsparmaßnahmen":** Die Umsetzung vorgeschlagenen Energieeinsparmaßnahmen kann mit zinsgünstigen Krediten aus dem ERP-Energieeffizienzprogramm finanziert werden. Gefördert

werden Maßnahmen, zur Energieeinsparung bis zu 100 Prozent der förderfähigen Investitionskosten, maximal 10 Mio. EUR.

### **Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Die Endenergieeinsparungen zu den geförderten Einzelprojekten sollten von der KFW zur Verfügung gestellt werden bzw. können anhand der Förderdatenbank, die von der KFW zur Verfügung gestellt werden sollte und unter Berücksichtigung der entsprechenden Formel (z.B. siehe Maßnahme 2.2.1 für die jeweilige Maßnahme ermittelt werden.

### **Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparungen**

Ingenieurtechnische Auswertung der KFW-Datendatenbank zu Einzelprojekten unter Berücksichtigung der entsprechenden Formel (z.B. siehe Maßnahme 2.1.1) für die jeweilige Maßnahme.

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Wegen Überschneidungen verschiedener Maßnahmen und der Gefahr von Doppelzählungen sollte die Datenbank der KFW die geförderten Maßnahmen eindeutig und transparent erfassen, so dass z.B. bei Geräte- und Anlagen-Modernisierungen, Ersatz- bzw. Neuinvestitionen z. B. bei Querschnittstechnologien, Gebäudesanierungen bzw. Neubau einen „Vorher-Nachher-Vergleich“ der Endenergieverbräuche maßnahmen- und energieträgerscharf und ein Vergleich mit entsprechenden Referenzwerten möglich ist.

## 7.2.2 Maßnahmen im Gebäudebestand: Bundesministerien

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 20	Contracting/Drittfinanzierungsprojekte	Laufend	FÖ
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 25	Gebäude Bundesministerien	laufend	SV
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 26	Leitfaden Nachhaltiges Bauen in Bundesliegenschaften	Veröffentlicht im Jahr 2001	I
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 28	Programm zur energetischen Sanierung von Bundesgebäuden	Läuft seit 2006	FÖ
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 29	Betriebsüberwachung technischer Anlagen in Bundesliegenschaften	laufend	I

Quelle: BMWi 2007

### Kurzbeschreibung

Die Bundesregierung hat im Oktober 2000 mit dem Nationalen Klimaschutzprogramm beschlossen, beispielgebend für Unternehmen, Gebietskörperschaften und Bürger, die CO<sub>2</sub>- Emissionen ihrer eigenen Liegenschaften um 25 % bis 2005 und um 30 % bis 2010 gegenüber 1990 zu reduzieren. Verschiedene Maßnahmen werden auf der Basis dieser Selbstverpflichtung der Bundesregierung vorgeschlagen (siehe obige Zusammenstellung):

#### 1. Energieeffizienz-Contracting in den Liegenschaften des Bundes

Das Projekt verfolgt das Ziel, möglichst viele geeignete Bundesliegenschaften durch Contracting-Projekte energetisch zu optimieren und hierdurch Kosten zu senken und zur Erfüllung der Selbstverpflichtung der Bundesregierung beizutragen. Die fachliche Durchführung und Steuerung des Projekts erfolgt durch die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Zur Auswahl geeigneter Bundesliegenschaften für Contracting-Projekte wurden in einem ersten Schritt in Zusammenarbeit mit den beteiligten Ministerien vorliegende Daten und Untersuchungen zum Energieverbrauch in Bundesliegenschaften ausgewertet. Auf der Grundlage dieser Auswertung wurde eine Datenbank aufgebaut, in der ca. 400 größere zivile Bundesliegenschaften sowie ca. 100 militärische Liegenschaften erfasst sind. Für ca. 200 Liegenschaften wurden mit Hilfe eines einheitlichen Erhebungsbogens zusätzliche Liegenschaftsdaten erhoben. Auf der Grundlage der

Erhebungsbögen wählt die dena Liegenschaften für Contracting-Projekte aus. Für die als geeignet eingestuften Liegenschaften werden unter Berücksichtigung der Höhe der Energiekosten sowie des Standorts ein Vorschlag zur Bildung von sinnvollen Einzelprojekten bzw. Poolprojekten entwickelt.

## 2. Programm zur energetischen Sanierung von Bundesgebäuden

Mit dem Programm werden bauliche und anlagen-technische Maßnahmen in bestehenden Bundesgebäuden mitfinanziert, die im Gebäudebetrieb zu Energieeinsparungen und zu CO<sub>2</sub>-Reduktionen führen und die über die Mindestanforderungen der EnEV hinausgehen. Die Weiterführung schließt auch Gebäude von Ländern und Kommunen sowie die Betriebsüberwachung der technischen Anlagen (GHD 29) ein. Mit der Erfassung und Auswertung von Gebäudedaten sowie Steuerung der Maßnahmen wurde die dena beauftragt.

### **Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Die Endenergieeinsparungen je umgesetzte Maßnahme sollte auf der Basis der erhobenen Daten von der dena zur Verfügung gestellt werden. Die Berechnung der Endenergieeinsparung im Vergleich zur Ausgangssituation setzt auf dem Vergleich des Verbrauchs vor der Maßnahme mit dem Verbrauch nach Umsetzung der Maßnahme auf. Dazu ist der durchschnittliche jährliche Verbrauch energieträgerbezogen für jedes Gebäude zu ermitteln (Verbrauchsdaten von drei bis fünf Jahren vor der Sanierung) und für Wärme eine Witterungsbereinigung vorzunehmen. Entsprechend sollte der Verbrauch nach der Sanierung witterungsbereinigt sowie außerdem mögliche Veränderungen in der Nutzung der jeweiligen Schule durch einen entsprechenden Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Die Endenergieeinsparung ergibt sich dann insgesamt aus der Summe der einzelnen Einsparungen, multipliziert jeweils mit dem Endenergiefaktor entsprechend Energieträger sowie dem evtl. zu berücksichtigenden Multiplikator- und Reboundeffekt. Die gesamte im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr x erzielte Endenergieeinsparung ergibt sich entsprechend der folgenden Abbildung:

Abbildung 15: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Gebäude Bundesministerien

Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
$EE_x = \sum_{i=1}^n [n_{i(t=x)} \times (EV_{i,th(neu,x)} \times EF_{i,th(neu,x)} + EV_{i,el(neu,x)} \times EF_{i,el(neu,x)}) - n_{i(t=x)} \times (EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)} + EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)})] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)
n <sub>i(t=x)</sub>	Anzahl von Gebäuden vom Typ i, die im Jahr x Berücksichtigung finden (Hochrechnungsfaktor)
EV <sub>i, el/th(neu,x)</sub>	Elektrischer/thermischer Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt) oder –bedarf des Gebäudes vom Typ i im Jahr x und nach Umsetzung der Maßnahme, wobei EV, wenn nicht der Verbrauch gemessen wird, generell wie folgt kalkuliert wird (Amman / Geissler / Barretto 2008): $EV = \frac{SHB}{\eta_H} * A + \frac{WWB}{\eta_{WW}} + EL$ mit SHB = Spezifischer Heizwärmebedarf pro qm beheizte Fläche und Jahr A = Anzahl qm beheizte Fläche WWB = Warmwasserbedarf pro Jahr $\eta$ = realer Jahresnutzungsgrad des Heizenergiesystems (H) bzw. Warmwasserbereitungssystems (WW); ggf. Verwendung der von Adnot et al. (2008) vorgeschlagenen Standardwerte bzw. entsprechend modifizierter nationaler Werte EL = In SHB und SWWB nicht enthaltener Stromverbrauch des Gebäudes
EV <sub>i, el/th(alt)</sub>	Elektrischer/thermischer Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt) des Gebäudes vom Typ i vor Umsetzung der Maßnahme
EF <sub>i, el/th(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
EF <sub>i, el/th(alt)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger nach Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; hier irrelevant, da Hochrechnung über alle Gebäude
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (Bestimmung wie in Teilband A dargestellt: Eliminierung etwaiger horizontaler und vertikaler Doppelzählungen); hier irrelevant, da Ermittlung für gesamtes Maßnahmenbündel

## Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung

Für die insgesamt erreichten zusätzlichen Endenergieeinsparungen kann vereinfachend angenommen werden, dass ohne zusätzliche Politikinstrumente und Maßnahmen nur etwa 20% der energetischen Sanierungen im Bestand vorgenommen worden und keinerlei Verbesserungen bei Neubauten erreicht worden wären, sofern keine besseren

Daten zur Verfügung stehen (Amman / Geissler / Barretto 2008; Maas / Monné 2008). Von daher entspricht die Formel für die Ermittlung der gesamten zusätzlichen Energieeinsparung der Formeln für Variante 1, ggf. korrigiert um diesen Mitnahmeeffekt im Bestand, falls Mitnahmeeffekte generell berücksichtigt werden sollen. Alternativ könnten untere Quartilswerte von ages (2007) wie weiter unten dargestellt verwendet werden.

Bezüglich der Frage, inwieweit die durchgeführten Sanierungen im Bestand einzelnen Politikinstrumenten (z. B. Energieausweise nach EnEV oder Programm zur energetischen Sanierung von Bundesgebäuden) zugerechnet werden können, lassen sich exemplarisch verschiedene Fälle unterscheiden, für die als willkürliche, pragmatische Konvention folgende Setzungen getroffen werden könnten:

- **Fall 0:** Ein Gebäude wird nach Standards der EnEV energetisch saniert ohne Inanspruchnahme bzw. Einwirkung von anderen Politikinstrumenten. In diesem Falle wird die Endenergieeinsparung im Vergleich zu einer ohnehin durchgeführten Sanierung komplett der EnEV zugeschrieben, wobei aber berücksichtigt wird, dass aufgrund von Baumängeln, unzureichenden Kompetenzen, etc. der EnEV-Referenzwert in der Praxis nicht immer eingehalten wird (siehe die hierfür notwendige o. g. Ermittlung von Abweichungen in der Praxis vom EnEV-Referenzwert).
- **Fall 1:** Ein Gebäude wird mit Unterstützung anderer Politikinstrumente gemäß EnEV-Standards modernisiert. In diesem Falle wird angenommen, dass die Politikinstrumente dafür sorgen, dass die EnEV auch tatsächlich eingehalten wird (Zuschreibung der Differenz zwischen Fall 0 und Einhaltung der EnEV).
- **Fall 2:** Ein Gebäude wird über den EnEV-Standard hinaus energetisch saniert ohne dass zusätzliche Politikinstrumente Einfluss haben. Hier wird die Endenergieeinsparung gegenüber dem Fall 0 keinem Politikinstrument zugeschrieben.
- **Fall 3:** Ein Gebäude wird über die Standards der EnEV hinaus mit Inanspruchnahme von Bundes-, Landes- oder lokalen Unterstützungen energetisch saniert. Bei mehreren Politikinstrumenten erfolgt pragmatisch eine gleichverteilte Zuweisung der Mehreinsparungen gegenüber dem Fall 0 auf die Politikinstrumente, für die ein relevanter Einfluss erhoben wurde. Lassen sich die Einflussanteile der Politikinstrumente quantitativ belastbar ermitteln, so kann auch von der gleichverteilten Zuweisung abgewichen werden.

Als Bundesmaßnahmen mit direktem, signifikanten Einfluss auf die Durchführung der Maßnahme sind neben den Anforderungen der EnEV u. a. die Politikinstrumente zur Förderung erneuerbarer Energien zu nennen. Indirekt wirken außerdem Mineralöl- und

Stromsteuer und allgemeine Informations- und Beratungskampagnen, deren Anteil hier jedoch vereinfachend mit 0% angesetzt wird.

Problem bei der Abschätzung des Anteils der Politikinstrumente an den erzielten Endenergieeinsparungen, die nicht ohnehin im Trend erzielt worden wären, ist, dass die Festlegung einer allgemeinen Baseline der im Trend erzielten Einsparungen in kWh/m<sup>2</sup> o. ä. gerade im Nichtwohngebäudebereich aufgrund unzureichender Referenzdaten schwierig ist und Befragungen hinsichtlich der ohnehin vorgenommenen Einsparungen hier höchstens ermitteln können, ob ansonsten saniert worden wäre (selbst bei solchen Befragungen wäre kritisch zu reflektieren, ob die Ermittlung des Anteils ohnehin saniert Gebäu de unverzerrt und aussagekräftig erfolgen kann; Amman / Geissler / Barretto (2008) setzten eine Quote von 20% als Standardwert für Bestandsgebäude, Maas und Monné (2008) 0% für Neubauten an). Im Gegensatz zum Wohngebäudebereich sind Gebäudetypologien mit Referenzwerten nicht verfügbar und aufgrund der Differenziertheit der Gebäude schwierig.

Falls tatsächlich ermittelbar ist, wieviel der sanierten Gebäude ohnehin saniert worden wären, wird hier für den o. g. Fall 0 der Ansatz präferiert, für diese Gebäude stark vereinfachend als „Ohnehin“-Trendwerte die ages2007-Verbrauchswerte des unteren Quartils zu verwenden (soweit für den jeweiligen Gebäudetyp vorhanden; ansonsten für weitere Gebäudetypen solche zu erheben) und die Differenz zwischen „Ohnehin“-Trend und Sanierung nach EnEV (= 140% des zonierten Referenzgebäudes gemäß §9 der EnEV 2007) abzüglich ggf. eines Abschlags für die durchschnittliche Nichteinhaltung der EnEV der EnEV zuzuschreiben. Für die Fälle 1 bis 3 wird entsprechend die Differenz zur Sanierung nach EnEV (= 140% des zonierten Referenzgebäudes gemäß §9 der EnEV 2007) abzüglich ggf. eines Abschlags für die durchschnittliche Nichteinhaltung der EnEV gebildet.

### Referenzgebäudebedarfswerte vs. ages-Verbrauchswerte

Eine Referenzgebäudeberechnung, d. h. der Nachweis der Einhaltung der EnEV 2007, ist bei Änderungen gemäß Anlage 6 der EnEV 2007 ohnehin notwendig und wird daher von den entsprechenden Berechnungsprogrammen auch immer im Hintergrund vorgenommen. Allerdings weisen die Programme i. d. R. nur den Jahresprimärenergiebedarf und HT'-Wert des Referenzgebäudes aus, nicht die für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen notwendigen Endenergiebedarfe nach Energieträgern. Solange die Programme nicht entsprechend verbessert worden sind, bedeutet diese Vorgehensweise, für jedes Gebäude separat eine Berechnung des Referenzgebäudes durchzuführen, d. h. die Basisdaten von der ohnehin bereits durchgeführten Gebäudeberechnung zu übernehmen und die entsprechenden Änderungen an Gebäudehülle und Gebäudetechnik für das Referenzgebäude einzugeben. Der Aufwand hierfür beträgt nach Einschätzung von Praktikern je nach Komplexität des Gebäudes und der Gebäudetechnik 15 bis 120 Minuten. Eine solche Referenzgebäudeberechnung könnte auch zur Bedingung für die Zuweisung von Budgets im öffentlichen Bereich bzw. von finanziellen Förderungen im privaten Bereich gemacht werden.

Die Alternative hierzu wäre eine sehr grobe Abschätzung der durch die Sanierung erzielten Energieeinsparungen gegenüber einer Ohnehin-Sanierung, bei der die gemessenen Verbräuche nach Sanierung vergleichbaren Heizenergie- und Stromverbrauchs kennzahlen von ages (ages 2007) gegenübergestellt werden. Dazu werden die in Variante 1 gemessenen Strom- und Heizenergieverbräuche *nach* der Sanierung auf die Bruttogrundfläche des jeweiligen Nichtwohngebäudes bezogen ermittelt. Falls nur Nettogrundflächen oder Nutzflächen verfügbar sind, lässt sich die Bruttogrundfläche vereinfacht über Umrechnungsfaktoren nach ages (ages 2007) abschätzen. Für die *baseline* ist als mittlerer Vergleichswert der ages-Verbrauchswert jeweils für Heizenergie und Strom des entsprechenden vergleichbaren Gebäudetyps des unteren Quartils anzusetzen. Dieser Quartils Wert repräsentiert den durchschnittlichen Energieverbrauch der unteren 25% aller Daten in der jeweiligen Gebäudeart der aufsteigend sortierten Verbrauchs kennwerte im derzeitigen Bestand. Es wird also stark vereinfachend angenommen, dass diese Strom- und Heizenergieverbrauchs kennwerte dem Verbrauch bei einer Standardsanierung entsprechen.

Abbildung 16: Berechnung der den Politikinstrumenten zurechenbaren Einsparungen bei energetischen Sanierungen im Nichtwohngebäudebestand

**Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x**

$EE_{x, \text{insges}} = \text{Verfahren wie bei Variante 1}$

Falls Mitnahmeeffekte berücksichtigt werden sollen: korrigiert um Mitnahmeeffekte, die nach Amman / Geissler / Barretto 2008, wenn nicht anderweitig ermittelt, in Höhe von 20% für Maßnahmen an der Gebäudehülle im Bestand angesetzt werden könnten; nach Maas / Monné 2008 0% im Neubaubereich. Alternativ könnte das unten stehende Verfahren für den Fall 0 angewendet werden.

Für die Zurechnung zu einzelnen Politikinstrumenten:

$$EE_{x,Fall0} = \sum_{i=1}^n [n_{i(t=x)} \times (EV_{i,th(EnEV,x)} \times EF_{i,th(EnEV,x)} + EV_{i,el(EnEV,x)} \times EF_{i,el(EnEV,x)}) \times C - m_{i(t=x)} \times (EV_{i,el(Trend/ages)} \times EF_{i,el(Trend/ages)} + EV_{i,th(Trend/ages)} \times EF_{i,th(Trend/ages)}) - (n_{i(t=x)} - m_{i(t=x)}) \times (EV_{i,el(alt)} \times EF_{i,el(alt)} + EV_{i,th(alt)} \times EF_{i,th(alt)})] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$$

sowie

$$EE_{x,Fall1-3} = \sum_{i=1}^n [n_{i(t=x)} \times (EV_{i,th(neu,x)} \times N_i \times EF_{i,th(neu,x)} + EV_{i,el(neu,x)} \times N_i \times EF_{i,el(neu,x)}) - (EV_{i,th(EnEV,x)} \times EF_{i,th(EnEV,x)} + EV_{i,el(EnEV,x)} \times EF_{i,el(EnEV,x)}) \times C] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$$

EV (EnEV)	Endenergieverbrauch des Gebäudes bei Sanierung nach EnEV
C	„Compliance Rate“: Grad der Unter- oder auch Übererfüllung der EnEV-Anforderungen
m	Anzahl der Gebäude, die ohnehin saniert worden wären (falls durch Befragung aussagefähig ermittelbar; ansonsten m = 0)
EV (Trend / ages)	Endenergieverbrauch des Gebäudes bei ansonsten durchgeföhrter Sanierung, stark vereinfachend angenähert über die unteren Quartilswerte nach ages (2007) oder zusätzlich ermittelte Werte (z. B. für bislang fehlende Gebäudetypen)

**Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Es wird empfohlen, eine zentrale Datenbank als Monitoringplattform sämtlicher öffentlicher Gebäude auf Bundes-, Landes- und kommunaler inkl. von verschiedenen Ebenen der öffentlichen Hand genutzter Gebäude aufzubauen, die alle nach einem fortschreibungsfähigen Schema erfasst werden sollten. Erfasst werden sollten Parameter wie

- Gebäudetyp,
- Baujahr,
- Nutzungsart,
- Bruttogrundfläche und beheizte Fläche,
- Energieverbrauch pro Energieträger und Jahr, die witterungsbereinigt werden,
- Standort bzw. Klimaregion,
- Nutzungszeiten und
- Nutzungsänderungen, aus denen sich Korrekturfaktoren ableiten lassen,
- Art und Zeitpunkt durchgeföhrter Maßnahmen,
- Investitionskosten durchgeföhrter Maßnahmen,
- Wirkungen durchgeföhrter Maßnahmen in Bezug auf Endenergie, Primärenergie und Kosten (laufende Kosten; Lebenszykluskosten).

Orientiert an z. B. ages-Verbrauchswerten (unteres Quartil) oder Energiebedarfswerten nach ENEV lassen sich dann Energiekennwerte sowie Grenz- und Zielwerte ermitteln und ein Benchmarking ähnlich dem im Projekt „European Energy Award“ verfolgten aufbauen. Auf dieser Grundlage wäre eine nachvollziehbare Bewertung der Energieverbräuche sämtlicher öffentlicher Gebäude möglich und die Endenergieeinsparung sämtlicher, auch sich überschneidender Maßnahmen kann transparent nachgewiesen werden, Doppelzählungen sind bei diesem Vorgehen ausgeschlossen. Zusätzlich wäre es sinnvoll, systematisch für die verschiedenen Gebäudetypen zu untersuchen, wie die aktuellen ages-Verbrauchswerte (unteres Quartil) im Verhältnis zu Energiebedarfswerten nach EnEV stehen. Zudem müssten die ages-Werte mittelfristig fortgeschrieben werden, z. B. orientiert an den Fortschritten, die bei der EnEV erreicht werden.

### 7.2.3 Modernisierung lichttechnischer Anlagen im Außenbereich

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
GHD inkl. öff. Sektor	10	Modernisierung lichttechnischer Anlagen im Außenbereich	geplant	FÖ/I

Quelle: BMWi 2007

#### Kurzbeschreibung

Energetische Sanierung von Straßenlampen und Lichtsignalanlagen (Ampeln). Durch verschiedene Maßnahmen wie Ersatz der alten Leuchtmittel durch effiziente Leuchten (ebenso Ampeln und Leuchtverkehrszeichen sowie Vorschaltgeräte), Optimierung der Einschaltzeiten, Einbau von Beleuchtungsreglern oder Lichtmanagementanlagen lassen sich deutliche Einsparungen erzielen.

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Zur Ermittlung der Einsparung wird der Stromverbrauch vor der Durchführung von Maßnahmen zur Effizienzverbesserung der Straßenbeleuchtung mit dem Stromverbrauch nach der Durchführung von Maßnahmen verglichen (vgl. hierzu auch die Richtwerte im Anhang). Bei neu hinzu gekommenen Anlagen müssen zusätzliche Endenergieverbräuche berücksichtigt werden. Hilfsweise können für ausgewählte Maßnahmen die Richtwerte im Anhang verwendet werden oder der Energieverbrauch wird insgesamt vorher/nachher unter Verwendung eines Korrekturfaktors, der evtl. mögliche Veränderungen des Beleuchtungsniveaus o.ä. berücksichtigt, verglichen.

Abbildung 17: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Modernisierung Straßenbeleuchtung

Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
$EE_x = \sum_{i=1}^n [(EV_{i,neu} - EV_{i,alt}) \times EF_x] \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	gesamte Endenergieeinsparung
EV <sub>i,neu</sub>	Richtwert pro Anlage/Maßnahme vom Typ i (siehe Anhang) oder Energieverbrauch insgesamt nach der Durchführung von Maßnahmen
EV <sub>i,alt</sub>	Richtwert pro Anlage/Maßnahme vom Typ i (siehe Anhang) oder Endenergieverbrauch insgesamt vor der Durchführung von Maßnahmen
n	Anzahl der jeweils energetisch sanierten Anlagen oder andere Optimierungsmaßnahmen
i	Anlage, die ausgetauscht wird oder andere Optimierungsmaßnahme
EF <sub>x</sub>	Endenergiefaktor je nach vom jeweiligen Gerät genutztem Endenergieträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (Bestimmung wie in Teilband A dargestellt: Eliminierung etwaiger horizontaler und vertikaler Doppelzählungen); hier irrelevant, da Ermittlung für gesamtes Maßnahmenbündel

## Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparungen

Hier sind die über den Trend hinausgehende Endenergieeinsparungen zu ermitteln, die dieser Maßnahme zuzurechnen sind. Insbesondere sind hierbei die Anforderungen der in der EU-Ökodesign-Richtlinie festgelegten Vorgaben im Trend zu berücksichtigen (Quecksilberdampflampen dürfen ab 2010/2011 nicht mehr in Verkehr gebracht werden). Die darüber hinaus gehende Endenergieeinsparung kann entweder anhand von Richtwerten (siehe Anhang) ingenieurtechnisch abgeschätzt oder berechnet werden (z.B. bei einer bundesweiten Förderung anhand einer entsprechend eingerichteten Förderdatenbank). Alternativ kann auch angenommen werden, dass eine höhere Investition in Lichtsignalanlagen und Straßenbeleuchtung im Vergleich zum Trend zu höheren Einsparungen führt. So könnte der Anteil der zusätzlichen Einsparung als Anteil der Differenz aus Gesamtinvestition und bisherigem Investitionstrend (extrapolierte Ausgaben für Neu- oder Ersatzinvestitionen in diese Technologien) an der Gesamtinvestition ermittelt werden.

Abbildung 18: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Geräten

<b>Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)</b>	
Bottom-up:	
$EE_x = \sum_{i=1}^n (n_{i(t=x)} \times ES_{i,x} \times EF_{i,x}) \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung
n <sub>i(t=x)</sub>	Anzahl der im betrachteten Zeitraum (ab 2008 oder mit Early Action, d. h. ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007) bis zum Jahr x in Deutschland ersetzen Anlagen vom Typ i unter Berücksichtigung jeweils anzusetzenden Wirkdauer der Einsparungen. Es werden nur diejenigen Anlagen gezählt, die eine höhere Energieeffizienz aufweisen als Standardanlagen (siehe Richtwerte im Anhang)
ES <sub>i,x</sub>	Jährliche Endenergieeinsparung pro Anlage (wie im Text dargestellt zu ermitteln)
EF <sub>i(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach vom jeweiligen Gerät genutztem Endenergieträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; hier irrelevant, da alle Geräte erfasst
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent (je nach Gerät unterschiedlich; vgl. die Ergebnisse des Projekts „EMEEES“)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (horizontale und vertikale Doppelzählungen); hier irrelevant, da alle Maßnahmen gemeinsam evaluiert

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

keine

## 7.2.4 Fünfzig/fünfzig Projekte

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 21	Fünfzig/fünfzig Projekte	laufend	FÖ

Quelle: BMWi 2007

### Kurzbeschreibung

Um Energiesparen in den Schulen zu fördern, haben einige Länder spezielle Anreizprogramme umgesetzt. Sehr verbreitet sind die sogenannten fünfzig/fünfzig Projekte: Alle durch Energiesparmaßnahmen eingesparten Kosten werden gleichermaßen zwischen der entsprechenden Schule und der Schulbehörde aufgeteilt.

### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Die gesamten Endenergieeinsparungen sämtlicher bundesweit durchgeföhrter Fünfzig/Fünfzig-Projekte können zentral erfaßt werden. Allerdings erscheint der Aufwand hoch, eine solche Erfassung speziell für Fünfzig/Fünfzig-Projekte vorzunehmen, die i. d. R. nur verhaltensbezogene oder geringe investive Maßnahmen umfassen. Deshalb wird hier vorgeschlagen, entsprechend der Empfehlungen zur Maßnahme 7.2.2 (Bundesgebäude) vorzugehen und eine zentrale Datenbank als Monitoringplattform sämtlicher öffentlicher Gebäude auf Bundes-, Landes- und kommunaler inkl. gemischter Gebäude aufzubauen, aus der sich die Endenergieeinsparungen sämtlicher Maßnahmen in öffentlichen Gebäuden ableiten lassen.

### Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung

Vgl. die Empfehlungen zur Maßnahme 2.2.2 (Bundesgebäude).

## 7.2.5 Energiemanager

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
GHD inkl. öff. Sektor	GHD 24	Energiemanager	laufend	I

Quelle: BMWi 2007

### Kurzbeschreibung

Eine wachsende Anzahl von Gemeinden beschäftigt entweder eigene, spezialisierte Energiemanager für Energiebuchführung, Betrieb und Überwachung aller Aspekte im Zusammenhang mit Energieeinsatz im öffentlichen Sektor oder bedienen sich des Know-how von Energieagenturen.

### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Hier gilt im Prinzip das Gleiche wie für die im vorherigen Kapitel dargestellten Fünfzig/Fünfzig-Projekte.

Um die Wirksamkeit der Energiemanager/-innen zu bewerten, könnten entsprechend der dargestellten Methodik erfasste Endenergieeinsparungen mit Energiepreisen bewertet und auf die Arbeitsstunde eines/einer Energiemangers/-managerin bezogen werden.

### Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung

Vgl. die Empfehlungen zur Maßnahme 2.2.2 (Bundesgebäude) bzw. Maßnahme 2.3.4 (Fünfzi/Fünfzig-Projekte).

Die Ermittlung der durch eingesetzte Energiemanager/-innen zusätzlich erreichten Endenergieeinsparung erscheint aufgrund der Zurechnungsproblematik methodisch schwierig und aufwändig, weshalb hiervon abgeraten wird.

## 8. Maßnahmen im Sektor Private Haushalte

### 8.1 Endenergieverbrauch in der Wärmenutzung

#### 8.1.1 Maßnahmen im NEEAP: Übersicht

Nr. im NEEAP	Titel	Beschreibung	Evaluierbar mit bu Methoden gemäß NEEAP
#30	Technologie-wettbewerb „E-Energy“ und „Smart Metering“	Erprobung und Demonstration von integrierten Konzepten für IKT-basierte Energiesysteme, insb. der Anwendung von Smart Metering	nein
SÜ 56	Ökosteuer	Energiebesteuerung im Rahmen der ökologischen Steuerreform	nicht mit bu Methoden
GHD 23	Impulsprogramme	Einige Energieagenturen (Länder, Kommunen etc.) haben sogenannte Impulsprogramme aufgelegt, um die Schulung von Fachleuten, wie Energiemanagern in der Industrie, Architekten, Fabrikbetreibern, kommunalen Beamten etc. zu erleichtern.	nein
#32	Ausbau der Energieforschung im Bereich der Energieeffizienzsteigerung	Neue Schwerpunkte in der Energieforschung im Bereich des energieoptimierten Bauens (EnOB): a) „Energieeffiziente Schule“ (Energetische Sanierung von Schulgebäuden, Ziel ist die 3-Liter-Schule bis hin zur Plus-Energie-Schule) b) „Energieeffiziente Stadt“ (Energieeffizienzsteigerung in Städten und Kommunen durch Integration und Vernetzung neuer Energietechnologien im Bereich Versorgungs- und Gebäudetechnik) c) Verfestigung der energiebezogenen Anwendungsforschung im Gebäudebereich.	nein
PHH 12	„Initiative Solarwärme Plus“	„Initiative Solarwärme Plus“, richtet sich an Installateure und Endkunden; gefördert durch Solarfirmen, Ruhrgas, Verband Heizung Sanitär sowie das Umweltministerium; durchgeführt von der Deutschen Energieagentur.	ja
SÜ 53	Gesetz zur Einsparung von Energie (EnEG)	Vom 22.07.1976, letzte Änderung am 01.09.2005; Gesetz zur Energieeinsparung und Energieeffizienz in Gebäuden	ja

SÜ 62	Energieagenturen	Wurden auf nationaler Ebene (dena), in den Ländern sowie auf lokaler Ebene eingerichtet. Einige von ihnen werden teilweise durch das SAVE-Programm der EU-Kommission cofinanziert	Nein, nur Maßnahmen der Agenturen
SÜ 64	5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung "Innovation und neue Energietechnologien	Förderung von Forschung und Entwicklung im Energiebereich (Kraftwerkstechnologien, Erneuerbare Energien, Energieoptimiertes Bauen, Biomasse). Die Schwerpunkte liegen auf den Feldern „Energieeffizienz“ und „Erneuerbare Energien“	nein
SÜ 65	Aktion Klima sucht Schutz	An private Verbraucher gerichtete Kampagne durch interaktive virtuelle Beratung (energetische Gebäudesanierung, z.B. auch Heizungspumpen-, Kühlschrankcheck), Umsetzung von Artikel 6 der Klimarahmenkonvention zu Information und Motivation über Gegenmaßnahmen zum Klimawandel), durchgeführt von co2online	ja
#31	Verbesserung und Ausweitung der Aus- und Weiterbildung	a) Systematische Integration von Energieeffizienz-Know-how in die Hochschul- und Berufsausbildung b) Entwicklung von Lehrmodulen zu Themen der Energieeffizienz für die berufliche Aus- und Weiterbildung c) Ausbau der Weiterbildungsangebote d) Ergänzung durch breitenwirksame Marketing-Kampagnen sowie Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen	nein
PHH 11	Marktanreizprogramm zugunsten Erneuerbarer Energien	Fördert den Einsatz erneuerbarer Energien insb beim Wärmemarkt	ja
PHH 15	Energiehotline und Internet-Informations-Plattform	Call-Center für Informationen über rationellen energieeinsatz im Elektrizitäts- und Bausektor, KWK und EE, sowie Förderprogramme	ja
PHH 16 #6	Energiesparberatung des Bundesverbraucherverbundes (vzbv)	Individuelle und anbieterunabhängige Beratung privater Verbraucher zur Energieeinsparung im Haushalt und am Gebäude, finanziert durch das BMWi.	ja
PHH 14	Aktion Klimaschutz	Breitangelegte, an private Verbraucher gerichtete Kampagne mit praktischen Hinweisen zum Energiesparen und Hintergrundinformation über Aspekte des Klimawandels; durchgeführt von Deutscher Energieagentur.	ja
PHH 1 SÜ 54 #28	Energieeinsparverordnung	Anforderungen an Wärmeisolation von Gebäuden, Vorschriften für Heizungsanlagen, Energieausweis	ja

IND 36	Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen	Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) vom 14.03.1997, aktualisiert am 27.07.2001; begrenzt die Emissionen von Luftschadstoffen bei Kleinfeuerungsanlagen. Darüber hinaus legt sie die Anforderung an Abgasverluste bei neuen gasbetriebenen Heizsystemen fest. Abgasverluste bei bestehenden Anlagen müssen nach einer Übergangsperiode auf diese Werte heruntergefahren werden.	ja
SÜ 57	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure	Anreize für Planer, effizienten Einsatz von Energie in Gebäuden zu fördern	nein
SÜ 61	Erforschung des rationellen Umganges mit Energie	Nationale Finanzierungsprogramme des Wirtschafts- sowie des Forschungsministeriums. Energiebezogene Anwendungsforschung im Gebäudebereich initiiert von BMVBS und Forschungsförderung „Zukunft Bau“ des BMVBS.	nein
#29	Energieausweis für den Gebäudebestand	Stufenweise Einführung eines Energieausweises bei Vermietung oder Verkauf inkl. Modernisierungsempfehlungen	ja
PHH 5	KfW-Programm zur CO2-Minderung	Langfristige zinsgünstige Kredite für einzelne Energieeinsparmaßnahmen bei bestehenden Wohngebäuden (Wärmedämmung, Erneuerung von Heizungstechnik, Fenstern etc.); Einsatz erneuerbarer Energien auch bei neuen Wohngebäuden; Bau oder Kauf von KfW-Energiesparhäusern 60	Ja
PHH 6	KfW-Wohnraummodernisierungsprogramm 2003	Finanzierung mittels langfristiger zinsverbilligter Kredite für verschiedene Maßnahmen zur Wohnungsmodernisierung und -sanierung	ja
PHH 7	KfW-Programm Wohnraum Modernisieren	Finanzierung mittels langfristiger, zinsgünstiger Kredite für verschiedene Maßnahmen zur Wohnungsmodernisierung und -sanierung. Besondere Zinsverbilligung für energetische Sanierungsmaßnahmen (Öko-Plus-Maßnahmen: Wärmedämmung und Heizungsmodernisierung auf Basis erneuerbarer Energien)	Ja
PHH 2	Verordnung über Heizkostenabrechnung	Regelt die Aufteilung der Heiz- und Warmwasserkosten zwischen Bewohnern von Mehrfamilienhäusern mit Zentralheizung einschließlich eines Kürzungsrechts des Nutzers bei unzureichender Aufteilung	ja
PHH 17	PR- und Öffentlichkeitskampagnen zu Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudebereich	U. a. verschiedene Broschüren über energieeffiziente neue Gebäude und Heizungsanlagen, herausgegeben von der dena und dem BMVBS.	ja

PHH 18	Kampagne „zukunfts haus“	Aufklärungs- und Informationskampagne über energieeffiziente Renovierung und Gebäudemodernisierung, richtet sich an Eigentümer, Techniker und Planungsexperten; durchgeführt von der dena in Zusammenarbeit mit dem BMVBS und dem Privatsektor.	ja
PHH 19	Niedrigenergiehaus im Bestand	Vom BMVBS gefördert im Rahmen des CO2-Gebäudesanierungsprogramms werden von der dena in einem Modellvorhaben an über 140 Gebäuden energetische Sanierungen auf EnEV-Neubaustandard und besser erprobt – zum Teil unter Einsatz hochinnovativer Passivhauskomponenten und unterstützt von der deutschen Industrie.	ja
PHH 4 #1	CO2-Gebäudesanierungsp rogramm	Förderung der wärm 技术ischen Sanierung im Gebäudebestand und der Substitution elektrischer Direktheizungen	ja
PHH 8 #2	KfW-Förderprogramm Ökologisch bauen	Förderung energieeffizienter Neubauten	ja
PHH 3 #5	Vor-Ort-Energieberatung in Gebäuden	Qualifizierte Individualberatung am Objekt	ja
PHH 9	Ökozulagen im Rahmen der Eigenheimzulage	Zulage für Energieeinsparmaßnahmen, wie z. B. Solarwärmesysteme, Wärmepumpen und Wärmerückgewinnung in Gebäuden; zusätzliche Zuschüsse für neue Niedrigenergiehäuser	ja

## 8.1.2 Vorgehensweise im Gebäudebestand

### 8.1.2.1 Varianten der Berechnung

#### **Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Im Gegensatz zum in Kapitel 2 dargestellten Nichtwohngebäudebereich ist die Datengrundlage bei den Wohngebäuden ausreichend, um anhand von Gebäudetypologie, Studien wie die von Brockmann/Siepe (2008) sowie ergänzenden bundesweiten Erhebungen drei verschiedene prinzipielle Berechnungsweisen anwenden zu können (vgl. hierzu auch die Empfehlungen von Amman, Geissler und Baretto 2008):

- a) Modellrechnung mit einem Modell des Wohngebäudebestands auf Basis von Stichprobenerhebungen;
- b) Hochrechnung von Stichprobenerhebungen auf Basis von Energieausweisen;
- c) Systematische Erfassung aller Sanierungen.

Die dritte Variante wird für Deutschland als zu aufwändig ausgeschlossen. Je nach Ausgestaltung der Hochrechnung und Datenbasis unterscheiden sich die ersten beiden Varianten kaum. Vorgeschlagen wird hier die Berechnung mit einem Gebäudemodell auf Basis einer breiten empirischen Grundlage, zu denen bundesweite Auswertungen von Energieausweisen und Erhebungen zur Umsetzung der durchgeführten Maßnahmen bzw. Erhebungen wie sie von Brockmann/Siepe (2008) durchgeführt wurden, gehören sollten.

Bei der Schaffung der Datenbasis für die Gebäudemodellrechnungen durch Betrachtung der „vorher-nachher“-Situation von stichprobenartig ausgewählten Gebäuden, d.h. dem Bottom-up-Vergleich von Energieverbräuchen bzw. -bedarfen *vor* Umsetzung und *nach* Umsetzung von Modernisierungsmaßnahmen (z. B. anhand von Energieausweisen), sind prinzipiell drei verschiedene Vorgehensweisen möglich, die sich bezüglich Aufwand und Genauigkeit unterscheiden:

#### **1. Berechnung auf der Basis von klimabereinigten Verbrauchsmessungen**

Eine Berechnung der erzielten Einsparung über den klimabereinigten Verbrauch vor und nach einer Modernisierung hat den Nachteil, dass erst mit einem *time lag* von 2-3 Jahren robuste Verbrauchsdaten nach erfolgter energetischer Sanierung ermittelt werden können. Darüber hinaus wären im Rahmen von Variante 2 die ermittelten und klimabereinigten Verbrauchsdaten nicht in jedem Falle direkt mit den entsprechenden Bedarfswerten zu vergleichen.

## 2. *Berechnung auf der Basis der Ermittlung des Endenergiebedarfs*

Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht zweifelsfrei darin, dass relativ zeitnah nach einer erfolgten Modernisierung eine Erfassung von Einsparungen erfolgen kann. Der Nachteil liegt allerdings darin, dass in dieser Variante zumindest zweimalig eine Erfassung und ingenieurtechnische Abschätzung über eine Energieausweissoftware erfolgen muss: *vor* der Modernisierung und *nach* der Modernisierung.

## 3. *Kopplung von Verbrauchswerten und Bedarfswerten*

Aus pragmatischen Gründen wird eine Kopplung von Verbrauchswerten (vorher) und Bedarfswerten (nachher) vorgeschlagen, ergänzt um Standard-Verbrauchs- oder Bedarfswerte, die eine Berechnung auch für Variante 2 ermöglichen.

In den Fällen, in denen kein gesonderter Nachweis der Einsparung erfolgt (z.B. wenn Statistiken herangezogen werden, um Modernisierungstätigkeit zu erfassen, kann im Rahmen der Gebäudemodellrechnung grob vereinfacht angenommen werden, dass gemäß den Anforderungen der jeweiligen EnEV modernisiert wird. Dabei sollte von einer Nichterfüllungsrate der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung ausgegangen werden.

Gegenwärtig existieren allerdings keine verlässlichen Angaben über die Höhe eines offensichtlichen Vollzugsdefizits der EnEV. Schätzungen gehen davon aus, dass dieses Vollzugsdefizit bei ca. 25% liegt (siehe Diskussion in IWU und ifeu 2003), d.h. Gebäude im Schnitt nach Modernisierungen bis zu 25% über den durch die EnEV gesetzten Gebäudestandards liegen. Pauschal wird jedoch ein Vollzugsdefizit von 10% angenommen, bis empirisch belastbare Zahlen vorliegen.

Die weitere Methodik geht von der Erfassung jeweiliger Energiebedarfe von Gebäuden aus.

Tabelle 11: Wärmedurchgangswerte nach EnEV 2007/2009 für den Gebäudebestand

Bauteil/System	EnEV 2007 W/(m <sup>2</sup> K)	EnEV 2007 +10% W/(m <sup>2</sup> K)	EnEV 2009 (nur Gebäudehülle) W/(m <sup>2</sup> K)	EnEV 2009 +10% (nur Gebäudehülle) W/(m <sup>2</sup> K)	EnEV 2009 +10% (nur Gebäudehülle) W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand, Geschoßdecke (Luft)	U= 0,45	U= 0,50	U= 0,35	U= 0,39	U= 0,25
Dach, obere Geschoßdecke	U= 0,30	U= 0,33	U= 0,30	U= 0,33	U= 0,25
Fenster, Fenstertüren	U= 2,00	U= 2,20	U= 1,90	U= 2,09	U= 1,40
Decken und Wände gegen unbeheizte Räume/Erdreich	U= 0,30	U= 0,33	U= 0,40	U= 0,44	U= 0,40

### Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung

Bei der Berechnung des *zusätzlichen* Beitrags nationaler Maßnahmen zur energetischen Modernisierung von Gebäudebeständen (**Variante 2**) werden im Unterschied zu Variante 1 lediglich die Mitnahmeeffekte bereinigt, falls Mitnahmeeffekte einbezogen werden sollen, die ja in der ESD nicht explizit erwähnt werden. Amman, Geissler und Baretto (2008) empfehlen die Verwendung eines pauschalen Mitnahmeeffekts in Höhe von 20%, solange es keine genaueren Zahlen für das jeweilige Mitgliedsland gibt.

Bezüglich der Frage, inwieweit die durchgeführten Sanierungen im Bestand einzelnen Politikinstrumenten (z. B. EnEV-Standards, Energieausweise nach EnEV oder KfW-Mittel) zugerechnet werden können, lassen sich exemplarisch verschiedene Fälle unterscheiden. Bei einer solchen Zurechnung auf einzelne Politikinstrumente müssen dann auch mögliche horizontale und vertikale Doppelzählungen berücksichtigt und herausgerechnet werden.

#### 8.1.2.2 Vermeidung von Doppelzählungen

##### Vermeidung vertikaler Doppelzählungen

Zur Vermeidung von vertikalen Doppelzählungen muss in Hinsicht eines Nachweises gegenüber der ESD ein prozentualer Anteil der Wirkungen der Maßnahmen im politischen Mehrebenensystem (Bund – Land – Kommune) festgelegt werden. Dieser Anteil lässt sich, wenn überhaupt, nur über Befragungen ermitteln, die Fragen zu Motivationen und Entscheidungsprozesse der Teilnehmenden enthalten. Vermutlich ist hier jedoch erforderlich, eine Konvention z. B. auch auf Basis von vermutlich wenig robusten Befragungsergebnissen zu den Investitionsmotiven und –entscheidungen und

den Einflüssen festzulegen, um einzelne Maßnahmeneinflüsse („Wirkungsscheiben“) in einem Paket differenziert ermitteln zu können. Eine solche Befragung weist Grenzen und Unsicherheiten in Bezug auf die Zurechenbarkeit bzw. Ermittelbarkeiten der Einflüsse auf und dürfte daher vermutlich nicht zu besonders belastbaren Daten führen.

Die Zuordnung erzielter Endenergieeinsparungen zu Maßnahmen auf Bundesebene in Abgrenzung zu Maßnahmen auf Landes- oder lokaler/regionaler Ebene kann dabei auch anhand von Fallunterscheidungen vorgenommen werden. Dies wird im Folgenden beispielhaft veranschaulicht:

- **Fall 1:** Ein Bestandsgebäude wird nachweislich gemäß der Anforderungen der EnEV 2007 modernisiert (oder EnEV 2009, EnEV 2012) ohne Inanspruchnahme von Förderungen und Beratungen des Bundes oder ergänzender regionaler Förderungen. Eine Zuschreibung von Einsparungen gegenüber dem Ausgangszustand erfolgt zu 100% für den Bund. Wenn ein Nachweis (z.B. über einen Energieausweis) nicht erfolgt, ist von einer 10%igen Nichterfüllung der EnEV auszugehen.
- **Fall 2:** Ein Gebäude wird über die Anforderungen der EnEV hinaus modernisiert (z.B. auf KfW40-Standard oder geringer). Hierbei werden regionale Beratungsprogramme (z.B. regionaler Energieausweis) und KfW-Mittel in Anspruch genommen. Als pauschaler Wert könnte eine Zuschreibung von x% für das regionale Beratungsprogramm und y% für das bundesweite Förderprogrammsprechend von Befragungsergebnissen vorgenommen werden. Liegen keine Befragungsergebnisse vor, liegt es nahe, die (Signal-)Wirkungen des Förderprogramms stärker zu gewichten als die der Beratung, z. B. 90% zu 10%.
- **Fall 3:** Ein Gebäude wird über die Anforderungen der EnEV hinaus modernisiert (z.B. auf KfW40-Standard oder geringer). Hierbei werden sowohl KfW-Mittel in Anspruch genommen als auch ergänzende regionale Fördermittel. Hier könnte eine pragmatische 50/50% Zuweisung der Einsparungen auf beide Förderprogramme in denjenigen Fällen erfolgen, in denen die jeweiligen Förderbeiträge nicht zweifelsfrei differenziert werden können (z.B. bei Kreditförderung der KfW und gleichzeitiger Zuschussförderung einer regionalen Institution).

### **Vermeidung horizontaler Doppelzählungen**

Neben vertikalen Überschneidungen können auch Überschneidungen zwischen verschiedenen Instrumenten und Maßnahmen innerhalb einer Ebene des föderalen Systems auftreten. Grundsätzlich wird zur Vermeidung von horizontalen Doppelzählungen vorgeschlagen, eine Energiesparhandlung vom **Ende der Förder- und Unterstützungs kaskade** her zu evaluieren.

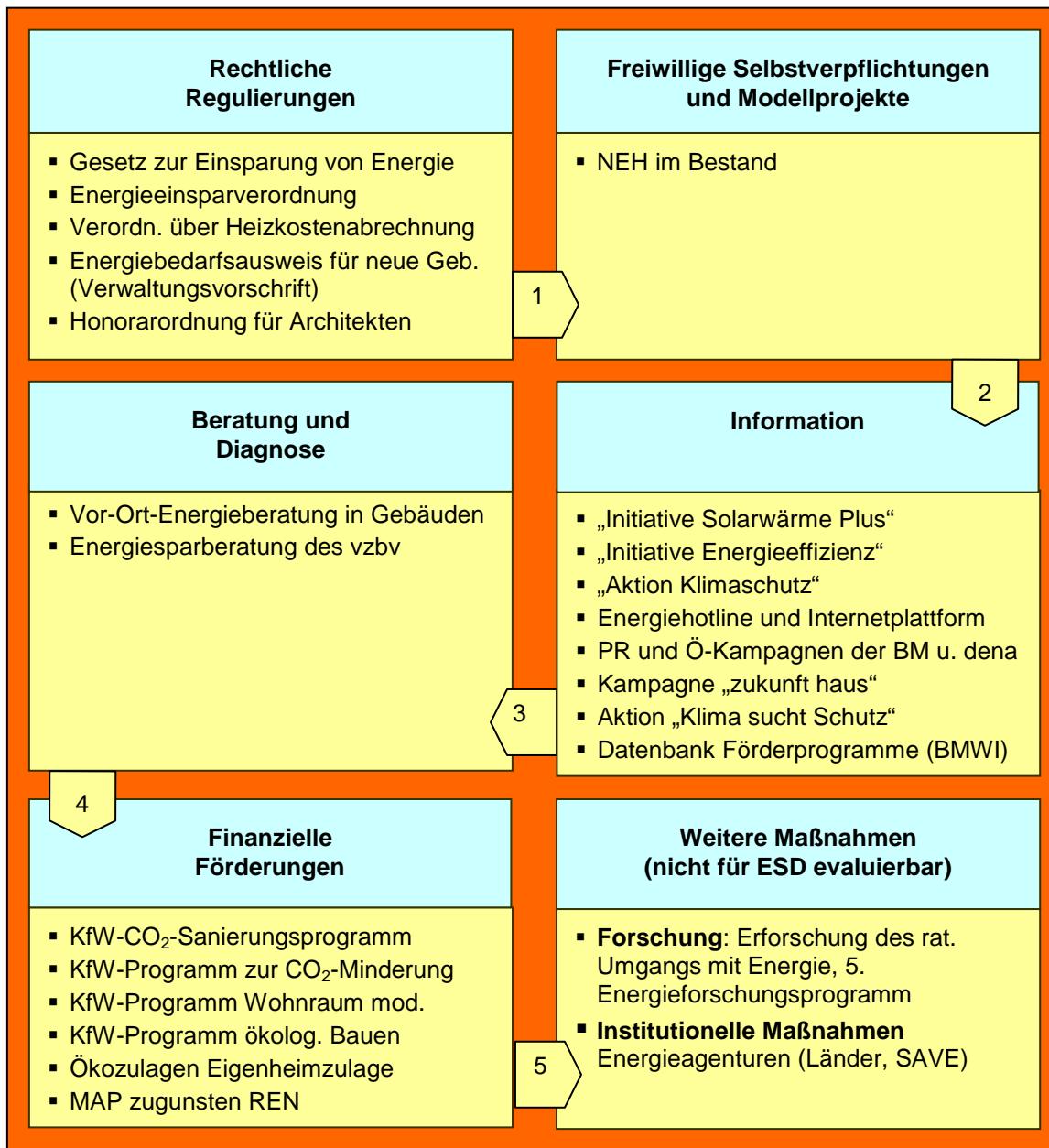
Folgende Vorgehensweise wird anhand von Beispielen für den Gebäudebestand vorgeschlagen:

- Wird ein Gebäude nachweislich gemäß der Energiesparverordnung modernisiert, jedoch ohne Inanspruchnahme von KfW-Mitteln oder ergänzender Beratungsleistungen, dann kann die Maßnahme vollständig der EnEV zugeschrieben werden.
- Wird für ein nach Anforderungen der EnEV modernisiertes Gebäude ein Beratungs- oder Förderangebot in Anspruch genommen, werden die erzielten Einsparungen gegenüber der EnEV der jeweiligen Einzelmaßnahme (Beratung oder Förderung) zugeschrieben.
- Bei der Inanspruchnahme eines Pakets von Maßnahmen (z.B. Information, Energiepass, Förderung) wird die Einsparung entweder ganz oder wie oben genannt zu 90% der jeweiligen Förderung zugeschrieben oder der Anteil der verschiedenen Instrumente und Maßnahmen anhand von Befragungsergebnissen als Konvention in Verhandlungen zwischen den verschiedenen Trägern festgelegt.

Die vorgeschlagene pragmatische Vorgehensweise zur Vermeidung von Doppelzählungen von Maßnahmen im Gebäudebereich dient nicht der Berechnung der Endenergieeinsparungen, die durch das *gesamte* Maßnahmenpaket hervorgerufen werden, sondern der Zurechnung auf einzelne Politikinstrumente und Maßnahmen oder Bündel von Instrumenten und Maßnahmen. Sie ermöglicht dezidiert keine detaillierte Bewertung von Effektivität und Effizienz einzelner Maßnahmen im Gesamtpaket, ersetzt also keine umfassendere Evaluation. Beispielsweise führt die vorgeschlagene Vorgehensweise, im Zweifelfall alle Wirkungen dem Förderprogramm zuzuschlagen, dazu, dass die Wirkungen eines reinen Informationsangebotes nicht separat differenziert werden (müssen), wenn gleichzeitig ein ergänzendes Förderangebot in Anspruch genommen worden ist.

Allerdings erfolgt die Erfassung der für eine solche Zurechnung notwendigen Daten gegenwärtig nur für vom Bund bereit gestellte Förderprogramme. Die gegenwärtig bestehende übergreifende Datengrundlage für Maßnahmen wie den Energiebedarfssausweis oder die Energieeinsparverordnung ist sehr begrenzt und nur zumeist vermittelt über gleichzeitig in Anspruch genommene Förderprogramme zu generieren. Zudem weisen diese Maßnahmen starke Überschneidungen in ihren Wirkungen auf.

Abbildung 19: Priorisierung der Maßnahmen im deutschen NEEAP (Wärme)



### 8.1.2.3 Bestandteile der Formeln

Für die Bestimmung der Energieeinsparungen vor und nach energetischer Sanierung im Gebäudebestand sind verschiedene Vorgehensweisen möglich, die sich nach verschiedenen Datenlevels richten (siehe Teilband A, Kapitel 3.3). Das weitere Vorgehen bei der Erstellung der Formelstruktur richtet sich nach Amman et al. (2008)

Abbildung 20: Vorgehensweise zur Berechnung der gesamten Einsparung im Gebäudebestand

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x		
Nationale Daten (z.B. Gebäudemodell, Level 2a)		
$EE_x = \left( \sum_j \sum_m \sum_i \left( \frac{EB_{i,j,m,baseline}}{n_{baseline}} - \frac{EB_{i,j,m,neu}}{n_{neu}} \right) \bullet BGF_{i,j,m,t} \right) \bullet EF$		
$EE_x$	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2008	Berechnung der Einsparung erfolgt ggf. für die Phasen: 1995/91 – 2007 2008 – 2010 2011 – 2016
$EB_{i,j,m,baseline}$	Energiebedarf eines Gebäudes vor Modernisierung	kWh/m <sup>2</sup> /a, Erfassung über ingenieurtechnische Abschätzung (Energieausweis o.ä.)
$EB_{i,j,m,neu}$	Energiebedarf eines Gebäudes <i>nach</i> Modernisierung im Jahr x	
$n_{baseline, neu}$	Energieeffizienz eines Heizungssystems	
$BGF_{baseline, neu}$	Bruttogeschoßfläche	
Indices $i$	Baualtersklasse (1...x)	
Indices $j$	Typ der Maßnahme; <i>Abriß, Modernisierung Gebäudehülle, Heizungsmodernisierung, Neubau, Einzelmaßnahmen</i>	
M	Gebäudetyp	EFH/MFH
t	Jahr (Beginn der Berechnung)	
$EF_{i,el/th(neu,x)}$	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0	

Nationale Daten (z.B. über Energieausweise, Level 2b)

$$EE_x = \left( \frac{EB_{baseline}}{n_{baseline}} - \frac{EB_{neu}}{n_{neu}} \right) \bullet (1 - R) \bullet BGF \bullet EF$$

$EB_{i, j, m, baseline}$	Energiebedarf eines Gebäudes vor Modernisierung	kWh/m <sup>2</sup> /a, Erfassung über ingenieurtechnische Abschätzung (Energieausweis o.ä.)
$EB_{i, j, m, neu}$	Energiebedarf eines Gebäudes <i>nach</i> Modernisierung im Jahr x	
$n_{baseline, neu}$	Energieeffizienz eines Heizungssystems	
$BGF_{baseline, neu}$	Bruttogeschoßfläche	
R	Reboundeffekt, in Prozent	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
$EF_{i, el/th(neu,x)}$	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0	

Gebäudespezifische Daten (z.B. programmspezifisch über Energieausweis, Level 3)

$$EE_x = \left[ \sum_{k=1}^n \left( \frac{EB_{baseline,k}}{n_{baseline,k}} - \frac{EB_{neu,k}}{n_{neu,k}} \right) \right] \bullet (1 - R) \bullet a_k \bullet EF$$

$EB_{i, j, m, baseline}$	Energiebedarf eines Gebäudes vor Modernisierung	kWh/m <sup>2</sup> /a, Erfassung über ingenieurtechnische Abschätzung (Energieausweis o.ä.)
$EB_{i, j, m, neu}$	Energiebedarf eines Gebäudes <i>nach</i> Modernisierung im Jahr x	
$n_{baseline, neu}$	Energieeffizienz eines Heizungssystems	
$BGF_{baseline, neu}$	Bruttogeschoßfläche	
R	Reboundeffekt, in Prozent	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
$a_k$	BGF (m <sup>2</sup> /a)	
k	Summerung von n Gebäuden, die durch Maßnahme modernisiert werden	

## Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x

Abbildung 21: Vorgehensweise zur Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Gebäudebestand

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
Nationale Daten (z.B. Gebäudemodell, Level 2a)		
	$EE_x = \left( \sum_j \sum_m \sum_i \left( \frac{EB_{i,j,m,baseline}}{n_{baseline}} - \frac{EB_{i,j,m,neu}}{n_{neu}} \right) \bullet BGF_{i,j,m,t} \right) \bullet EF$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2008	Berechnung der Einsparung erfolgt ggf. für die Phasen: 1995/91 – 2007 2008 – 2010 2011 – 2016
EB <sub>i, j, m, baseline</sub>	Energiebedarf eines Gebäudes vor Modernisierung	kWh/m <sup>2</sup> /a, Erfassung über ingenieurtechnische Abschätzung (Energieausweis o.ä.)
EB <sub>i, j, m, neu</sub>	Energiebedarf eines Gebäudes <i>nach</i> Modernisierung im Jahr x	
n <sub>baseline, neu</sub>	Energieeffizienz eines Heizungssystems	
BGF <sub>baseline, neu</sub>	Bruttogeschoßfläche für Gebäudetyp i	
M <sub>i</sub>	Anteil Mitnahmeeffekte	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
R	Anteil direkter Reboundeffekt	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
M <sub>u</sub>	Anteil Multiplikatoreffekte	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
EF <sub>i, el/th(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0	

Nationale Daten (z.B. Energieausweis, Level 2b)

$$EE_x = \left( \frac{EB_{baseline}}{n_{baseline}} - \frac{EB_{neu}}{n_{neu}} \right) \bullet (1 - R) \bullet BGF \bullet EF$$

EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2008	Berechnung der Einsparung erfolgt ggf. für die Phasen: 1995/91 – 2007 2008 – 2010 2011 – 2016
BGF	Bruttogeschoßfläche	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
D	Anteil Doppelzählungen (siehe Kapitel zur Vermeidung von vertikalen und horizontalen Doppelzählungen)	
EF <sub>i, el/th(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergieträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0	

Gebäudespezifische Daten (z.B. programmspezifisch über Energieausweis, Level 3)

$$EE_x = \sum_{k=1}^N \left( \frac{EB_{baseline,k}}{n_{baseline,k}} - \frac{EB_{neu,k}}{n_{neu,k}} \right) \bullet a_k \bullet (1 - R) \bullet (1 - Mi) \bullet (1 + M) \bullet EF$$

EB <sub>i, j, m, baseline</sub>	Energiebedarf eines Gebäudes vor Modernisierung	kWh/m <sup>2</sup> /a, Erfassung über ingenieurtechnische Abschätzung (Energieausweis o.ä.)
EB <sub>i, j, m, neu</sub>	Energiebedarf eines Gebäudes <i>nach</i> Modernisierung im Jahr x	
n <sub>baseline, neu</sub>	Energieeffizienz eines Heizungssystems	
R	Reboundeffekt, in Prozent	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
Mi	Anteil Mitnahmeeffekte	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
M	Anteil Multiplikatoreffekte	0, bis Erfahrungswerte aus Befragungen vorliegen
a <sub>k</sub>	BGF (m <sup>2</sup> /a)	
k	Summerung von n Gebäuden, die durch Maßnahme modernisiert werden	

### 8.1.3 Vorgehensweise im Neubaubereich

#### 8.1.3.1 Berechnung der erzielten gesamten und zusätzlichen Einsparung (Variante 1 und 2)

Die Neuerrichtung eines Gebäudes erscheint zunächst als negative Einsparung, d.h. als absoluter Anstieg des Endenergiebedarfs oder Endenergieverbrauchs („vorher-nachher“ Situation). Maas und Monné (2008) schlagen jedoch – der bisherigen Logik der Variante 1 nicht vollständig folgend - vor, die erzielte Endenergieeinsparungen bei Neubauten gegenüber einer zu definierenden Baseline zu ermitteln. Für Deutschland wäre die Wärmeschutzverordnung 1995 die entsprechende Baseline.

**Variante 2** entspricht Variante 1, wobei ggf. zusätzlich Mitnahmeeffekte herausgerechnet werden.

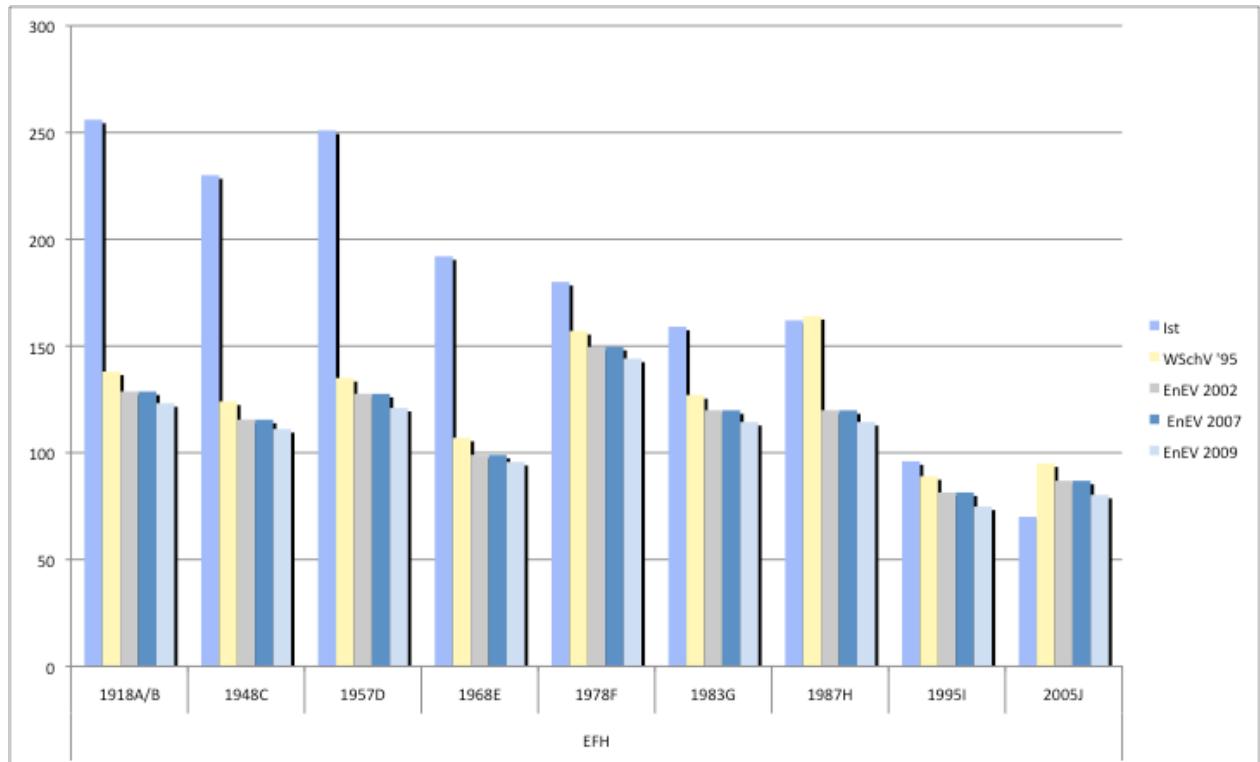
Tabelle 12: Wärmedurchgangswerte für einzelne Bauteile gemäß WSVO 1995, EnEV 2007 und EnEV 2009 (nur Maßnahmen an der Gebäudehülle)

Bauteil	WSVO 1995 W/(m <sup>2</sup> K)	WSVO 1995 +10% W/(m <sup>2</sup> K)	EnEV (2007) Umax-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	EnEV (2007) Umax-Wert (W/m <sup>2</sup> K) + 10% non-compliance	EnEV (2009) Umax-Wert (W/m <sup>2</sup> K)	EnEV (2009) Umax-Wert (W/m <sup>2</sup> K) + 10% non-compliance
Außenwände	U <= 0,50	U <= 0,55	U <= 0,35	U <= 0,39	U <= 0,35	U <= 0,39
Keller	U <= 0,50	U <= 0,55	U <= 0,40	U <= 0,44	U <= 0,40	U <= 0,44
Dach oder obere Geschoßdecke	U <= 0,30	U <= 0,33	U <= 0,30	U <= 0,33	U <= 0,30	U <= 0,33
Fenster incl. Rahmen	U <= 1,80	U <= 1,98	U <= 1,50	U <= 1,65	U <= 1,50	U <= 1,65

Zur Vermeidung horizontaler und vertikaler Doppelzählungen im Neubau im Rahmen der Zurechnung von Endenergieeinsparungen zu einzelnen Politikinstrumenten wird eine Verfahrensweise gemäß Kapitel 8.1.2.2 und 0 vorgeschlagen.

Erzielte Einsparungen lassen sich mit folgenden Referenzwerten berechnen:

Abbildung 22: Endenergiebedarfe nach Modernisierungen gemäß WSVO 1995 sowie EnEV 2002/2007/2009 (EFH)<sup>14</sup>



### 8.1.3.2 Grundlegende Formelstrukturen

Es wird davon ausgegangen, dass gebäudespezifische Daten (Endenergiebedarfe) für Neubauten erhoben und in einer Datenbank zentral eingegeben werden. Die Strukturen der Formeln richten sich nach Maas und Monné (2009).

<sup>14</sup> Im Anhangband sind weitere Referenzdaten zu EFH, KMH und GMH.

Abbildung 23: Vorgehensweise zur Berechnung der gesamten Einsparung im Neubaubereich

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung		
$EE_x = \sum_{i=1}^c (EB_{baseline,i} - nc \cdot EB_{neu,i}) \cdot BGF \cdot (1 - R) \cdot EF$		
$EB_{(Baseline,i)}$	Endenergiebedarf des Gebäudes, das mit den Anforderungen der Wärmeschutzverordnung 1995 errichtet worden ist	
$EB_{(neu,i)}$	Endenergiebedarf des neu errichteten Gebäudes	
BGF	Bruttogeschoßfläche (in n Gebäuden)	
Indices <sub>i</sub>	Gebäudeklasse	
$nc_i$	Non-compliance Faktor in Gebäudeklasse i	
$EF_{i, el/th(neu,x)}$	Endenergiefaktor je nach gemessenem Endenergiträger vor Durchführung der Maßnahme: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0	

Die Berechnung Variante 2 erfolgt ähnlich wie in Variante 1(b), nur unter der Berücksichtigung von Mitnahmeeffekten.

Abbildung 24: Vorgehensweise zur Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Neubaubereich

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = \sum_{i=1}^c (EB_{baseline,i} - nc \cdot EB_{neu,i}) \cdot BGF \cdot (1 - R) \cdot (1 - ME) \cdot EF$		
$EB_{(Referenz)}$	Endenergiebedarf des Gebäudes, das mit den Anforderungen der Wärmeschutzverordnung 1995 errichtet worden ist	
ME	Mitnahmeeffekt	Über Befragungen zu ermitteln

### 8.1.3.3 Verfügbare Datenbestände und Evaluationen im Gebäudebereich

Tabelle 13 vermittelt einen Überblick über bestehende Datenpools, Erhebungen und Studien für den Gebäudesektor. Eine Unterscheidung zwischen Erhebungsverfahren zum Bestandsmonitoring (Top-down) und maßnahmenspezifische Evaluationen (Bottom-up) wird vorgenommen

Tabelle 13 Datenbestände und Evaluationen im Gebäudebereich

Datenquelle	Inhalt	Relevant für Neubau	Relevant für Bestand
<b>1. Top-Down Datenerhebungen</b>			
<b>Öffentliche Statistiken</b>			
Mikrozensus (amtliche Statistik)	380.000 HH (1%), 4-jährig, detaillierte Daten über Gebäude und BewohnerInnen <i>erfasst:</i> Energieträger und Zentralisierungsgrad der Heizung und Warmwasserversorgung, Energiekosten <i>nicht erfasst:</i> Typ des Wärmeerzeugers und Alter, Angaben zum Wärmeschutz	x	x
Sozio-ökonomisches Panel (DIW/TNS Infratest)	12.500 HH, 1-jährig, detaillierte Daten über Gebäude und BewohnerInnen <i>erfasst:</i> Gebäudetyp und Baualter <i>grob erfasst:</i> Zentralisierungsgrad der Heizung, durchgeführte Modernisierungen, gesehene Renovierungsbedürftigkeit, Heizkosten	o	x
Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (amtliche Statistik)	75.000 HH, 5-jährig Daten über Gebäude und BewohnerInnen <i>erfasst:</i> Gebäudetyp, Energieträger, Zentralisierungsgrad <i>grob erfasst:</i> Baualter, Energiekosten	x	x

Zensus (amtliche Statistik)	Vollerhebung, keine Periodizität Daten zur Volkszählung 1987 veraltet Für 2010/11 neuer Zensus geplant, Vollerhebung von Gebäudeeigentümern	x	x
1% Gebäudestichprobe	Durchgeführt 1993 (weitgehend veraltet)	o	o
<b>Erhebungen der Wirtschaft</b>			
Wohnungswirtschaftliche Daten und Trends (GdW)	TN: 8000 SF-Meister über ca. 14 Mio. Gebäuden mit überprüfungsrechtlichen Feuerungsanlagen erfasst: brennstoffbetriebene Heizungen, Mängel, Baualter	x	x
Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks (BV Schornsteinfegerhandwerk)	TN: GdW-Unternehmen erfasst: Wohnungswirtschaftliche Daten, Bestand, Investitionen, Heizungsstruktur, energetische Modernisierungen etc.	(x)	x
Statistische Angaben Heizungstechnik (BdH)	TN: Mitglieder BdH Nur begrenzt öffentlich zugänglich erfasst: Markt für Wärmeerzeuger	o	o
<b>Nichtöffentliche Marktforschung</b>	Heinze Marktforschung LBS Research GfK Renovierungsbarometer Etc.	x	x
Wohnungswirtschaftliche Daten und Trends (GdW)	TN: 8000 SF-Meister über ca. 14 Mio. Gebäuden mit überprüfungsrechtlichen Feuerungsanlagen erfasst: brennstoffbetriebene Heizungen, Mängel, Baualter	(x)	x
<b>Statistische Auswertungen im Rahmen der Energiebilanz</b>	AGEB (Kaum Differenziert nach Gebäudetypen) AGEE (Kaum Differenziert nach Gebäudetypen) (Energie)Statistiken der Bundesländer (Endenergieverbrauch nach Sektoren, Aktivitäten Neubau, Gebäude und WE-Bestand) Studie: Energieverbrauch der privaten HH (GfK, ISI et al.)	o	x

<b>2. Bottom-up Datenerhebungen, Programmspezifische Daten</b>			
Förderprogramme der KfW	Förderdatenbank über Programme Ex Post Evaluationen/Befragungen	x	x
Vor-Ort Energiesparberatung (BAFA)	Förderdatenbank über Programme Ex Post Evaluationen/Befragungen	x	x
Internetplattform co2online	Internetbefragung der TN	(x)	x

Für die Evaluation von Maßnahmen erweisen sich folgende Datenbestände und -erhebungen als relevant:

- KfW-Förderstatistik und ex post Evaluationen
- KfW-Förderstatistik und ex post Evaluationen
- Förderstatistiken der BAFA (MAP und Vor-Ort Energiesparberatung) und ex post Evaluationen
- Co2online-Evaluationen
- Regionale Förderstatistiken

## 8.1.4 Maßnahmen im NEEAP (1): Gesetzliche Instrumente und freiwillige Selbstverpflichtungen

### 8.1.4.1 Energieeinsparverordnung

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 17	Energieeinsparverordnung	Energieeinsparverordnung vom 1. Februar 2002 a. und b. Aufgenommen in die Energieeinsparverordnung vom 1. Februar 2002	O

#### Kurzbeschreibung

In Deutschland wird die Europäische Richtlinie für energieeffiziente Gebäude (2002/91/EG, EPBD) durch die Energiesparverordnung (EnEV) umgesetzt.

Mit Hilfe der EnEV wird angestrebt, das große Potenzial zur Energieeinsparung im Gebäudesektor durch die Verbesserung der Energieeffizienz auszuschöpfen. So setzt sich die EnEV zum Ziel, „die Neueinrichtung von Gebäuden mit möglichst sparsamer Energiebilanz zu erreichen und im Gebäudebestand die vorhandenen Möglichkeiten zur Energieeinsparung zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen zu mobilisieren“ (Begründung zur EnEV 2009 vom 18.04.2008).

Die EnEV fasst die bereits bestehenden rechtlichen Anforderungen und Vorschriften der Wärmeschutzverordnung (WSchV) und der Heizanlagenverordnung (HeizAnlV) zusammen. Diese Anforderungen richten sich unter anderem an die Dämmung von Gebäudehüllen, an die Heizungsanlagen für den Neubau und für den Gebäudebestand. Darüber hinaus setzt sie Festlegungen über den Austausch älterer Heizkessel und die Ausstellung eines „Energieausweises“ für neue Gebäude.

Die EnEV verknüpft Gebäudehülle und Anlagentechnik, so dass eine effiziente Anlagentechnik und ein besserer Wärmeschutz als integriert betrachtet werden. Die Verordnung lässt somit die Möglichkeit zu, z.B. durch eine bessere Anlagentechnik einen schlechteren Dämmstandard auszugleichen.<sup>15</sup>

Die EnEV trat zum 01.02.2002 in Kraft und wurde am 24.07.2007 und 29.04.2009 aktualisiert. Mit der letzten Novellierung der Energiesparverordnung werden

<sup>15</sup> vgl. <http://www.enev-info.de/enevgrundlagen.htm>

Anforderungen an Neubauten und Modernisierung der Altbauten um bis zu 30% angehoben.

Wesentliche Änderungen der EnEV 2009 gegenüber der EnEV 2007 sind:

- Begehbarer Geschossdecken müssen bis Ende 2011 gedämmt werden, wenn das Dach darüber ungedämmt ist;
- Nachtstromspeicherheizungen werden schrittweise ab 2020 außer Betrieb genommen;
- Unternehmen werden verpflichtet, die Einhaltung der Vorschriften bei der Modernisierung von Gebäuden nachzuweisen;
- Der Strom aus Erneuerbaren Energien, der im Gebäude erzeugt und verbraucht wird, darf vom Endenergiebedarf abgezogen werden.

Im zeitlichen Verlauf wurden folgende rechtlichen Regelungen verabschiedet:

Verordnung	Verabschiedung/ Inkrafttreten
<b>Wärmeschutzverordnung</b>	16.08.1994/ 01.01.1995
<b>Heizungsanlagenverordnung</b>	04.05.1998/ 01.08.1998
<b>EnEV 2002</b>	16.11.2001/ 01.02.2002
<b>EnEV 2007</b>	24.07.2007/ 01.10.2007
<b>EnEV 2009</b>	29.04.2009/ 01.10.2009

Es ist zu erwarten, dass mit der derzeitigen Novellierung der EU-Gebäuderichtlinie im Jahr 2012 eine neue Novelle der EnEV anstehen wird. Bei dieser werden voraussichtlich zum einen die Grenzwerte für Neubauten und Bestandsgebäude bei energetischen Sanierungen um nochmals 30% bzw. in Richtung (rechnerischer) Nullenergiehäuser bei Neubauten und zum anderen die Anforderungen an die Inspektion der technischen Gebäudeausrüstung verschärft werden.

### Datenverfügbarkeit

Bisher erfolgt keine bundesweit zentralisierte Erhebung der nach Anforderungen der EnEV 2002, 2007 oder 2009 errichteten neuen Gebäude. Lediglich *ex post* lassen sich Rückschlüsse von Neubaustatistiken der statistischen Landesämter auf den entsprechenden Energiestandard ziehen. Von der Anzahl der neu errichteten Gebäude pro Jahr können theoretisch über die entsprechenden Anforderungen der jeweils gültigen EnEV die Energiebedarfe der errichteten Gebäude rekonstruiert werden. Allerdings sind

in diesen neu errichteten Gebäuden auch diejenigen enthalten, die höhere energetische Standards aufweisen und ggf. eine Förderung in Anspruch genommen haben.

Eine separate zentrale Erfassung der Neubauten mit höheren energetischen Anforderungen (z.B. KfW 60, 40 oder Passivhausstandard) erfolgt bisher nicht. Dies ist nur über die zentrale Erfassung von entsprechenden KfW-Daten oder ergänzenden regionalen Förderungen und Modellprojekten möglich.

Dies gilt auch für den Gebäudebestand: bisher werden hierzu keine zentralen Daten erhoben, lediglich bundesweite oder regionale Beratungs- und Förderprogramme können hier einen Anhaltspunkt über die Modernisierungsaktivitäten im Gebäudebestand liefern.

Zusätzlich sind etwaige Vollzugsdefizite zu berücksichtigen, über die es ebenfalls keine systematische Datenerfassung oder Evaluation gibt.

#### **Berechnung der gesamten sowie der zusätzlichen Einsparungen (Variante 1 und Variante 2)**

Vgl. Kapitel 3.1.2 für den Gebäudebestand sowie Kapitel 3.1.3 für den Neubau.

#### **8.1.4.2 Energiebedarfsausweis für Gebäude (Verwaltungsvorschrift)**

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Sektorübergreifend	SÜ 55	Energiebedarfsausweis für neue Gebäude	Laufend	O
Sektorübergreifend	29	Energiebedarfsausweis für den Gebäudebestand	Laufend	O

#### **Kurzbeschreibung**

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) enthält Regelungen über die Ausstellung und Verwendung von Energieausweisen in Deutschland. Ergänzt wird diese durch eine entsprechende Verwaltungsvorschrift zu §13 der Energieeinsparverordnung (AVV Energiebedarfsausweis). Hintergrund ist die EG-Richtlinie 2002/91/EG (EPBD Energy Performance of Buildings Directive) die durch die EnEV in nationales Recht umgesetzt wird.

Ein Energiebedarfsausweis ist gemäß der EnEV und der Verwaltungsvorschrift bei Errichtung, Änderung oder Erweiterung von Gebäuden auszustellen. Für bestehende Gebäude muss zudem bei Verkauf, Neuvermietung, Verpachtung oder Leasing

einer/einem Interessenten auf Verlangen ein Energieausweis zugänglich gemacht werden. Ausgenommen hiervon sind unter Denkmalschutz stehende Gebäude (vgl. § 16 Abs. 4 EnEV).

Das Dokument enthält neben Gebäude bezogenen Energiebedarfsdaten Vorschläge für kostengünstige Modernisierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz eines Gebäudes. Die Maßnahme wurde stufenweise eingeführt: seit 01.07.2008 ist der Energieausweis bei älteren Wohngebäuden eingeführt, seit 01.07.2009 auch für Nichtwohngebäude.

Die Zielsetzung des Instruments, so die Maßnahmenbeschreibung im NEEAP, besteht darin, Eigentümer, Mieter und Käufer über die energetische Qualität von Gebäuden zu informieren und Modernisierungsempfehlungen für kostengünstige Verbesserungen der energetischen Eigenschaften des Gebäudes zu geben. Durch verbraucherfreundlich ausgestaltete Energieausweise soll der Energieverbrauch bzw. -bedarf eines Gebäudes zum Kriterium bei Verkauf und Vermietung werden. Mit Ausnahme von bestimmten kleinen Wohngebäuden unter 4 WE besteht grundsätzlich Wahlfreiheit, ob dem Ausweis der tatsächliche Energieverbrauch oder der errechnete Energiebedarf zugrunde gelegt werden soll.

### **Datenverfügbarkeit**

Zurzeit erfolgt keine zentrale Datenerhebung ermittelter Energieausweisdaten. Im Rahmen des unterdessen abgeschlossenen europäischen Projektes DATAMINE erfolgte auf der Basis von Daten aus 12 Modellprojekten der Aufbau einer harmonisierten internationalen Datenstruktur.<sup>16</sup> Energieausweisdaten werden regional nur dort in einer Datenbankstruktur zusammengefasst, in denen dieser Teil eines ausführlicheren Beratungsprogrammes ist, wie z.B. das Angebot der Hamburger Energiepassberatung oder der Energiepass in der Stadt Münster.

### **Berechnung der gesamten sowie der zusätzlichen Einsparungen (Variante 1 und Variante 2)**

Vgl. Kapitel 3.1.2 für den Gebäudebestand sowie Kapitel 3.1.3 für den Neubau.

---

<sup>16</sup> siehe IWU (2009), <http://www.iwu.de/forschung/energie/abgeschlossen/datamine/>

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

*Empfehlungen für das Monitoring:* Die Maßnahme läßt sich ohne die Kopplung mit anderen Programmen nur schwer evaluieren, da die Datenerhebung bisher nur dezentral über ausstellende Ingenieurbüros erfolgt. Lediglich in regionalen Programmen, in denen der Energieausweis mit einer intensiven Beratungsleistung verknüpft wird, lassen sich z.B. über ex post Befragungen Schlußfolgerungen über mögliche ausgelöste Energiesparhandlungen ziehen. Die Anwendung von pauschalen Einsparwerten (siehe z.B. AEA 2009) wird nicht empfohlen.

#### **8.1.4.3 Freiwillige Selbstverpflichtungen: Niedrigenergiehausstandard im Bestand**

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 19	Freiwillige Selbstverpflichtungen: Niedrigenergiehausstandard im Bestand	Laufend	I/FÖ

#### **Kurzbeschreibung<sup>17</sup>**

Zurückgehend auf eine Empfehlung des Rates für Nachhaltigkeit koordiniert die dena daher das Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“. Ziel des Modellvorhabens ist es nach eigener Beschreibung, „an Hand von Best-Practice-Projekten den Know-how-Transfer zu beschleunigen, energetisch anspruchsvolle Sanierungsstandards auf dem Markt zu etablieren, innovative Technologien der energetischen Gebäudesanierung bekannt zu machen, weiterzuentwickeln und auf dem Markt einzuführen und durch übertragbare, wirtschaftlich tragfähige Sanierungsempfehlungen zur Nachahmung anzuregen.

Bisher wurden im Rahmen des Modellvorhabens über 330 Gebäude energetisch saniert, teilsweise auch unter Anwendung von Passivhauskomponenten.

Folgendes Ergebnisse wurden lt. Angaben der dena bisher erzielt: Im Durchschnitt unterschreiten die modernisierten Gebäude die Anforderungen der EnEV an vergleichbare Neubauten um rund 62 Prozent. Zudem wurden rund 4.490 Wohneinheiten auf mehr als 236.000 m<sup>2</sup> Fläche saniert. Zur Verstärkung der Multiplikatorwirkung der energieeffizienten Sanierung hat die dena ein erfolgreiches Netzwerk mit bestehenden regionalen Kompetenzzentren, wie z.B. Energieagenturen, etabliert, das sich stets vergrößert.

<sup>17</sup> Quelle: <http://www.zukunft-haus.info/de/projekte/niedrigenergiehaus-im-bestand.html>

Unterstützt wird die dena durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), die BASF SE sowie den Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW).

**Berechnung der gesamten sowie der zusätzlichen Einsparungen (Variante 1 und Variante 2)**

Vgl. Kapitel 3.1.2.

## 8.1.5 Maßnahmen im NEEAP (2): Finanzielle Förderinstrumente

### 8.1.5.1 Förderprogramme zur Unterstützung energietischer Modernisierungen und energieeffizienter Neubauten

Tabelle 14: Förderprogramme zur Unterstützung energietischer Modernisierungen und energieeffizienter Neubauten

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 7	KfW-Programm Wohnraum modernisieren	Laufend	FÖ
Private Haushalte	PHH 8	KfW-Programm Ökologisch Bauen	Laufend	FÖ
Private Haushalte	Seit 2009 (nicht im NEEAP)	Energieeffizient Sanieren	Laufend	FÖ
Private Haushalte	Seit 2009 (nicht im NEEAP)	Energieeffizient Bauen	Laufend	FÖ

#### Kurzbeschreibung

Die Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) richten sich sowohl an Kommunen mit ihren Liegenschaften als auch an Wohnungsgesellschaften und EndverbraucherInnen. Diese fördern den Erwerb, die Modernisierung und die Sanierung sowie die Errichtung von privaten Wohnimmobilien. Die KfW unterstützt außerdem kleine und mittlere Unternehmen, „(...) die in den Umweltschutz investieren und Energie sparen helfen“.

Im Rahmen der KfW-Förderprogramme werden unterschiedliche Maßnahmepakete im Bereich Wohnraummodernisierung und Sanierung sowohl für Privatpersonen als auch für Kommunen angeboten<sup>18</sup>:

1. Das Programm „Energieeffizient Bauen“ (ehemals Ökologisch Bauen) finanziert seit dem 01.04.09 den energetisch hochwertigen Neubau von Wohngebäuden im Rahmen des "CO2-Gebäudesanierungsprogramms des Bundes" und dient der zinsgünstigen langfristigen Finanzierung von Errichtung, Herstellung oder Ersterwerb von KfW-Effizienzhäusern. Förderfähige Wohngebäude müssen ein bestimmtes energetisches Niveau aufweisen. Ein KfW-Effizienzhaus 55

<sup>18</sup> <http://www.kfw-foerderbank.de>

unterschreitet die Vorgaben der EnEV 2007 um 45%, ein KfW-Effizienzhaus 70 um 30%.

2. Das Programm „Energieeffizient Sanieren“ (seit 01.04.2009) ist Teil des Nationalen Klimaschutzprogramms und des Programms der Bundesregierung für Wachstum und Beschäftigung. Es fördert Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in Wohngebäuden durch entsprechende Zuschüsse und Kredite. Eine Sanierung muss sich an den energetischen Standards, der sog. KfW-Effizienzhäuser orientieren. Förderfähig sind Gebäude, die den Standard der EnEV 2007 erreichen (KfW-Effizienzhaus 100) bzw. diesen Standard um 30% unterschreiten (KfW-Effizienzhaus 70). Darüber hinaus können auch einzelne Maßnahmen wie die Erneuerung von Fenstern oder Wärmedämmung gefördert werden, die auch frei miteinander kombinierbar sind. Abhängig von der Effektivität der Sanierungsmaßnahme werden darüber hinaus Zuschüsse gewährt.
3. Im Rahmen des KfW-Programms „Wohnraum modernisieren“ werden Investitionsmaßnahmen durch zinsgünstige Kredite unterstützt. Das Programm fördert nicht gezielt energetische Sanierungsmaßnahmen sondern umfasst eine Reihe von Standardmaßnahmen im Wohngebäudebereich sowie spezielle Maßnahmen zur Förderung des altersgerechten Wohnens. Natürlich müssen bei allen Maßnahmen die Bestimmungen der EnEV 2007 erfüllt werden, so dass die Gebäude in der Regel energetisch aufgewertet werden.

## Datenverfügbarkeit

Die Datenerhebung für die Gebäude bezogenen Programme der KfW erfolgt einerseits über die Förderdatenbank der KfW sowie über durchgeführte ex post Evaluationen der geförderten EigentümerInnen bzw. Wohnungsgesellschaften (siehe Bremer Energie Institut et al. 2008, Kleemann et al. 1999).

## Berechnung der gesamten sowie der zusätzlichen Einsparungen (Variante 1 und Variante 2)

Vgl. Kapitel 3.1.2 für den Gebäudebestand sowie Kapitel 3.1.3 für den Neubau.

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

*Empfehlungen für das Monitoring:* Bisher erfolgt keine differenzierte Erhebung über Doppelförderungen von regionalen Fördergebern und der KfW. Eine Erfassung derartiger Doppelförderungen könnte über eine durchgeführte systematische Abfrage bei Mittelvergabe und Mittelabrechnung erfolgen. Des Weiteren zeichnen sich die bisherigen Evaluationen dadurch aus, dass Mitnahmeeffekte nicht erfasst werden. Eine systematische Kopplung von Förderpaketen der KfW mit einer Beratungsleistung (Vor-Ort Energieeinsparberatung) und institutioneller Vernetzung vor Ort wäre zu begrüßen.

#### **8.1.5.2 Förderprogramme zur Unterstützung der Nutzung erneuerbarer Energien: Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien**

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 11	Markteinführungsprogramm zugunsten Erneuerbarer Energien (MAP)	Laufend	FÖ

#### **Kurzbeschreibung**

Ziel des Marktanreizprogramms ist es, den Deckungsanteil der erneuerbaren Energien speziell im Bereich der Wärmeversorgung im Energiemarkt zu erhöhen. Wirkmechanismus ist die gezielte Förderung von erneuerbaren Energien durch Investitionsanreize, um so eine nötige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit zu erzielen sowie Vermarktungsmöglichkeiten gegenüber etablierten Technologien in Zukunft zu sichern.

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

Im Entwurf des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes ist das MAP auch gesetzlich verankert. Das Budget des MAP wurde für das Jahr 2008 und die Folgejahre aufgestockt. Quantitative Zielsetzungen wie z.B. das „100.000-Dächer-Programm“ existieren für das MAP nicht, weshalb die Zuwendungen so lange ausgezahlt werden,

bis die Mittel des jeweiligen Finanzjahres erschöpft sind. Die Mittel hierfür werden aus den Erlösen von Emissionszertifikaten gedeckt. Ab 2009 werden bis zu 400 Millionen Euro bereitgestellt.

Die Förderung zielt auf den Einsatz entsprechender Technologien durch den Endverbraucher wie Privatpersonen, kleine gewerbliche Unternehmen und gemeinnützige Investoren ab, wovon i.d.R. auch vorgesetzte Akteure wie Handwerker, Planer, Händler und Hersteller profitieren. Förderberechtigt sind daneben auch mehrheitlich kommunale Unternehmen, Kommunen, gemeinnützige Investoren und Großunternehmen bei besonderer Förderwürdigkeit. Zuwendungen werden im Auftrag des BMU vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) nach Einreichung eines Antrages gewährt und Darlehenszuschüsse über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt.

Förderfähig sind die Errichtung und Erweiterung von:

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

Hinzu kommt ein Effizienzbonus für geförderte Technologien, wenn das Gebäude, in bzw. auf dem sie installiert werden, einen bestimmten Energiestandard unterschreitet.

### **Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Die gesamten Endenergieeinsparungen, die durch ein Förderprogramm erzielt werden, können nur Bottom-up anhand von Statistiken der geförderten Maßnahmen und deren ingenieurtechnischen Bewertung (ggf. Standard-Endenergieeinsparwerten für die einzelnen Maßnahmen) oder von (Stichproben-) Messungen der Verbräuche der jeweiligen Heizungs- oder/und Warmwasserbereitungssysteme vor und nach Durchführung der Maßnahmen ermittelt werden, wobei der letztgenannte Weg als der in der Praxis aufwändiger erscheint.

Die Überschneidung mit anderen Maßnahmen kann hoch sein, weshalb hierauf besonders geachtet werden sollte. Alternativ kann auch mit Hilfe eines deutschlandweiten Gebäude-, Heizungssystems- und Warmwassersystemsmodells und Stichprobenuntersuchungen unter Abgleich mit der Energiebilanz der gesamte

Endenergieverbrauch der Gebäude inklusive Heizungssystem und Warmwasserbereitung über die Zeit ohne Differenzierung nach Politikinstrumenten erfasst und hierauf aufbauend die Gesamteinsparung errechnet werden.

Abbildung 25: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm

<b>Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)</b>	
$EE_x = \sum_i (n_{i,x} \times ES_{i,x} \times EF_{i,x}) \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung
n <sub>i(t=x)</sub>	Anzahl der im betrachteten Zeitraum (ab 2008 oder mit Early Action, d. h. ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007) bis zum Jahr x in Deutschland geförderten Endenergieeffizienzmaßnahmen vom Typ i unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzenden Wirkdauer der Einsparungen („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (vgl. CWA 15693:2007), d.h. sofern die Maßnahme im Jahr x noch wirkt
ES <sub>i,x</sub>	Jährliche Endenergieeinsparung pro Maßnahme gegenüber dem Ausgangszustand, für die Standardwerte z. B. für den Solarkollektorertrag, die Heizungsumstellung, die effiziente Pumpe und das effiziente Gebäude angesetzt werden können, z. B.: Solarkollektorertrag: 450 kWh/qm/a
EF <sub>i(alt/x)</sub>	Endenergiefaktor je nach genutztem Endenergieträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
EV <sub>i (H-alt/x)</sub>	Endenergieverbrauch der Heizungsanlage vor/nach Durchführung der Fördermaßnahme; Angaben durch Antragsteller oder installierenden Handwerker
EV <sub>i (W-alt/x)</sub>	Endenergieverbrauch der Warmwasserversorgung vor/nach Installation der Anlage; Angaben durch Antragsteller oder installierenden Handwerker
N	Normalisierungsfaktor: Klimabereinigung
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; durch Befragung zu ermitteln
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent (je nach Maßnahme unterschiedlich; vgl. die Ergebnisse des Projekts „EMEEES“)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (horizontale und vertikale Doppelzählungen); hier geht es insbesondere um die Überschneidung mit anderen Maßnahmen im Gebäudebereich und bei der Förderung von Stromsparmaßnahmen

## **Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparungen**

Lapillonne und Desbrosses (2009) stellen fest, dass eine aussagekräftige Top-down-Herausrechnung der Einflüsse von Trend und Marktpreisen auf die Entscheidung, Solarkollektoren zu installieren, per Regressionsanalyse in einem „reifen“ Markt wie Deutschland nicht möglich ist. Von daher ist nur eine Bottom-up-Bereinigung der gesamten Endenergieeinsparungen um die ohnehin erreichten möglich. Hierbei ist vor allem ein Nachsteuern der Mitnahmeeffekte im Zuge der Weiterentwicklung und des Inkrafttretens der Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie, sowie der Weiterentwicklungen der EnEV und des EEWärmeG erforderlich.

Abbildung 26: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
Variante a): Förderstatistik + ingenieurtechnische Bewertung / Anwendung von Standardwerten	
$EE_x = \sum_i (n_{i,x} \times ES_{i,x} \times EF_{i,x}) \times (1 + M_i - R_i) \times D_i \times (1 - MI_i)$	
Variante b): Messung (ggf. Stichprobe)	
	$EE_x = \sum_{i=1}^n \left[ \left( EV_{i(H-\text{alt})} \cdot EF_{i(H-\text{alt})} \right) + \left( EV_{i(W-\text{alt})} \cdot EF_{i(W-\text{alt})} \right) \right] \cdot N \cdot (1 + M - R) \times D \times (1 - MI)$ $- \left( EV_{i(H-x)} \cdot EF_{i(H-x)} \right) + \left( EV_{i(W-x)} \cdot EF_{i(W-x)} \right)$
MI <sub>i</sub>	Mitnahmeeffekt; durch Befragung zu ermitteln, da Top-down-Ermittlung durch ökonometrische Schätzung der Einflüsse von Trend und Marktpreisen nicht aussagekräftig ist

### Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive

Die Festlegung der Trendentwicklung bei Variante 2 und die Richtlinien des Förderprogramms sind entsprechend der Schritte der Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie, aber auch etwaiger Weiterentwicklungen von EnEV und EEWärmeG anzupassen.

### 8.1.6 Maßnahmen im NEEAP (3): Informations- und Beratungsinstrumente

#### 8.1.6.1 Informationsprogramme und –kampagnen

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 12	„Initiative Solarwärme Plus“	Seit 2002 laufend	I
Private Haushalte	PHH 13	Initiative Energieeffizienz	Seit 2002 laufend	I
Private haushalte	PHH 14	Aktion Klimaschutz	2002-2004	I
Private Haushalte	PHH 15	Energiehotline und Internet-Informations-Plattform	Seit 2001 laufend	I

Private Haushalte	PHH 17	PR- und Öffentlichkeitskampagnen der Bundesministerien und der dena zur Energieeffizienz und Klimaschutz im Gebäudebereich	Laufend	I
Private Haushalte	PHH 18	Kampagne „zukunthaus“	Laufend	I
Sektorübergreifend	SÜ 65	Aktion Klima sucht Schutz	Seit 2004	I
Sektorübergreifend	SÜ 60	Förderprogramme der Deutschen Länder (BMWi)	Laufend	FÖ/I

Im bundesdeutschem NEEAP werden eine Reihe von Informationsprogrammen und -kampagnen aufgeführt:

- „Initiative Solarwärme Plus“
- „Initiative Energieeffizienz“
- „Aktion Klimaschutz“
- Energiehotline und Internetplattform
- PR und Ö-Kampagnen der BM u. dena
- Kampagne „zukunthaus“
- Aktion „Klima sucht Schutz“
- Datenbank Förderprogramme (BMWi)

In diesem Kontext wird die Evaluation der Internetplattform co2online beispielhaft vorgestellt ([www.co2online.de](http://www.co2online.de))

### Kurzvorstellung

Die Internetplattform [www.co2online.de](http://www.co2online.de) richtet sich in erster Linie an private Verbraucher. Die Plattform stellt interaktive virtuelle Beratungsangebote zu Einsparung von Heizenergie- und Stromverbrauch bereit. Die verschiedenen Ratgeber informieren die Verbraucher welche Energiesparmaßnahmen sie umsetzen können um die Umweltbelastung zu senken und Energiekosten zu sparen. Zudem wird ein Partnernetzwerk bereitgestellt, über das beispielsweise Finanzierungshilfen oder Energieberater vermittelt werden können.

## Datenverfügbarkeit

Eine Erfassung der Wirkungen von Informationsmaßnahmen und Kampagnen nur über ex post Befragungen erfolgen. Co2online führt derartige Befragungen in regelmäßigen Abständen durch. Eine Differenzierung nach Wirkungen unterschiedlicher Maßnahmen erfolgt allerdings nicht.

## Berechnung der gesamten sowie der zusätzlichen Einsparungen (Variante 1 und Variante 2)

Grundsätzlich ist es kaum möglich, die Wirkung von Informationsmaßnahmen und Kampagnen einzeln zu evaluieren. Sie sind Teil des Politikinstrumente-Mixes und des marktlichen Trendes, die im jeweiligen Anwendungs- bzw. Technologiebereich bzw. in der jeweiligen Zielgruppe wirken, im Fall von co2online also auf die Wahl von Heizungstechnologie, Maßnahmen an der Gebäudehülle und stromverbrauchende Geräte. Von daher wird an dieser Stelle auf die an anderer Stelle beschriebenen Monitoring-Instrumente zu diesen Bereichen verwiesen (Kapitel 3.1.2 und 3.1.3 für die gebäudehüllenseitigen Maßnahmen, sowie Kapitel 3.3 für stromverbrauchende Geräte).

### 8.1.6.2 Beratungsprogramme

Tabelle 15: Maßnahmen im bundesdeutschen NEEAP: Beratungsprogramme

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 16	Energiesparberatung des Bundesverbraucherverbandes(vzbv)	Laufend	I
Private Haushalte	PHH 3	Vor-Ort-Energieberatung in Gebäuden	Seit 1991 laufend	FÖ/I

### Kurzbeschreibung

Im Rahmen des Förderprogramms "Vor-Ort-Beratung" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWI) stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Zuschüsse für Energiesparberatungen bereit. Die Förderung richtet sich an Eigentümer von Wohngebäuden die vor dem Jahr 1995 errichtet wurden. Antrag und Beratung erfolgen durch qualifizierte Berater, welche die energetische Optimierung von Wärmeschutz und Heizungsanlagen prüfen.

Die Kosten der Beratung werden bis zu einer Höhe von 300 € (bei Ein-/Zweifamilienhäusern) bzw. 360 € (bei Wohnhäusern) durch die BAFA getragen, maximal jedoch 50% der gesamten Beratungskosten. Zudem gibt es die Möglichkeit

einen Bonus zu erhalten, beispielsweise für die Integration von Maßnahmen oder Thermographieuntersuchungen.

Darüber hinaus fördert das BMWI die Energieberatung durch den Bundesverband der Verbraucherzentralen (vzbv). In den über 500 Beratungsstellen werden private Verbraucher über Wärmeschutz, Heizungstechnik und weitere Einsparmöglichkeiten informiert.

Der Bundesdeutsche nationale Energieeffizienzplan beziffert die voraussichtliche Endenergieeinsparung dieser Maßnahme bis 2010 mit 9,5-20 PJ (Stromfaktor 2,5) bzw. 8-17 PJ (Stromfaktor 1) und bis 2016 mit 29,5-57,5 PJ (Stromfaktor 2,5) bzw. 25-50 PJ (Stromfkt. 1).

### **Datenverfügbarkeit**

Für die Evaluation der erzielten Einsparungen existieren zwei Datenbestände: die Förderdaten der BAFA und die durch ifeu-Institut und TNS Emnid (2006) erfolgte *ex post* Evaluierung. Im Rahmen dieser Evaluation wurden Angaben zu statistischen Daten (Antragszahlen, räumliche Verteilung etc.), die wichtigsten Informationsquellen, die ausgelösten Energiesparhandlungen, das ausgelöste Investitionsvolumen und die Qualität der BeraterInnen erhoben. Eine Differenzierung z.B. zwischen den Wechselwirkungen von der „Vor-Ort Beratung“ und den entsprechenden KfW-Förderprogrammen erfolgt bisher nicht. Dies ist jedoch unabdingbare Voraussetzung, horizontale Doppelzählungen zu vermeiden.

### **Evaluationsschritte**

Die Evaluation der Maßnahme erfolgt gemäß der in Kapitel 3.1.2 (Gebäudebestand) und Kapitel 3.1.3 (Neubau) abgebildeten Formelstrukturen (Variante 2).

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

*Empfehlungen für das Monitoring:* Eine Differenzierung von horizontalen Doppelzählungen (z.B. KfW-Förderprogramme) und vertikalen Doppelzählungen (z.B. regionale Förderprogramme, Beispiel: Förderprogramm der Stadt Münster) ist vorzunehmen.

*Empfehlungen für die Maßnahme:* Die Evaluation des ifeu-Instituts formuliert u.a. folgende Vorschläge an die Maßnahme, an denen sich teilweise hier orientiert wird:

- Weiterhin Angebot einer optionalen Stromsparberatung

- Einführung eines bundesweiten Qualitätssiegels für Energieberater ggf. und Streichung nicht-aktiver Energieberater von der BAFA-Liste
- Optimierung der Anforderungen an Beratungsberichte bei grundsätzlicher Beibehaltung des Prüfverfahrens
- Ausbau der das Beratungsangebot umgebenden Öffentlichkeitsarbeit (Internet, Faltblatt, Bewerbung etc.)
- Zusammenhang zwischen Vor-Ort-Energieberatung und KfW-Förderung bei der zukünftigen Programmgestaltung und bei Evaluationen stärker berücksichtigen.

## 8.2 Endenergieverbrauch in der Stromnutzung

Nr. im NEEAP	Titel	Beschreibung
SÜ 56	Ökosteuer	Energiebesteuerung im Rahmen der ökologischen Steuerreform
SÜ 58	Umweltzeichen „Blauer Engel“	Kennzeichnung energieeffizienter und umweltfreundlicher Produkte
GHD 23	Impulsprogramme	Einige Energieagenturen (Länder, Kommunen etc.) haben sogenannte Impulsprogramme aufgelegt, um die Schulung von Fachleuten, wie Energiemanagern in der Industrie, Architekten, Fabrikbetreibern, Kommunalen Beamten etc. zu erleichtern.
#32	Ausbau der Energieforschung im Bereich der Energieeffizienzsteigerung	Neue Schwerpunkte in der Energieforschung im Bereich des energieoptimierten Bauens (EnOB): a) „Energieeffiziente Schule“ (Energetische Sanierung von Schulgebäuden, Ziel ist die 3-Liter-Schule bis hin zur Plus-Energie-Schule) b) „Energieeffiziente Stadt“ (Energieeffizienzsteigerung in Städten und Kommunen durch Integration und Vernetzung neuer Energietechnologien im Bereich Versorgungs- und Gebäudetechnik) c) Verfestigung der energiebezogenen Anwendungsforschung im Gebäudebereich.
SÜ 62	Energieagenturen	Wurden auf nationaler Ebene (dena), in den Ländern sowie auf lokaler Ebene eingerichtet. Einige von ihnen werden teilweise durch das SAVE-Programm der EU-Kommission cofinanziert
SÜ 64	5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung "Innovation und neue Energietechnologien"	Förderung von Forschung und Entwicklung im Energiebereich (Kraftwerkstechnologien, Erneuerbare Energien, Energieoptimiertes Bauen, Biomasse). Die Schwerpunkte liegen auf den Feldern „Energieeffizienz“ und „Erneuerbare Energien“
SÜ 65	Aktion Klima sucht Schutz	An private Verbraucher gerichtete Kampagne durch interaktive virtuelle Beratung (energetische Gebäudesanierung, z.B. auch Heizungspumpen-, Kühlschrankcheck), Umsetzung von Artikel 6 der Klimarahmenkonvention zu Information und Motivation über Gegenmaßnahmen zum Klimawandel), durchgeführt von co2online

#31	Verbesserung und Ausweitung der Aus- und Weiterbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Systematische Integration von Energieeffizienz-Know-how in die Hochschul- und Berufsausbildung</li> <li>b) Entwicklung von Lehrmodulen zu Themen der Energieeffizienz für die berufliche Aus- und Weiterbildung</li> <li>c) Ausbau der Weiterbildungsangebote</li> <li>d) Ergänzung durch breitenwirksame Marketing-Kampagnen sowie Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen</li> </ul>
PHH 11	Marktanreizprogramm zugunsten Erneuerbarer Energien	Fördert den Einsatz erneuerbarer Energien insb. beim Wärmemarkt
PHH 13 #7 #15 #22	Initiative Energieeffizienz	Kampagne zur Aufklärung über Stand-by Verbrauch, Weiße Ware und Beleuchtung
PHH 15	Energiehotline und Internet-Informations-Plattform	Call-Center für Informationen über rationellen energieeinsatz im Elektrizitäts- und Bausektor, KWK und EE, sowie Förderprogramme
PHH 16 #6	Energiesparberatung des Bundesverbraucherverbundes (vzbv)	Individuelle und anbieterunabhängige Beratung privater Verbraucher zur Energieeinsparung im Haushalt und am Gebäude, finanziert durch das BMWi.
SÜ 59	Energielabel für Informations- und Verbraucherelektronik	im Haushalt und am Gebäude,
SÜ 63	Energy Star	finanziert durch das BMWi
PHH 14	Aktion Klimaschutz	Breitangelegte, an private Verbraucher gerichtete Kampagne mit praktischen Hinweisen zum Energiesparen und Hintergrundinformation über Aspekte des Klimawandels; durchgeführt von Deutscher Energieagentur.
#3	Markteinführungsprogramm für neue, hocheffiziente Haushaltsgeräte	Initiierung und Umsetzung
#4 #13 #20	Europäische Top-Runner Strategie	Differenzierende Energieverbrauchskennzeichnung, Bestgerätekennzeichnung, Mindestenergieeffizienzstandards, Stromverbrauchsangaben für Produkte, Geräte, Anlagen
PHH 10	Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung	Die von den EU-Richtlinien vorgegebene Kennzeichnung von Haushaltsgeräten wurde mit Gesetz vom 30. Januar 2002 geändert und die nachfolgende vollständig in deutsches Recht umgesetzt. Gilt für Waschmaschinen, Trockner, Kühlschränke/Tiefkühlgeräte, Geschirrspüler, Lampen, Klimaanlagen und Elektrobacköfen. Ferner die Energiehöchstwerteverordnung vom 06.12.2002. Beteiligung von Herstellern und Händlern am europäischen "Energie+"-Projekt.

#30	Technologiewettbewerb „E-Energy“ und „Smart Metering“	Erprobung und Demonstration von integrierten Konzepten für IKT-basierte Energiesysteme, insb. der Anwendung von Smart Metering
-----	---	--

## 8.2.1 Markteinführungsprogramm für neue hocheffiziente Haushaltsgeräte

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	3	Markteinführungsprogramm für neue hocheffiziente Haushaltsgeräte	geplant	FÖ

### Kurzbeschreibung

Initiierung und Umsetzung eines Markteinführungsprogramms für den Erwerb von Top-Energieeffizienz-Haushaltsgeräten (Förderung von so genannten "Top-Runner"-Geräten) mit einer Laufzeit von 5 Jahren. Das Programm könnte unterstützend wirken im Hinblick auf einen vorgezogenen Austausch ineffizienter Haushaltsgeräte durch Geräte, die dem höchsten Stand der Technik entsprechen. Bei Ersatz von Altgeräten: Kopplung der Förderung an die garantierte Rückgabe von Altgeräten (Nachweispflicht). Bewerbung und Abwicklung des Programms in Zusammenarbeit mit dem Einzelhandel und den Hausbanken des Einzelhandels inkl. des Facheinzelhandels. Flankierung dieser Maßnahme mit Schulungsmaßnahmen für den Einzelhandel sowie mit Informations- und Beratungsangeboten am Point-of-Sale.

### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Vgl. Kapitel 5.1.1

### Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung

Vgl. Kapitel 5.1.1

### Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive

Vgl. Kapitel 5.1.1

## 9. Maßnahmen im Verkehrssektor

Der Nationale Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland umfasst 15 Maßnahmen im Verkehr. Der Plan unterscheidet zwischen denjenigen zehn Maßnahmen, die im Jahr 2008 bereits in Kraft bzw. laufend waren („V43“ - „V52“) und in der ESD als „early savings“ bezeichnet sind und fünf neuen Maßnahmen („23“ - „27“).

Die Maßnahmen lassen sich zunächst anhand von strategischen Ansätzen unterscheiden. Eine Maßnahme bezieht sich auf den Ansatz der Verkehrsvermeidung, fünf Maßnahmen zielen auf Verkehrsverlagerung hin zu effizienteren Verkehrsträgern ab und die restlichen neun Maßnahmen haben die Verbesserung von Fahrzeugeffizienz zum Ziel. Von den 15 Maßnahmen kommen neun ausschließlich im Personenverkehr und eine im Güterverkehr zur Geltung, während fünf Maßnahmen sowohl Personen- als auch Güterverkehr einschließen.

Tabelle 16: Maßnahmen im bundesdeutschen NEEAP: Verkehrssektor

Nummer	Instrument	Strategieansatz
V 52	Steuerliche Berücksichtigung von Wegekosten zur Arbeit	Verkehrsvermeidung im Personenverkehr
V 45	Gesetz zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen	Verkehrsverlagerung im Güterverkehr
V 47	Gemeindeverkehrsfinanzierungs- und RegionalisierungsG	Verkehrsverlagerung im Personenverkehr
V 48	Zukunftsinvestitionsprogramm	Verkehrsverlagerung im Personen- und Güterverkehr
23	Förderung der Mobilitätskommunikation und City-Logistik	Verkehrsverlagerung im Personen- und Güterverkehr
26	Verbesserung der Infrastruktur zur Nutzung von Fahrrädern	Verkehrsverlagerung im Personenverkehr
V 43	Kraftfahrzeugsteuergesetz	Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr
V 44	Freiwillige Vereinbarung	Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr
V 46	Regelmäßige Abgaskontrollen	Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr
V 49	Kraftstoffstrategie der Bundesregierung	Fahrzeugeffizienz im Personen- und Güterverkehr
V 50	Verstärkung der Kampagne „Neues Fahren“	Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr
V 51	Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung	Fahrzeugeffizienz im Personenverkehr
24	Forcierung der technischen Entwicklung	Fahrzeugeffizienz im Personen- und Güterverkehr

25	Kampagne „Energieeffizienz und Mobilität“	Fahrzeugeffizienz im Personen- und Güterverkehr
27	Umgestaltung der Kfz-Steuer	Fahrzeugeffizienz im Personen- und Güterverkehr

Die in der Tabelle aufgeführten Maßnahmen sind entsprechend ihrer strategischen Effizienzansätze in den folgenden Kapiteln aufgeführt. Es wird zunächst die gesamte und dann die zusätzliche Einsparung berechnet. Daraufhin werden Angaben zur Laufzeit und Empfehlungen zur Weiterentwicklung der jeweiligen Maßnahme aus Monitoring-Perspektive gegeben.

Da einige Maßnahmen auf identische Einsparhandlungen zielen, liegen ihnen jeweils die gleichen Formeln und zu erhebende Daten zugrunde. In diesem Fall werden sie im Paket evaluiert. Eine Evaluation im Paket bedeutet, dass die Bruttoeinsparung alle Maßnahmen umfasst. Eine Isolation des jeweiligen Einspareffekts einzelner Maßnahmen des Pakets wird dann über Annahmen zum Doppelzähleffekt möglich. Der Doppelzähleffekt wird im Abschnitt zur zusätzlichen Einsparung erfasst.

Im Anhangband C sind Standardwerte zur Berechnung der Einsparungen aufgelistet.

## 9.1 Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung

### 9.1.1 Reduktion der Pendlerpauschale

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 52	Steuerliche Berücksichtigung von Wegekosten zur Arbeit	Laufend	F

Zum 1.1.2007 sollte die steuerliche Berücksichtigung von Wegekosten zur Arbeit („Pendlerpauschale“) erst ab dem 21. Kilometer gelten. Nachdem das Verfassungsgericht mit seinem Urteil vom 9. Dezember 2008 die neue Regelung gekippt hat, ist dennoch eine Änderung in naher Zukunft wahrscheinlich. Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf eine mögliche Verteuerung des Pendelns.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement keinen Standardwert an. Es ist die durchschnittliche Anzahl der Wohnstandortwechsel einer Person im erwerbsfähigen Alter (15-67 Jahre) zu ermitteln. Daraufhin ist die Länge dieses Lebensabschnitts (also 52 Jahre) durch diese Zahl zu dividieren.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
<b>Steuerliche Berücksichtigung der Wegekosten zur Arbeit V 52</b>	Finanzieller Anreiz	Wohnstandortwahl in die Nähe des Arbeitsplatzes	einzel
	<b>Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)</b>	<b>Bisher generierte Daten</b>	<b>Relevante regionale Maßnahmen</b>
	nicht vorhanden	keine	Bauleitplanung

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)			
$EE_x = P_{PKW} \bullet \phi EV_{neu} \bullet (km_{alt} - km_{neu}) \bullet d \bullet n$			
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)		
P <sub>PKW</sub>	Anteil der Pkw-Fahrten (als FahrerIn) zur Arbeit	Mobilität in Deutschland (MiD) 2008 bzw. die der Neuregelung der Pendlerpauschale folgende MiD.	
ØEV <sub>neu</sub>	durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch eines Pkw im Jahr der Evaluation	ODYSSEE Indikatoren	
km <sub>alt</sub>	durchschnittliche Wegelänge zwischen Wohnort und Arbeitstelle (Summe aus Hin- und Rückfahrt) vor Einführung, also vor 2007	Entweder MiD 2002 oder Schätzungen der Finanzämter auf Grundlage der Steuererklärungen 2005 und 2006. In letzterem Fall sollte jeweils ein Amt pro Raumordnungskategorie mit einer repräsentativen Stichprobe seiner BürgerInnen vertreten sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>- hochverdichtete Agglomerationsräume</li> <li>- Agglomerationsr. mit herausr. Zentren</li> <li>- Verstädterte Räume höherer Dichte</li> <li>- Verstäd. R. mittlerer D. mit Oberzentren</li> <li>- Verstäd. R. mittlerer D. ohne Oberzentren</li> <li>- Ländliche Räume höherer Dichte</li> <li>- Ländliche Räume geringerer Dichte</li> </ul>	
km <sub>neu</sub>	durchschnittliche Wegelänge zwischen Wohnort und Arbeitstelle nach Einführung der überarbeiteten Regelung	MiD 2008 bzw. die der Neuregelung folgenden MiD, alternativ Schätzungen der Finanzämter wie oben für die zwei Jahre nach der Neuregelung.	
d	durchschnittliche Anzahl von Arbeitstagen im Jahr	Angaben/Schätzung von Finanzbehörden Voller Stellenumfang = 220 Tage	
n	Anzahl der Lohnsteuerpflichtigen	Statistisches Bundesamt	

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = [P_{PKW} \cdot \phi EV_{neu} \cdot (km_{alt} - km_{neu}) \cdot d \cdot n] \cdot (1 - MI + M) \cdot DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	nicht möglich, daher 0%
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	nicht möglich, daher 0%
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	Umfrage, sehr hoher Effekt möglich. Als konservativer Standardwert sollte 98% verwendet werden.

Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive		
<p>Wohnstandortentscheidungen sind keine unmittelbare Reaktion auf das umgesetzte Politikinstrument sind, sondern gehen in der Regel mit einer Veränderung im Rahmen biografischer oder beruflicher Entscheidungen einher (z.B. Arbeitsplatzwechsel).</p> <p>Wenn eine solche Entscheidung ansteht, kann die Reduktion der Pendlerpauschale eine spürbare Wirkung entfalten. Ihr tatsächlicher Einfluss auf die Wohnstandortentscheidung ist nur über eine Umfrage zu ermitteln.</p>		

## 9.2 Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung

### 9.2.1 Autobahnmaut für Lkw

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 45	Gesetz zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen	Laufend	O

Das Gesetz zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen ist vom 12.04.2002 und das Mautsystem auf Strecken- und Abgasbasis erfolgt seit 1. Januar 2005.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement keinen Standardwert an. Die Expertenschätzungen könnten auch Bewertungen über die Wirkungsdauer einschließen.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Gesetz zur Einführung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen mit schweren Nutzfahrzeugen  V 45	Finanzieller Anreiz	Nutzung anderer Verkehrsmittel als Lkw	im Paket mit V 48
	Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	jährlich 1 Mio. t CO <sub>2</sub>	keine	keine

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)		
$EE_x = EV_{LKW} \bullet km_{LKW} - \left( EV_{Bahn} \bullet km_{Bahn} + EV_{Schiff} \bullet km_{Schiff} + EV_{Flugzeug} \bullet km_{Flugzeug} \right) \bullet n$		
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
EV	Durchschnittsverbrauch der betroffenen Verkehrsträger Lkw, Bahn, Schiff und Flugzeug im Jahr der Evaluation	Daten des UBA (Tremod; ohne Vorkette)
km	km <sub>Lkw</sub> ist der durchschnittliche Jahresfahraufwand eines in Deutschland gemeldeten Lkw. Dieser wird auf andere Verkehrsträger verlagert, daher gilt: $km_{Lkw} = km_{Bahn} + km_{Schiff} + km_{Flugzeug}$	km <sub>Lkw</sub> durch aktuellste Fahrleistungserhebung der Bundesanstalt für Straßenwesen Expertenschätzung (Transportunternehmen bzw. Speditionen und Wissenschaft) über den Anteil der Verkehrsmittel Schiff, Bahn und Flugzeug am Gesamtumfang verlagerter Güter
n	Anzahl der reduzierten Lkw	Expertenschätzung von Transportunternehmen bzw. Speditionen und Wissenschaft

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = \left( EV_{LKW} \bullet km_{LKW} - \left( EV_{Bahn} \bullet km_{Bahn} + EV_{Schiff} \bullet km_{Schiff} + EV_{Flugzeug} \bullet km_{Flugzeug} \right) \bullet n \right) \bullet (1 - MI + M) \bullet DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	Experteneinschätzung (s.o.)
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	Es wird eine Evaluation im Paket mit dem „Zukunftsinvestitionsprogramm“ (V 48) empfohlen. Vorschlag zum Verhältnis der Einparwirkung beider Maßnahmen: Das Verhältnis der Länge des neu gebauten bzw. sanierten Schienennetzes zur Länge des gesamten BAB-Netzes ist gleich dem Verhältnis des Einspareffekts von V 48 zu V 45
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	Experteneinschätzung (s.o.)

Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive
Gegebenenfalls gibt es Modellrechnungen, die die Schätzungen der Experten über die Anzahl reduzierter Lkw und den Anteil der Verkehrsträger, die den Transportaufwand übernehmen, ersetzen können. Die Schätzungen bzw. Modellierung sollte konservativ vorgenommen werden und eine Begründung umfassen, warum die Annahmen konservativ sind.

## 9.2.2 Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz und Regionalisierungsgesetz

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 47	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz und Regionalisierungsgesetz	Laufend	O/F

Das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz und das Regionalisierungsgesetz enthalten Vorschriften über finanzielle Beihilfen für Investitionen, die auf eine Verbesserung des Verkehrs und der Personenbeförderung in Regionen, Städten und Gemeinden abzielen.

Laut Richtlinie 2006/32/EG können nur solche Energieeinsparungen berücksichtigt werden, die frühestens 1995 eingeleitet wurden. In bestimmten Fällen können, wenn die Umstände dies rechtfertigen, vor 1995, jedoch frühestens 1991 eingeleitete Maßnahmen Berücksichtigung finden.

In diesem Sinne entfalten beide Gesetze in solchen Kommunen Wirkung, wo Investitionsmittel seit 2008 bzw. seit 1995 („early savings“) für den Infrastrukturausbau zur Verfügung gestanden haben. Die bundesdeutschen Einsparungen ergeben sich aus der Summe aller Einsparungen der betroffenen Regionen.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 2 Jahre an. Zur Ermittlung eines längeren Wirkungszeitraums ist eine erneute Evaluation notwendig.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz und Regionalisierungsgesetz  V 47	Infrastrukturausbau	Verstärkte Nutzung energiesparender Verkehrsträger	im Paket mit 26 und weiteren lokalen Maßnahmen
	Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	--	keine	jegliche kommunale Maßnahmen

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)		
$EE_x = (Pkm_{PKWalt} - Pkm_{PKWneu}) \bullet EV_{PKWneu} - (Pkm_{ÖPNVneu} - Pkm_{ÖPNValt}) \bullet EV_{ÖPNVneu}$		
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
EV <sub>Pkw neu</sub>	durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von Pkw pro Personenkm in 2016	ODYSSEE-Indikatoren Daten des UBA oder der EEA für den Besetzungsgrad von Pkw
Pkm <sub>Pkw alt</sub>	durchschnittlicher Verkehrsaufwand in 2008 mit dem Pkw als FahrerIn in den Gemeinden, die entsprechende Mittel beanspruchen	Mobilität in Deutschland 2008
Pkm <sub>Pkw neu</sub>	durchschnittlicher Verkehrsaufwand in 2016 mit dem Pkw als FahrerIn in den Gemeinden, die entsprechende Mittel beanspruchen	Mobilität in Deutschland 2016, ggf. zusätzliche Umfrage erforderlich, wenn anderes Jahr oder keine repräsentative lokale Stichprobe
EV <sub>ÖPNV neu</sub>	durchschnittlicher Energieverbrauch des ÖPNV pro Personenkilometer in 2016	Daten des UBA (Tremod)
Pkm <sub>ÖPNV alt</sub>	durchschnittlicher Verkehrsaufwand im ÖPNV pro Person in 2008	Mobilität in Deutschland 2008, ggf. zusätzliche Umfrage erforderlich, wenn anderes Jahr oder keine repräsentative lokale Stichprobe
Pkm <sub>ÖPNV neu</sub>	durchschnittlicher Verkehrsaufwand im ÖPNV pro Person in 2016	Mobilität in Deutschland 2016, ggf. zusätzliche Umfrage erforderlich, wenn anderes Jahr oder keine repräsentative lokale Stichprobe
n	Anzahl der Einwohner der Gemeinden, die entsprechende Mittel beanspruchen	Statistische Landesämter

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = \left[ (Pkm_{PKWalt} - Pkm_{PKWneu}) \bullet EV_{PKWneu} - (Pkm_{ÖPNVneu} - Pkm_{ÖPNValt}) \bullet EV_{ÖPNVneu} \right] \bullet (1 - MI + M) \bullet DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	Die Nettoeinsparung wird ermittelt, indem eine Berechnung wie unter 1) für solche Gemeinden vorgenommen wird, die entsprechende Mittel im Zeitraum der ESD (also 2008-2016) <u>nicht</u> beanspruchen. Die Differenz beider Bruttoeinsparungen entspricht der Nettoeinsparung.
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	

### 9.2.3 Zukunftsinvestitionsprogramm

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 48	Zukunftsinvestitionsprogramm	Laufend	F

Im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms hat die Bundesregierung beschlossen, zusätzliche 3,1 Milliarden € in die Infrastruktur der Bahn zu investieren, um Treibhausgasausstoß und Energieverbrauch im Transportsektor zu reduzieren.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 2 Jahre an. Zur Ermittlung eines längeren Wirkungszeitraums ist eine erneute Evaluation notwendig.

Maßnahme	Wirkungsmechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Zukunftsinvestitionsprogramm V 48	Infrastrukturausbau	Intensivere Nutzung von schienengebundenem Verkehr	im Personenverkehr einzeln; für den Güterverkehr im Paket mit V 45 (s.o.)
	Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	--	keine	keine

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)

$$EE_x = \left[ \left( \Delta km_{Flugzeug} \bullet EV_{Flugzeug} + \Delta km_{PKW} \bullet EV_{PKW} \right) \bullet (1 - MI + M) \bullet DO \right] \bullet n + EV_{Bahn}$$

EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
EV <sub>Flugzeug</sub>	durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von Flugzeugen pro Personenkilometer im Jahr der	Herstellerangaben für Flugzeuge, die auf relevanten Streckenlängen verwendet werden (z.B. Airbus A320)

	Evaluation	
$\Delta km_{Flugzeug}$	Umfang der mit dem Flugzeug pro Person durchschnittlich <b>weniger</b> geflogenen Kilometer im Jahr nach Umsetzung der Maßnahme	Fahrgastbefragung auf den neu ausgebauten Strecken der Bahn, durchzuführen von einem Dienstleister im Auftrag der Bahn oder im Auftrag des BAFA als für die Evaluation verantwortliche Institution
$EV_{Pkw}$	durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von Pkw pro Personenkm im Jahr der Evaluation	ODYSSEE-Indikatoren Daten des UBA oder der EEA für den Besetzungsgrad von Pkw
$\Delta km_{Pkw}$	Umfang der mit dem Pkw pro Person durchschnittlich <b>weniger</b> gefahrenen km im Jahr nach Umsetzung der Maßnahme	Fahrgastbefragung, siehe oben
$\Delta EV_{Bahn}$	absolute Energieverbauchsreduktion auf den betroffenen Strecken	direkte Messung der DB; absolute Veränderung auf den betroffenen Strecken (ggf. negative Reduktion!)
n	Anzahl der zusätzlichen Fahrgäste auf den betroffenen Strecken im Jahr der Evaluation gegenüber dem Jahr vor Umsetzung der Maßnahmen	Entweder Fahrgastzählungen im Auftrag der DB oder im Auftrag des BAFA als für die Evaluation verantwortliche Institution, jeweils auf den betroffenen Strecken.

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = \left[ \left( \Delta km_{Flugzeug} \bullet EV_{Flugzeug} + \Delta km_{Pkw} \bullet EV_{Pkw} \right) \bullet (1 - MI + M) \bullet DO \right] \bullet n + EV_{Bahn}$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	0%
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	0%
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	Fahrgastbefragung, siehe oben

### 9.2.4 Förderung der Mobilitätskommunikation und City-Logistik

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	23	Förderung der Mobilitätskommunikation und City-Logistik	Implementiert, Weiterentwicklung	FÖ

Das Instrument soll a) Angebot und Nachfrage privater, öffentlicher und gewerblicher Mobilität abstimmen, b) zu Verlagerung von Mobilität auf effiziente Verkehrsträger führen und c) die Mobilitätskommunikation, insbesondere beim betrieblichem Mobilitätsmanagement verbessern.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 2 Jahre an. Zur Ermittlung eines längeren Wirkungszeitraums sollte eine eigene Vorgehensweise, bspw. eine Umfrage, gewählt werden.

Maßnahme	Wirkungsmechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Förderung der Mobilitätskommunikation und City-Logistik 23	Information	Abstimmung von Fahrten	abhängig vom Einzelfall
	Erzielbare Einsparung bis 2016 (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	4-6 PJ	keine	abhängig vom Einzelfall

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)

EE = abhängig vom Einzelfall

Die betroffenen lokalen Akteure sollen die Maßnahme in eigener Regie evaluieren. Prinzipiell ist eine Verringerung der gefahrnen Kilometer oder ein Umstieg auf andere Verkehrsmittel möglich. Beides kann durch direkte Messung (z.B. Tacho, Kraftstoff- und Elektrizitätsverbrauch) überprüft werden. Die Summe der evaluierbaren Einsparungen ergibt die Gesamteinsparung.

#### Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x

EE = abhängig vom Einzelfall, s.o.

#### Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive

Es ist nötig, die anvisierten Wirkungsmechanismen zu definieren und eine Routine zu finden, die überprüft, ob und in welchem Umfang Wirkung erzielt wurde. Daraufhin ist ein transparentes Monitoring möglich.

### 9.2.5 Verbesserung der Infrastruktur zur Nutzung von Fahrrädern

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	26	Verbesserung der Infrastruktur zur Nutzung von Fahrrädern	Weiterentwickelt	FÖ

Die Bundesregierung will das Förderprogramm zum Ausbau, Erhalt und Neubau von Fahrradwegen und -netzen sowie Bereitstellung von Fahrrad-Mietgelegenheiten und Abstellplätzen weiterentwickeln.

Maßnahme	Wirkungsmechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Verbesserung der Infrastruktur zur Nutzung von Fahrrädern	Infrastrukturausbau	Verstärkte Nutzung von Fahrrädern	im Paket mit V 47 und weiteren lokalen Maßnahmen (s.o.)
	Erzielbare Einsparung bis 2016 (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	35-40 PJ	keine	jegliche kommunale Maßnahmen

## 9.3 Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz

### 9.3.1 Kraftfahrzeugsteuergesetz

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 43	Kraftfahrzeugsteuergesetz	Laufend	F

Das Kraftfahrzeugsteuergesetz sieht seit 1997 befristete Steuervergünstigungen für Kfz mit besonders niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen vor.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 100.000 km. Die durchschnittliche Lebenszeit von Autos gibt das KBA an (Daten aus dem Jahr der Evaluation).

Maßnahme	Wirkungsmechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Kraftfahrzeugsteuergesetz V 43	finanzieller Anreiz	Kauf energieeffizienter Pkw	im Paket mit V 44, V 51, 24 und 27
	<b>Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)</b>	<b>Bisher generierte Daten</b>	<b>Relevante regionale Maßnahmen</b>
	--	keine	keine

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)

$$EE_x = (\phi TestEV_{ineff} - \phi TestEV_{eff}) \bullet km_{PKW} \bullet n$$

EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
TestEV <sub>eff</sub>	durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch gemäß Testzyklus eines effizienten Pkw (s.u.)	Abgleich der Herstellerangaben mit dem Melderegister des KBA

TestEV <sub>ineff</sub>	durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch gemäß Testzyklus eines ineffizienten Pkw (s.u.)	Abgleich der Herstellerangaben mit dem Melderegister des KBA
	mit: TestEV <sub>ineff</sub> >= 130 g CO <sub>2</sub> pro km TestEV <sub>eff</sub> < 130 g CO <sub>2</sub> pro km	
km <sub>Pkw</sub>	durchschnittliche Jahresfahrleistung eines Pkw	Fahrleistungserhebungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (bast) oder des BMVBS
n	Anzahl der verkauften Pkw im Jahr der Evaluation	Anmeldestatistiken des KBA

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = \left[ \frac{(\phi TestEV_{ineff} - \phi TestEV_{eff})}{\bullet km_{PKW} \bullet n} \right] \bullet (1 - MI + M) \bullet DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	Umfrage im Auftrag des BAFA durchzuführen
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	Evaluation im Paket, oder Umfrage durchzuführen
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	Umfrage im Auftrag des BAFA durchzuführen

Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive		
Als Baseline bzw. Grenzen zwischen effizienten und ineffizienten Autos gilt die jeweils von der Europäischen Kommission vorgegebenen Flottenverbauchslimits für Neuwagen (derzeit 130 g CO <sub>2</sub> /km bzw. 5,5 Liter Benzin auf 100 km ab 2012)		

### 9.3.2 Freiwillige Vereinbarung

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 44	Freiwillige Vereinbarung	Laufend	SV

In einer freiwilligen Vereinbarung zwischen der deutschen Regierung und der Automobilindustrie ging die Industrie die Selbstverpflichtung ein, den Kraftstoffverbrauch bei in Deutschland hergestellten und neu zugelassenen Autos von 1990 bis 2005 um 25 % zu reduzieren. Diese Zusage soll weiterentwickelt werden.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Freiwillige Vereinbarung V 44	freiwillige Vereinbarung	Kauf energieeffizienter Pkw	im Paket mit V 43, V 51, 24 und 27 (s.o.)
	<b>Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)</b>	<b>Bisher generierte Daten</b>	<b>Relevante regionale Maßnahmen</b>
	4-7 t CO <sub>2</sub> im Jahr 2005 im Vergleich zu 1990	keine	keine

### 9.3.3 Regelmäßige Abgaskontrollen

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 46	Regelmäßige Abgaskontrollen	Laufend	O

Regelmäßige Abgaskontrollen sind seit 1993 für alle Arten von Kraftfahrzeugen verbindlich.

Laut Richtlinie 2006/32/EG können nur solche Energieeinsparungen berücksichtigt werden, die frühestens 1995 eingeleitet wurden. In bestimmten Fällen können, wenn die Umstände dies rechtfertigen, vor 1995, jedoch frühestens 1991 eingeleitete Maßnahmen Berücksichtigung finden.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 2 Jahre an. Ein möglicher Einspareffekt hält daher kontinuierlich an.

Maßnahme	Wirkungsmechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Regelmäßige Abgaskontrollen V 46	Regulation	Wartung des Kfz	einzeln
	<b>Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)</b>	<b>Bisher generierte Daten</b>	<b>Relevante regionale Maßnahmen</b>
	--	keine	keine

**Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)**

$$EE_x = KS_{ges} \bullet WG_{Abg} \bullet n$$

EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
KS <sub>ges</sub>	Gesamtmenge an in Deutschland für Pkw verkauftem Kraftstoff in 2016	Angaben der Mineralölindustrie
WG <sub>Abg</sub>	Kraftstoffeinsparung pro 100 km in Prozent: Regelmäßige Abgasuntersuchung im Vergleich zum Ausbleiben der Untersuchung	Expertenschätzung
n	Anteil der gemeldeten Kfz in 2016 in %, für die seit frühestens 1991 eine regelmäßige Abgasuntersuchung vorgeschrieben ist.	Angaben des KBA

**Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x**

Die zusätzliche entspricht der gesamten Einsparung.

**Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Da es sich bei dieser Maßnahme um eine „Early Action“ von vor 1995 handelt, sollte eine Begründung ihrer Berücksichtigung erfolgen.

### 9.3.4 Kraftstoffstrategie der Bundesregierung

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 49	Kraftstoffstrategie der Bundesregierung	Laufend	F

Die Kraftstoffstrategie hat zum Ziel, die Beimischungsquote von Biokraftstoffen zu steigern. In Anhang 3 m) der Richtlinie 2006/32/EG ist nur von „verbrauchssenkenden Kraftstoffzusätzen“ die Rede, die im Sinne der Richtlinie anrechenbar sind. Sofern durch die Kraftstoffstrategie der Bundesregierung in diesem Sinne eine Effizienzsteigerung entsteht, soll sie über den Anteil der Beimischung und ihren Wirkungsgrad ermittelt werden.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 2 Jahre an.

Maßnahme	Wirkungsmechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Kraftstoffstrategie der Bundesregierung V 49	Regulation	keine	im Paket mit 24
	Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	--	keine	keine

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)

$$EE_x = EV_{LKW} \cdot km_{LKW} - \left( EV_{Bahn} \cdot km_{Bahn} + EV_{Schiff} \cdot km_{Schiff} + EV_{Flugzeug} \cdot km_{Flugzeug} \right) \cdot n$$

EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
KS <sub>ges</sub>	Gesamtmenge an in Deutschland für Pkw verkauftem Kraftstoff im Jahr der Evaluation	Angaben der Mineralölindustrie
KS <sub>neu</sub>	Menge an in Deutschland verkauftem Kraftstoff mit verbessertem Wirkungsgrad im Jahr der Evaluation	Angaben der Mineralölindustrie
WG <sub>Kraftstoff</sub>	Wirkungsgrad des neuen Kraftstoffs	Herstellerangaben; Labortests

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = \frac{KS_{neu}}{KS_{ges}} \cdot WG_{Kraftstoff} \cdot (1 - MI + M) \cdot DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	0%
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	ein Teil ist ggf. auf Maßnahme 24 (Forcierung der technischen Entwicklung) zurückzuführen
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	0%, solange die Beimischung aus Nutzersicht unwirtschaftlich, bei Marktreife 100%

### 9.3.5 Verstärkung der Kampagne „Neues Fahren“

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 50	Verstärkung der Kampagne „Neues Fahren“	Laufend	A

Diese Kampagne zur Bewerbung von Eco-Driving soll verstärkt werden. Innerhalb der Kampagne werden nur die durchgeführten Fahrtrainings evaluiert, nicht aber allgemeine Öffentlichkeitsarbeit.

Die Abnahme des Einspareffekts ohne Auffrischung des Trainings beträgt jährlich 10%.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Verstärkung der Kampagne „Neues Fahren“ V 50	Information	kraftstoffsparendes Fahren	einzel
	Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	--	keine	ggf.

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)		
$EE_x = EV_{PKW} \cdot Pkm_{PKW eco} \cdot WK_{eco} \cdot NG_{eco} \cdot TN_{eco} \cdot n$		
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
EV <sub>PKW</sub>	Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch eines Wagens im Jahr vor dem durchgeführten Training	ODYSSEE-Indikatoren
Pkm <sub>PKW eco</sub>	Jahresfahraufwand pro TeilnehmerIn als FahrerIn (km)	Evaluation der durchführenden Organisationen, sonst Werte der vergangenen MiD
WK <sub>eco</sub>	Wirksamkeit des Trainings für kraftstoffsparende Fahrweise	Standardwert, alternativ Evaluation der durchführenden Organisationen
NG <sub>eco</sub>	Nutzungsgrad der erlernten kraftstoffsparenden Fahrweise	Standardwert, alternativ Evaluation der durchführenden Organisationen
TN <sub>eco</sub>	Durchschnittliche Anzahl von Teilnehmern am Training für kraftstoffsparende Fahrweise	Angaben der Organisationen, die das Fahrtraining durchführen
n	Anzahl der Fahrtrainings	Angaben der Organisationen, die das Fahrtraining durchführen s.o.

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = EV_{PKW} \cdot Pkm_{PKW eco} \cdot WK_{eco} \cdot NG_{eco} \cdot TN_{eco} \cdot n \cdot (1 - MI + M) \cdot DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	0%
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	Umfrage bei den Teilnehmern, zum wievielen Mal sie am Fahrtraining teilnehmen (siehe auch Laufzeit)
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	0%

Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive		
Die Einsparungen nehmen jährlich um 10% ab, wenn das Training nicht aufgefrischt wird bzw. wenn keine anderen Erkenntnisse über Wirksamkeit und Nutzungsgrad der Trainings vorliegen. Dies ist bei der Erfassung der Emissionsminderungen und Planung des Schulungsrhythmus zu berücksichtigen.		

### 9.3.6 Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	V 51	Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (Pkw-EnVKV)	Laufend	O/I

Die Verordnung setzt die RL 1999/94/EG in deutsches Recht um (Labelling von Kfz).

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung V 51	Information	Kauf energieeffizienter Pkw	im Paket mit V 43, V 44, 24 und 27 (s.o.)
	Bisher erzielte Einsparung (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	--	keine	keine

### 9.3.7 Forcierung der technischen Entwicklung

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	24	Forcierung der technischen Entwicklung	Weiterentwickelt	FÖ

Ein Förderprogramm zur Optimierung herkömmlicher Antriebe und Kraftstoffe ist in diesem Kontext vorgesehen.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einspar-handlung	Evaluierbar
Forcierung der technischen Entwicklung 24	Forschung und Entwicklung	Kauf energieeffizienter Pkw	im Paket mit V 43, V 44, V 51 und 27 (s.o.) in Hinblick auf Antriebsoptimierung und mit V49 bei Kraftstoffen (s.o.)
	Erzielbare Einsparungen bis 2016 (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	100-120 PJ	keine	keine

### 9.3.8 Kampagne „Energieeffizienz und Mobilität“

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	25	Kampagne „Energieeffizienz und Mobilität“	Neu/ Geplant	I

Diese Kampagne soll einerseits Eco-Driving verstärkt bekannt machen und andererseits zum Kauf von Leichtlaufreifen (Label: Blauer Engel RAL-UZ 89) und -ölen (5W-30/40 or 0W-30/40) motivieren.

Für die Laufzeit gibt das CEN Workshop-Agreement 50.000 km (bzw. 3 Jahre) für Leichtlaufreifen an. Dagegen gibt es keine Angaben für Leichtlauföle. Es wird eine Laufzeit von 15.000 km (bzw. 1 Jahr) vorgeschlagen.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Kampagne „Energieeffizienz und Mobilität 25	Forschung und Entwicklung	Kauf von Leichtlaufreifen und -ölen	einzeln, für EcoDriving siehe V 50
	Erzielbare Einsparungen bis 2016 (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	20-65 PJ	keine	

Variante 1: Berechnung der gesamten Einsparung im Jahr x (z. B. 2016)		
$EE_x = TestEV_{PKW} \cdot km_{PKW} \cdot n \cdot (EF_{Reifen} + EF_{\dot{O}l})$		
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung der Maßnahme unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzende Wirkdauer („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (mit oder ohne Early Action, d. h. mit oder ohne Maßnahmen ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007)	
TestEV <sub>PKW</sub>	Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch gemäß Testzyklus eines Pkw im Jahr der Evaluation	Abgleich der Herstellerangaben mit dem Melderegister des KBA
km <sub>PKW</sub>	Jahresfahraufwand pro Fahrzeug	Fahrleistungserhebungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (bast).

EF <sub>Reifen</sub>	Effizienzfaktor für Reifen	Daten des UBA
EF <sub>Öl</sub>	Effizienzfaktor für Öle	Daten des UBA
n	Anzahl der mit Leichtlaufreifen und -ölen ausgestatteten Fahrzeuge	Leichtlauföle: Daten der DAT Leichtlaufreifen: keine Daten vorhanden, nur Schätzungen des UBA

Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Einsparung im Jahr x		
$EE_x = TestEV_{PKW} \cdot km_{PKW} \cdot n \cdot (EF_{Reifen} + EF_{Öl}) \cdot (1 - MI + M) \cdot DO$		
M	Multiplikatoreffekt, in Prozent	0%
DO	Doppelzähleffekt, in Prozent	0%
MI	„Ohnehin“-Effekt in Prozent (allgemeiner Markttrend; man spricht auch vom Mitnahmeeffekt, daher „MI“)	100% - (Marktdurchdringung in Prozent von Leichtlaufreifen bzw. -ölen bei Durchführung der Kampagne, subtrahiert um ihre Marktdurchdringung in Prozent vor Durchführung)

### 9.3.9 Umgestaltung der Kfz-Steuer

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Verkehr	27	Umgestaltung der Kfz-Steuer	Neu/ Geplant	F

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit der spezifische Kraftstoffverbrauch sollen in die Bemessungsgrundlage einbezogen werden.

Maßnahme	Wirkungs-mechanismus	Einsparhandlung	Evaluierbar
Umgestaltung der Kfz-Steuer 27	finanzieller Anreiz	Kauf energieeffizienter Pkw	im Paket mit V 43, V 44, V 51 und 24 (s.o.)
	Erzielbare Einsparungen bis 2016 (laut EEAP)	Bisher generierte Daten	Relevante regionale Maßnahmen
	--	keine	keine

## 10. Sektorübergreifende Maßnahmen

### 10.1 Informations- und Beratungsinstrumente

#### 10.1.1 Maßnahmen bei Geräten (Haushaltsgeräte, Bürogeräte, etc.)

Nr. im NEEAP	Maßnahme	Beschreibung	Status
PHH 10	Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung und weitere Instrumente	Die von den EU-Richtlinien vorgegebene Kennzeichnung von Haushaltsgeräten wurde mit Gesetz vom 30. Januar 2002 geändert und die nachfolgende vollständig in deutsches Recht umgesetzt. Gilt für Waschmaschinen, Trockner, Kühlschränke/Tiefkühlgeräte, Geschirrspüler, Lampen, Klimaanlagen und Elektrobacköfen. Ferner die Energiehöchstwerteverordnung vom 06.12.2002. Beteiligung von Herstellern und Händlern am europäischen "Energie+"-Projekt.	Laufend
SÜ 58	Umweltzeichen „Blauer Engel“	Kennzeichnung energieeffizienter und umweltfreundlicher Produkte	Laufend
SÜ 59	Energielabel für Informations- und Verbraucherelektronik	Mitgliedschaft bei der Europäischen Gemeinschaft für energiesparende Geräte (GEEA) für freiwillige Kennzeichnung derartiger Geräte ( <a href="http://www.energielabel.de">www.energielabel.de</a> )	Laufend
SÜ 63	Energy Star	Förderung des „Energy Star“ als freiwilliges Zeichen für Büroausstattung auf Basis einer EU-Vereinbarung	Laufend

Quelle: BMWi 2007

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 10	Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung	Laufend	O
Sektorübergreifend	SÜ 58	Umweltzeichen „Blauer Engel“	Laufend	I
Sektorübergreifend	SÜ 59	Energielabel für Informations- und Verbraucherelektronik	Laufend	I
Sektorübergreifend	SÜ 63	Energy Star	Laufend	I

## Kurzbeschreibung

Produktkennzeichnungen und hierzu informierende Kampagnen sind neben Produkthöchstverbrauchsstandards, freiwilligen Beschaffungsrichtlinien und ggf. existierenden Förderprogrammen ein wesentliches Instrument zur Förderung energieeffizienter Geräte in allen Sektoren. Zu berücksichtigen ist, dass die Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie in den nächsten Jahren mindestens bei einigen Geräten einen sehr großen Einfluss auf den deutschen Markt haben und zu einer Veränderung der Baseline führen werden.

### **Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung**

Die gesamte im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr x erzielte Endenergieeinsparung lässt sich am einfachsten auf Basis eines Modells des Gerätebestands ermitteln (auf Basis von erhobenen Verkaufsdaten, z. B. von einem Dienstleister wie GfK).

#### **Verkaufsdaten von Dienstleistern – Beispiel GfK**

Die GfK deckt mit ihren Vollerhebungen von Verkaufsdaten bei großen Handelsketten und repräsentativen Befragungen bei weiteren Händlern einen Großteil des Marktes für die jeweiligen Geräte ab; vgl. z. B. auch <http://www.gfk.com/gfk-living/index.de.html> oder [http://www.gfk.com/group/services/markets/durable\\_goods/index.de.html](http://www.gfk.com/group/services/markets/durable_goods/index.de.html); Daten werden seit dem Jahr 2000 monatlich erfasst; Daten können differenziert nach Größen- und Energieeffizienzklassen der Modelle oder aggregiert bereit gestellt werden.

Dabei erfolgen die Berechnungen im einzelnen wie in der folgenden Tabelle dargestellt.

Abbildung 27: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Geräten für die jeweilige Geräteart

<b>Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)</b>	
$EE_x = N_x \times (DV_{t=0} - DV_{t=x}) \times EF_x - R_i$	
EE <sub>x</sub>	Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016) im Vergleich zum Endenergieverbrauch im Jahr 0 (z. B. 2007)
N <sub>x</sub>	Anzahl der im Jahr x genutzten Geräte
DV	<p>Gesondert zu ermittelnder spezifischer jährlicher Durchschnittsverbrauch der Geräte im Bestand, z. B. für Geräteart i zum Zeitpunkt t:</p> $DV_{i,t} = \frac{\sum_j n_j \times NV_j \times DN_j \times K_j}{\sum_j n_j}$ <p>mit (ggf. getrennt für Standby- und Betriebsverbrauch zu ermitteln und beide Einsparungen zu addieren):</p> <p>NV = auf dem Energielabel angegebener Normverbrauch pro Gerät vom Typ j  DN = durchschnittliche Nutzung des Geräts, z. B. Anzahl Waschgänge, Nutzungszeit in Stunden pro Jahr, o. ä.  K = Korrekturfaktor für den Unterschied zwischen Verbrauch des Geräts gemäß Norm auf dem Teststand und ggf. durch Studien ermitteltem tatsächlichem Verbrauch des Geräts</p>
EF <sub>x</sub>	Endenergiefaktor je nach vom jeweiligen Gerät genutztem Endenergieträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; hier irrelevant, da alle Geräte erfasst
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent (je nach Gerät unterschiedlich; vgl. die Ergebnisse des Projekts „EMEEES“)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (horizontale und vertikale Doppelzählungen); hier irrelevant, da alle Maßnahmen gemeinsam evaluiert

## **Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung**

Bezüglich der Frage der durch Politikinstrumente erzielten zusätzlichen Endenergieeinsparung lässt sich der Effekt der Produktkennzeichnung selbst nicht von den Einflüssen der weiteren genannten Politikinstrumente und der „Ohnehin“-Marktentwicklung isolieren. Für die Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparungen gegenüber dem Trend wird daher vorgeschlagen, das Bündel an Politikinstrumenten gemeinsam zu evaluieren.

Dies kann auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen:

- Bottom-up: über die spezifischen Verbräuche der energieeffizienten und der Standardgeräte bzw. ermittelten Standardwerten für die Endenergieeinsparung pro energieeffizientem Gerät gegenüber dem Trend und Marktzahlen der Geräte für Deutschland (z. B. von der GfK oder gleichwertigen Dienstleistern)

- b) Top-down: über eine ökonometrische Schätzung und Marktzahlen der Geräte für Deutschland (z. B. von der GfK oder gleichwertigen Dienstleistern) (nur aussagefähig, wenn Schätzung der Einflüsse von Trend und Marktpreis über einen längeren Zeitraum möglich ist, in dem es hinsichtlich der Politikinstrumente keine signifikanten Veränderungen gibt).

Abbildung 28: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung bei Geräten

**Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)**

Bottom-up:

$$EE_x = N_x \times (DV_{t=0} - DV_{t=x}) \times EF_x - R_i$$

Top-down:

Gesamte Endenergieeinsparung gemäß Variante 1 abzüglich der im Trend und durch Marktpreisveränderungen erzielten Endenergieeinsparung.

Ermittlung des Einflusses von Trend und Marktpreisveränderungen per Regressionsanalyse mit folgender Formel über einen Zeitraum, in dem es keine signifikante Veränderung bei den Politikinstrumenten gibt (Trend ggf. auch im Vergleich zur mittleren Entwicklung in den drei EU 27-Staaten mit der geringsten Steigerung der Geräteeffizienz) (vgl. Lapillonne/Desbrosses 2009):

$$DV_{i,t} = \frac{\sum_j n_j \times NV_j \times DN_j \times K_j}{\sum_j n_j}$$

mit:

SC = spezifischer Verbrauch pro Gerät und Jahr, T = Trend

P = Marktpreis, K = Konstante

A = Preiselastizität (<0)

EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung
n <sub>i(t=x)</sub>	Anzahl der im betrachteten Zeitraum (ab 2008 oder mit Early Action, d. h. ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007) bis zum Jahr x in Deutschland neu gekauften bzw. ersetzen besonders energieeffizienten Geräte vom Typ i unter Berücksichtigung der für das jeweilige Gerät anzusetzenden Wirkdauer der Einsparungen („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (vgl. CWA 15693:2007), d.h. sofern die Geräte im Jahr x noch in Betrieb sind  Gerätezahlen z. B. von einem Dienstleister wie der GfK. Es werden nur diejenigen Geräte gezählt, die eine höhere Energieeffizienz aufweisen als Standardgeräte (vgl. hierzu beispielsweise die Definition von Standardgeräten im Projekt „EMEEES“; ggf. gesondert für Deutschland zu definieren, falls davon abweichen werden soll)
ES <sub>i,x</sub>	Jährliche Endenergieeinsparung pro Gerät (Betrieb und Stand-by), die wie folgt ermittelt werden kann:  a) Ansetzen von Standardwerten aus speziellen deutschen Studien oder europäischer Standardwerte wie sie im EU-Projekt „EMEEES“ für verschiedene, definierte energieeffiziente Geräte festgelegt wurden  b) Gesondert ermittelte Energieeinsparwerte für definierte energieeffiziente Geräte, die besser sind als definierte Standardgeräte mit:  $ES_{i,x} = (NV_{i,Effizienz} \times DN_{i,Effizienz} - NV_{i,Standard} \times DN_{i,Standard}) \times K_i$ (ggf. getrennt für Standby- und Betriebsverbrauch zu ermitteln und beide Einsparungen zu addieren), mit (jeweils für das energieeffiziente und das Standardgerät): NV = auf dem Energielabel angegebener Normverbrauch pro Gerät DN = durchschnittliche Nutzung des Geräts, z. B. Anzahl Waschläufe, Nutzungszeit in Stunden pro Jahr, o. ä. K = Korrekturfaktor für den Unterschied zwischen Verbrauch des Geräts gemäß Norm auf dem Teststand und ggf. durch Studien ermitteltem tatsächlichem Verbrauch des Geräts

EF <sub>i(neu,x)</sub>	Endenergiefaktor je nach vom jeweiligen Gerät genutzttem Endenergieträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; hier irrelevant, da alle Geräte erfasst
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent (je nach Gerät unterschiedlich; vgl. die Ergebnisse des Projekts „EMEEES“)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (horizontale und vertikale Doppelzählungen); hier irrelevant, da alle Maßnahmen gemeinsam evaluiert

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Die Bundesregierung könnte wie von der PROGNOS AG vorgeschlagen der EU-Kommission empfehlen, die relativ teuren Marktzahlen von Dienstleistern (z. B. GfK) zur Geräteentwicklung in allen EU-Mitgliedstaaten gesammelt zu beschaffen und gegen Entgelt den Mitgliedstaaten zu überlassen. Hierdurch könnten zum einen Kostendegressionseffekte realisiert werden, zum anderen kann dadurch sichergestellt werden, dass die Datenerhebung einheitlich in allen Mitgliedstaaten nach derselben Methodik erfolgt.

Die Baseline bezüglich Variante 2 ist den jeweiligen Schritten der Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie anzupassen.

## 10.2 Finanzielle Förderinstrumente und Anreize

### 10.2.1 Marktanreizprogramm für Erneuerbare Energien

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Private Haushalte	PHH 11	Marktanreizprogramm zugunsten erneuerbarer Energien	Laufend	FÖ

#### Kurzbeschreibung

Im Marktanreizprogramm (MAP) sind in Bezug auf die gemäß ESD anrechenbaren Endenergieeinsparungen die Förderung von Solarkollektoren (Solarthermieeinspeisung zählt als Endenergieeinsparung gemäß ESD) sowie die Verknüpfung der Förderung von erneuerbaren Energien und Endenergieeffizienz relevant. Das Marktanreizprogramm fördert u. a. Solarkollektoren, und im Zusammenhang mit den Kollektoren:

- Besonders effiziente Heizungsumwälz- und Solarkollektorkreispumpen, sowie
- Die Umrüstung von gas- oder ölbefeuerten Heizungssystemen auf Brennwerttechnik, wenn die Umstellung mit dem Bau einer Solarkollektoranlage verbunden wird.

Hinzu kommt ein Effizienzbonus für geförderte Technologien, wenn das Gebäude, in bzw. auf dem sie installiert werden, einen bestimmten Energiestandard unterschreitet.

#### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Die gesamten Endenergieeinsparungen, die durch ein Förderprogramm erzielt werden, können nur Bottom-up anhand von Statistiken der geförderten Maßnahmen und deren ingenieurtechnischen Bewertung (ggf. Standard-Endenergieeinsparwerten für die einzelnen Maßnahmen) oder von (Stichproben-) Messungen der Verbräuche der jeweiligen Heizungs- oder/und Warmwasserbereitungssysteme vor und nach Durchführung der Maßnahmen ermittelt werden, wobei der letztgenannte Weg als der in der Praxis aufwändiger erscheint.

Die Überschneidung mit anderen Maßnahmen kann hoch sein, weshalb hierauf besonders geachtet werden sollte. Alternativ kann auch mit Hilfe eines deutschlandweiten Gebäude-, Heizungssystems- und Warmwassersystemsmodells und Stichprobenuntersuchungen unter Abgleich mit der Energiebilanz der gesamte Endenergieverbrauch der Gebäude inklusive Heizungssystem und

Warmwasserbereitung über die Zeit ohne Differenzierung nach Politikinstrumenten erfasst und hierauf aufbauend die Gesamteinsparung errechnet werden.

Abbildung 29: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm

Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)	
Variante a): Förderstatistik + ingenieurtechnische Bewertung / Anwendung von Standardwerten	
$EE_x = \sum_i (n_{i,x} \times ES_{i,x} \times EF_{i,x}) \times (1 + M_i - R_i) \times D_i$	
EE <sub>x</sub>	Im Jahr x wirkende Endenergieeinsparung
n <sub>i(t=x)</sub>	Anzahl der im betrachteten Zeitraum (ab 2008 oder mit Early Action, d. h. ab 1995 (1991) und vor dem 01. Januar 2007) bis zum Jahr x in Deutschland geförderten Endenergieeffizienzmaßnahmen vom Typ i unter Berücksichtigung der für die jeweilige Maßnahme anzusetzenden Wirkdauer der Einsparungen („lifetime“ bzw. „Lebensdauer“) (vgl. CWA 15693:2007), d.h. sofern die Maßnahme im Jahr x noch wirkt
ES <sub>i,x</sub>	Jährliche Endenergieeinsparung pro Maßnahme gegenüber dem Ausgangszustand, für die Standardwerte z. B. für den Solarkollektorertrag, die Heizungsumstellung, die effiziente Pumpe und das effiziente Gebäude angesetzt werden können, z. B.: Solarkollektorertrag: 450 kWh/qm/a
EF <sub>i(alt/x)</sub>	Endenergiefaktor je nach genutztem Endenergeträger: Strom = 1,0 oder 2,5; alle anderen Energieträger = 1,0
EV <sub>i (H-alt/x)</sub>	Endenergieverbrauch der Heizungsanlage vor/nach Durchführung der Fördermaßnahme; Angaben durch Antragsteller oder installierenden Handwerker
EV <sub>i (W-alt/x)</sub>	Endenergieverbrauch der Warmwasserversorgung vor/nach Installation der Anlage; Angaben durch Antragsteller oder installierenden Handwerker
N	Normalisierungsfaktor: Klimabereinigung
M <sub>i</sub>	Multiplikatoreffekt, in Prozent; durch Befragung zu ermitteln
R <sub>i</sub>	Reboundeffekt, in Prozent (je nach Maßnahme unterschiedlich; vgl. die Ergebnisse des Projekts „EMEEES“)
D <sub>i</sub>	Überschneidungen mit anderen Maßnahmen in Prozent (horizontale und vertikale Doppelzählungen); hier geht es insbesondere um die Überschneidung mit anderen Maßnahmen im Gebäudebereich und bei der Förderung von Stromsparmaßnahmen

## Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparungen

Lapillonne und Desbrosses (2009) stellen fest, dass eine aussagekräftige Top-down-Herausrechnung der Einflüsse von Trend und Marktpreisen auf die Entscheidung, Solarkollektoren zu installieren, per Regressionsanalyse in einem „reifen“ Markt wie Deutschland nicht möglich ist. Von daher ist nur eine Bottom-up-Bereinigung der gesamten Endenergieeinsparungen um die ohnehin erreichten möglich. Hierbei ist vor allem ein Nachsteuern der Mitnahmeeffekte im Zuge der Weiterentwicklung und des

Inkrafttretens der Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie, sowie der Weiterentwicklungen der EnEV und des EEWärmeG erforderlich.

Abbildung 30: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung beim Marktanreizprogramm

<b>Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)</b>	
Variante a): Förderstatistik + ingenieurtechnische Bewertung / Anwendung von Standardwerten	
$EE_x = \sum_i (n_{i,x} \times ES_{i,x} \times EF_{i,x}) \times (1 + M_i - R_i) \times D_i \times (1 - MI_i)$	
Variante b): Messung (ggf. Stichprobe)	
	$EE_x = \sum_{i=1}^n \left[ \left( EV_{i(H-alt)} \bullet EF_{i(H-alt)} \right) + \left( EV_{i(W-alt)} \bullet EF_{i(W-alt)} \right) \right] - \left[ \left( EV_{i(H-x)} \bullet EF_{i(H-x)} \right) + \left( EV_{i(W-x)} \bullet EF_{i(W-x)} \right) \right] \bullet N \bullet (1 + M - R) \times D$
MI <sub>i</sub>	Mitnahmeeffekt; durch Befragung zu ermitteln, da Top-down-Ermittlung durch ökonometrische Schätzung der Einflüsse von Trend und Marktpreisen nicht aussagekräftig ist

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Die Festlegung der Trendentwicklung bei Variante 2 und die Richtlinien des Förderprogramms sind entsprechend der Schritte der Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie, aber auch etwaiger Weiterentwicklungen von EnEV und EEWärmeG anzupassen.

## 10.2.2 Energiebesteuerung

Fokus	Nr. im NEEAP	Maßnahme	Status	Typ
Sektorübergreifend	SÜ 56	Energiebesteuerung im Rahmen der ökologischen Steuerreform	Laufend	F

### Kurzbeschreibung

Für die Frage erzielter Endenergieeinsparungen stehen die Wirkungen der mit den Ökosteuerstufen eingeführten zusätzlichen Energiebesteuerung auf die Endenergienutzung im Fokus. Eine höhere Energiesteuer erhöht ceteris paribus den Energiepreis und macht damit Endenergieeinsparinvestitionen planbar wirtschaftlicher. Nicht zu vernachlässigen ist zudem die Signalfunktion der Ökosteuer, durch die das Kriterium Energieverbrauch stärker in das Bewusstsein von Entscheidern gerückt ist, die zunehmend nicht allein Anschaffungs- bzw. Herstellkosten von Gebäuden, Anlagen, Geräten und Fahrzeugen, sondern deren Lebenszykluskosten inklusive der laufenden Energieverbrauchskosten in den Blick bekommen. Befragungen haben prinzipiell bestätigt, dass die Ökosteuer Einfluss auf Investitionen und die Nachfrage nach Energieberatung hat (UBA 2004, Knigge/Görlach 2005). In Erwartung oder Kenntnis dieser Bewegungen auf der Energienachfrageseite wurden wiederum Innovationen auf der Technikangebotsseite ausgelöst.

### Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung

Die Effekte der Ökosteuer in Bezug auf die Endenergienutzung lassen sich jedoch nicht leicht isolieren und der Ökosteuer zurechnen, da gleichzeitig verschiedene Politikinstrumente, marktliche Veränderungen des Energiepreises und der autonome Trend zu energieeffizienteren Lösungen wirksam sind. Im Grunde macht eine separate Evaluierung der Wirkungen der Ökosteuer daher nur in den Bereichen Sinn, in denen nicht parallel die Wirkungen weiterer Politikinstrumente und Maßnahmen bereits inklusive des Einflusses der Ökosteuer evaluiert werden bzw. für Zeiträume, in denen es bei anderen Politikinstrumenten und Maßnahmen keine signifikanten Veränderungen gibt.

Lapillonne und Desbrosses (2009) schlagen für solche Bereiche eine Regressionsanalyse der Entwicklung des Energieeffizienz-Indikators ODEX vor und den per Regressionsanalyse ermittelten Anteil der Veränderung der Ökosteuer an der Veränderung des ODEX dann entsprechend in Endenergieeinsparungen umzurechnen (zur Umrechnung vgl. auch Lapillonne 2008).

Bei der Regressionsanalyse wird insgesamt zwischen Veränderungen der marktlichen Energiepreise, der Energiebesteuerung und dem autonomen Trend analytisch unterschieden wie dies in der folgenden Tabelle dargestellt wird.

Abbildung 31: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung Ökosteuer

<b>Variante 1: Berechnung der gesamten Endenergieeinsparung im Jahr x (z. B. 2016)</b>	
Endenergieeinsparung ist aus einer Regressionsanalyse der folgenden Gleichung abzuleiten:	
$\ln(ODEX) = T \times t + A \times \ln(P) + K$	
ODEX	Aggrigerter Energieeffizienzindikator (vgl. auch Lapillon 2008)
T	Autonomer Trend
t	Zeit
A	Preiselastizität der Endenergienachfrage
P	Energiepreis
K	Konstante

Quelle: Lapillon/Desbrosses 2009

### **Variante 2: Berechnung der zusätzlichen Endenergieeinsparungen**

Identisch mit Variante 1, da autonomer Trend und Einflüsse marktlicher Veränderungen der Energiepreise bereits herausgerechnet wurden.

### **Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Maßnahme aus Monitoring-Perspektive**

Nicht allein das durch die Ökosteuer zusätzlich erhöhte Energiepreisniveau, sondern vor allem die Erwartungen weiter gehender Energiepreisveränderungen beeinflussen die Entscheidungen von privaten und öffentlichen Investoren. Sollten weitere Stufen der Ökosteuer geplant werden, die derartige Preisveränderungserwartungen generieren und planbar machen, so sollte die regelmäßige Evaluation der Effekte von vorne herein eingeplant werden.

**Teilband C:**  
**Anhänge**

## 11. Verzeichnis der verwendeten Literatur

Adnot; Bory; Bourges; Broc (2008): Method 4: Residential condensing boilers in space heating. Draft for consultation of the Task 4.2 report by ARMINES regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Paris.  
[Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_4\\_resboilers\\_080609.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_4_resboilers_080609.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

ages (2007): Verbrauchskennwerte 2005 - Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht der ages GmbH, Münster. Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt: Projekt 23656-24/2

Almeida, Anibal de; Fonseca, Paula; Fernandes, Tiago (2009): Method 12: Energy-efficient motors. Revised draft of the Task 4.2 report by University of Coimbra regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Coimbra  
[Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_12\\_EEM\\_Final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_12_EEM_Final.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Almeida, Anibal de; Fonseca, Paula; Fernandes, Tiago (2009): Method 13: Variable Speed Drives. Revised draft of the Task 4.2 report by University of Coimbra regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Coimbra  
[Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_13\\_VSD\\_Final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_13_VSD_Final.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Amman, Christof; Geissler, Susanne; Barreto, Leonardo (2008): Method 2: Improvement of the building envelope of residential buildings (residential sector). Revised draft of the Task 4.2 report by Austrian Energy Agency regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Vienna. [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_2\\_Building\\_Envelope\\_06092008.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_2_Building_Envelope_06092008.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

BEI-Bremer Energie Institut; IWU-Institut Wohnen und Umwelt GmbH; Universität Bremen, Institut für Statistik (2008): Effekte des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms 2007. Auftraggeber: KfW-Bankengruppe. [Download: [http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/klima\\_altbau/Studie\\_Effekte\\_KfW\\_CO2\\_Sanierungsprogramm2007.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/Studie_Effekte_KfW_CO2_Sanierungsprogramm2007.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

bcs (Bundesverband CarSharing) (2008): [http://www.carsharing.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=29&Itemid=58](http://www.carsharing.de/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=58) (Zugriff: 25.6.2008)

Beeldmann, Michiel; van den Brink, Robert (2009): Method 16: Ecodriving. Revised draft of the Task 4.2 report by SenterNovem regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_16\\_Ecodriving\\_Final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_16_Ecodriving_Final.pdf)]

Böhler, Susanne; Rudolph, Frederic (2009): Modal Shifts in Passenger Transport. Revised Draft of the Task 4.2 report by Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Wuppertal [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_15\\_Modal\\_Shifts\\_Final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_15_Modal_Shifts_Final.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

BMWi (2007): Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) der Bundesrepublik Deutschland gemäß EU-Richtlinie über "Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen" (2006/32/EG), Berlin

Böhler, Susanne; Rudolph, Frederic (2008): Method 14: Vehicle Energy Efficiency. Draft for consultation of the Task 4.2 report by Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Wuppertal [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_14\\_Vehicle\\_EE\\_080226.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_14_Vehicle_EE_080226.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Brockmann, M.; Siepe, B. (2008): Repräsentative Stichprobenerhebung zu nachträglich durchgeführten Energiesparmaßnahmen im Wohngebäudebestand von Hannover, Auswertung, Institut für Entwerfen und Konstruieren der Leibniz Universität Hannover (noch unveröffentlichtes Manuskript; ausführlichere Studie im Erscheinen)

Bundesregierung (2005): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Volker Wissing et al., Vorbildfunktion der Dienstfahrzeugflotte des Bundes, Bundestagsdrucksache 15/5096, Berlin

Bundesverband Solarwirtschaft (2008): Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie). Februar 2008. [http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/content\\_files/faktenblatt\\_st.pdf](http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/content_files/faktenblatt_st.pdf) (Zugriff 18.12.2008)

City of Stockholm (Ed.) (2006): Facts and results from the Stockholm Trial - Final Version, Stockholm, Sweden, 2006

CWA 15693:2007: CWA 27 (2007): Saving lifetimes of Energy Efficiency Improvement Measures in bottom-up calculations, Final CWA draft (CEN WS 27), circulated 19th February 2007, European Committee for Standardization, Brussels

eERG (2006): Evaluation of the Italian TWC scheme at one year after its implementation. Work package 5, Annex 3, report by the EuroWhiteCert project within the Intelligent Energy Europe Programme of the European Commission, Milano

Fischbeck, M.; Hanke, T.; Hennicke, P.; Kristof, K.; Lechtenböhmer, S. (1997): Kritische Anmerkungen zur RWI/ifo-Studie „Gesamtwirtschaftliche Beurteilung von CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien“

Gynther, Lea; Suomi, Ulla (2008): Method 18: Energy Audits. Revised draft of the Task 4.2 report by the Finnish energy agency Motiva regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Helsinki. [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_18\\_Energy\\_Audits\\_Revised\\_draft\\_080530.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_18_Energy_Audits_Revised_draft_080530.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Gode, Jenny; Engström, Rebecka; Lopes, Carlos (2009): Method 17: Energy Performance Contracting. Revised draft of the Task 4.2 report by the Swedish Energy Agency regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Eskilstuna [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_17\\_EPC\\_Final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_17_EPC_Final.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Hanke, Thomas; Nikolaus Richter; Kora Kristof, Johannes Venjakob (2007): Bewertung von CO<sub>2</sub>-Reduktions-Szenarien. Teilbericht: Datengrundlage zukünftiger Klimaschutzzberichte. Bundesamt für Bauwesen und Bauordnung. Bonn

Hunecke, Marcel; Susanne Böhler; Sylvie Grischkat, Sonja Haustein (2008): MOBILANZ - Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Stoffströme unterschiedlicher Mobilitätsstile durch zielgruppenspezifische Mobilitätsdienstleistungen. Bochum / Lüneburg / Wuppertal

IEA (International Energy Agency) (2005a): Saving Oil in a Hurry. Paris

IEA [International Energy Agency] (2005b): Learning from the Critics - The experience with energy efficiency policies and programmes in IEA countries. IEA information paper by Howard Geller (Southwest Energy Efficiency Project) and Sophie Attali (ICE Consultants). Paris

Ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH (2008): Evaluation des Förderprogramms „Energieeinsparberatung vor Ort“. Schlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Heidelberg [Download: [http://www.ifeu.de/energie/pdf/IFEU\\_Evaluation\\_Vor-Ort\\_Energieberatung\\_Endbericht\\_Langfassung.pdf](http://www.ifeu.de/energie/pdf/IFEU_Evaluation_Vor-Ort_Energieberatung_Endbericht_Langfassung.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Ifeu-Institut Heidelberg; Wuppertal Institut [M. Pehnt et al.](2009): Energiebalance – Optimale Systemlösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Endbericht im Auftrag des BMU (FKZ 0327614), Heidelberg und Wuppertal (forthcoming)

Irrek, Wolfgang; Seifried, Dieter (2008): Der grüne Schein. Energiedepesche, 1 (März), 26-27

Irrek, Wolfgang; Thomas, Stefan (2006): Der EnergieSparFonds für Deutschland. Edition der Hans-Böckler-Stiftung 169. Düsseldorf

Irrek, Wolfgang; Seifried, Dieter (2008): Der grüne Schein, Energiedepesche, 1 (März), 26-27

ISI [Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung] (1994): Potentiale und Kosten deer Treibhausgasminderung im Industrie- und Kleinverbrauchsbereich. Bericht des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) für die Enquête-Kommission "Schutz deer Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages, Studienkomplex B3. Karlsruhe

IWU (Institut für Wohnen und Umwelt) und ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung) (2003): Beiträge der EnEV und des KfW-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms zum Klimaschutzprogramm im Auftrag des Umweltbundesamts. FKZ 203 42 191. Darmstadt, Heidelberg 2003. [Download: <http://www.ifeu.de/index.php?bereich=ene&seite=ubaenew>] (Zugriff: 25.08.2009)

Knigge, Markus; Görlach, Benjamin (2005): Die ökologische Steuerreform – Auswirkungen auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation Zusammenfassung des Endberichts für das Vorhaben: „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“, Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamts, FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 204 41 194, Berlin

Kleemann, M.; Kuckshinrichs, W.; Heckler, R. (1999): CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm der KfW. Hrsg.: Forschungszentrum Jülich, Programmgruppe STE. Reihe Umwelt. Band 17. Jülich 1999.

Lange, Doris; et al. (2002): Rationelle Energienutzung im Gartenbau – Leitfaden für die betriebliche Praxis. Wiesbaden

Lapillon, Bruno (2008): Definition of the process to develop harmonised top-down evaluation methods, Work Package 5 report within the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Enerdata. Wuppertal [Download: [www.evaluate-energy-savings.eu](http://www.evaluate-energy-savings.eu)] (Zugriff: 25.08.2009)

Lapillon, Bruno; Desbrosses, Nathalie (2009): Top-down evaluation methods of energy savings, Case studies summaries report within the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Enerdata. Wuppertal [Download: [www.evaluate-energy-savings.eu](http://www.evaluate-energy-savings.eu)] (Zugriff: 25.08.2009)

Larsonneur, Pascal; Angioletti, Robert (2009): Method 5: Energy efficient cold appliances and washing machines. Draft for consultation of the Task 4.2 report by ADEME regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Paris  
[Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_5\\_White\\_Appliances\\_090121.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_5_White_Appliances_090121.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Luhmann, Jochen (2008): Die Höhe steuerlicher Beihilfen für die dienstliche Nutzung von Pkw mit hohem Kraftstoffverbrauch in Deutschland. Eine Abschätzung. Wuppertal Institut, Wuppertal

Maas, Cees and Tom Monné (2008): Method 1: Building Regulations for New Residential Buildings. Final draft of the Task 4.2 report by SenterNovem regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_1\\_Building\\_regulations\\_for\\_new\\_buildings090608.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_1_Building_regulations_for_new_buildings090608.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Moßig, Ivo (1996): Stichproben, Stichprobenauswahlverfahren und Berechnung des minimal erforderlichen Stichprobenumfangs. Manuskript an der Justus-Liebig-Universität Gießen

Nilsson, Lars J.; Stenquist, Christian (2009): Method 20: Voluntary agreements with individual companies – engineering method (industry and tertiary sectors). Revised draft for consultation of the Task 4.2 report by the Swedish Energy Agency (STEM) regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Stockholm  
[Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_20\\_VA\\_Industry\\_Engineering\\_method\\_Final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_20_VA_Industry_Engineering_method_Final.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

OECD/ITF (2008): International Transport Forum Leipzig 28-30 May 2008. Research Findings.

Pindar, Andrew; Labanca, Nicola; Palma, Daniele (2007): Method 9: Improvement of Lighting Systems (Tertiary Sector). Final draft for consultation of the Task 4.2 report by eERG – Politecnico di Milano regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Milano. [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_Method\\_9\\_Lighting\\_final.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_Method_9_Lighting_final.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

RWI (2008): Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung: Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft Monitoringbericht 2005–2007. Endbericht – Oktober 2008. Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, des Bundesverbandes der Deutschen Industrie und des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Essen

RWI; ifo [Hillebrand, B.; Wackerbauer, J. u.a.] (1996): Gesamtwirtschaftliche Beurteilung von CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien, (Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Heft 19), Essen

Schlomann (2009): Method 11: Office equipment. Revised draft of the Task 4.2 report by Fraunhofer ISI regarding harmonised bottom-up evaluation methods in the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Karlsruhe [Download: [http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES\\_WP42\\_Method\\_11\\_Office-equipment\\_Revised\\_Draft.pdf](http://www.evaluate-energy-savings.eu/emeees/downloads/EMEEES_WP42_Method_11_Office-equipment_Revised_Draft.pdf)] (Zugriff: 25.08.2009)

Seifried, Dieter; Irrek, Wolfgang (2008): Ökostrom für Kommunen – eine Mogelpackung? Kommunalpolitische Blätter, 6, 28-30

SIA 380/4 (2006): Energie im Hochbau, Schweizer Norm hrsg. vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein, Zürich

Umweltbundesamt (2003): Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2003. Nationaler Inventarbericht 2003. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, Dessau.

Umweltbundesamt (2004): Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“, Hintergrundpapier eines Forschungsprojekts im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin

Umweltbundesamt (2008): <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Vergleich-Personenverkehr.pdf> (Zugriff 25.11.2008)

VITO; et al. (2007): Lot9: Public street lighting. Final Report. Preparatory Study for Eco-design Requirements of EuPs on behalf of the European Commission. Mol/Oostende/Berchem

Vreuls, Harry; Thomas, Stefan; Brock, Jean-Sébastien (2008): General bottom-up data collection, monitoring, and calculation methods, Draft final report for consultation, Work Package 4.2 report within the framework of the EU project EMEEES (Evaluation and Monitoring for the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services). Senter Novem et al.. Wuppertal  
[Download: [www.evaluate-energy-savings.eu](http://www.evaluate-energy-savings.eu)] (Zugriff: 25.08.2009)

Wewel, M. C. (2006): Statistik: Methoden, Anwendung, Interpretation, München

Wuppertal Institut (1995): Erklärung der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge: Königsweg oder Mogelpackung?, Wuppertal Paper Nr. 39, Wuppertal

Wuppertal Institut [Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH], BEM [Beratungsgruppe Energie + Marketing] (1996): Erweiterte Evaluierung des LCP-Feldversuchs von Preussen Elektra, HASTRA und Pestel Institut, Endbericht im Auftrag von Preussen E-lektra AG, Wuppertal und Icking

Wuppertal Institut (2006): Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, Endbericht im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal

Zerle (2004): Kooperationslösungen zwischen Staat und Wirtschaft: Selbstverpflichtungen als umweltpolitisches Instrument. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. rer. pol. an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg. Augsburg

ZVEI [Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.] (2008): Weißbuch Energie-Intelligenz – Energie intelligent erzeugen, verteilen und nutzen, Frankfurt a.M.

## 12. Lebensdauern von Maßnahmen

Zu den „Lebensdauern“ von Endenergieeinsparungen gibt die folgende Tabelle des EU-CWA-Gremiums Standardwerte wider. In Fällen, in denen man sich bisher nicht auf einen EU-Standardwert einigen konnte, werden stattdessen durch das Gremium konservative Schätzwerte angegeben. Für Maßnahmen, die in der folgenden Tabelle nicht aufgeführt sind (z.B. Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrstechnik, sowie für erneuerbare Energien und weitere Energiespartechnologien), müssen „Lebensdauern“ gesondert festgelegt werden.

In begründeten Fällen kann als Referenz für die Lebensdauer einer Technologie auch die DIN 18699 herangezogen werden. Alternativ oder ergänzend können bei der technischen Gebäudeausrüstung auch die in Deutschland üblichen Nutzungsdauern nach VDI 2067 verwendet werden. In begründeten Fällen kann von den hier dargestellten oder in VDI 2067 angegebenen Normwerten auch abgewichen werden. Die Abweichung sollte kurz schriftlich begründet werden.

VITO (2007) gehen von folgenden durchschnittlichen Nutzungsdauern bei der Straßenbeleuchtung aus:

- Leuchten: 30 Jahre
- Lampen 2-4 Jahre
- Vorschaltgeräte: 8-15 Jahre.

Tabelle 17: „Lebensdauern“ von Endenergieeinsparmaßnahmen

Maßnahme	Empfohlener Standard	Konservativer Schätzwert
KWK , industrielle Wärmerückgewinnung, kommerzielle Kühlung		8
Wärmerückgewinnung, Kühlung in Lüftungssystemen (Gebäude)	17	
Ventilatorsysteme	15	
Druckluftsysteme, elektrische Antriebe, Pumpen		8
Beleuchtungssysteme in öffentlichen Gebäuden	13	
Bürobeleuchtung	12	
Leuchtensteuerung (Bewegungsmelder)	10	
Bürogeräte	3	
Energiemanagement, -monitoring		2
Dämmung der Gebäudehülle, energieeffiziente Architektur	>25	
Luftdichtheit		5
Fenster/Verglasung	24	
Auswechselung des Warmwasserspeichers	15	
Isolation der Warmwasserleitungen	>25	
Wärmereflektierende Heizkörperplatten	18	
kleine Boiler	17	
große Boiler		17
Heizungsregler		5
Warmwasser-Sparhahn	15	
Wärmepumpe (Haushalt)	17	
Wärmepumpe (gewerblicher Sektor)	20	
Effiziente Klima-/Kälteanlagen	10	
neue/modernisierte Nahwärmenetze	20	
Solarthermie	19	
Effiziente Kühlanwendungen	15	
Effiziente Nassanwendungen	12	
elektrische Gebrauchsgüter		3
Energiesparlampen		(6000 h)
Leuchten mit Vorschaltgerät	15	
Mikro-KWK		8
PV-Platten	23	
Hydraulischer Abgleich der Heizung	10	
Stromeinsparung durch Verhaltensänderung		2
Wärmeeinsparung durch Verhaltensänderung		2
Rückmeldung durch Smart Meters		2

Quelle: CWA 27 (2007)

## 13. Richt- und Standardwerte

### 13.1 Richtwerte nach Technologien

#### 13.1.1 Innenbeleuchtung

Der größte Unsicherheitsfaktor bei den einzelnen technischen Daten ist sicherlich die Benutzungsdauer der Beleuchtungsanlage vor und nach der Sanierung. Für eine (teil-) automatisierte Plausibilitätsprüfung können folgende typische Richtwerte für die Ermittlung der Einsparungen als Differenz zwischen durchschnittlichem Verbrauch im Bestand und Verbrauch energieeffizienter Beleuchtungskomponenten veranschlagt werden (Pindar/Labanca/Daniele 2007):

- Energiesparlampen (Kompakteuchtstofflampen): 102 kWh/a
- Elektronisches Vorschaltgerät bei T8-System: 18 kWh/a bzw. 10-25% des ursprünglichen Verbrauchs
- Bewegungssensor: 80 kWh/a oder bis zu 45% des ursprünglichen Verbrauchs in Abhängigkeit vom Nutzungsverhalten
- T8-Lampen anstelle T12: 8% des ursprünglichen Verbrauchs
- T5-Lampen anstelle T12/T8: 3% des ursprünglichen Verbrauchs
- Energieeffiziente Leuchten können bis zu 30% Stromeinsparung bringen; Richtwert für die Leistungsaufnahme inklusive Vorschaltgerät im Effizienzfall: 80 W/Leuchte
- Für LED können keine Standardwerte angegeben werden
- Benutzungsstunden: 2.500 h/a (im Bildungsbereich 1.900 h/a).

Nach Wuppertal Institut (2006) sind folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen gegenüber heutiger Standardtechnik bei einer typischen Beleuchtungsanlage möglich:

- Austausch Altleuchte gegenüber moderner Spiegelrasterleuchte mit EVG: 50%
- Beleuchtungssteuerung über Sensoren: 30%
- Energiesparlampen im Haushaltsbereich: 75%
- LED-Technik: 50%.

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Lampen und Vorschaltgeräten festgelegt und Benchmarks empfohlen, die zukünftig als Referenzwerte für den Vergleich mit Energieeffizienzmaßnahmen dienen können. Bis dahin können auch die Grenzwerte der SIA 380/4 (2006) für den jährlichen Beleuchtungsstromverbrauch in kWh/m<sup>2</sup> NGF als Referenzwerte für die Berechnungen nach Schritt 2 verwendet werden.

Tabelle 18: Schweizer Grenz- und Zielwerte nach SIA 380/4 – Beleuchtungsstromverbrauch

Nutzungen / Zonen	Grenzwert [kWh/m <sup>2</sup> NGF/a]	Zielwert [kWh/m <sup>2</sup> NGF/a]
Wohnnutzung	36	17
Hotelzimmer	4	2
Foyer (Theater ....)	17	8
Einzelbüro (1-2 Arbeitsplätze)	24	7
Gruppenbüro (3-6 Arbeitsplätze)	24	7
Großraumbüro (>6 Arbeitsplätze)	29	14
Verkehrsflächen (Büro)	11	2
Sitzungszimmer	13	4
Schalterhalle	12	4
Verkauf Möbel	51	35
Verkauf Lebensmittel	73	53
Supermarkt (Food/Nonfood)	96	71
Fachmärkte/Warenhäuser	118	89
Restaurant	17	7
Bettenzimmer	17	8
Stationszimmer	54	26
Behandlungsraum	24	8
Produktion (grobe Arbeit)	31	13
Produktion (feine Arbeit)	48	23
Lagerhalle	40	20
Schwimmhalle	27	12

Quelle: SIA 380/4 (2006)

### 13.1.2 Straßenbeleuchtung und Ampeln

Nach Wuppertal Institut (2006) sind durch energieeffiziente Technik durchschnittlich folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber heutiger Standardtechnik prinzipiell möglich (Emissionsreduktionspotenziale):

- Bei Ampeln sind Stromeinsparungen von mehr als 80% möglich. Während eine durchschnittliche Ampel etwa 307 kWh/a verbraucht, beläuft sich dieser Wert mit LED-Technologie auf rund 250 kWh/a.
- Bei Straßenbeleuchtung sind Stromeinsparungen von etwa 40% gegenüber normalerweise eingesetzter Technik möglich.

Eine Orientierung bieten auch die in ages (2007) dargestellten Richtwerte aus der Schweiz (S.A.F.E.-Daten) für die Straßenbeleuchtung:

- Als Grenzwert wird ein Verbrauch von 12 kWh pro Meter, als Zielwert 8 kWh pro Meter empfohlen.
- Für die spezifische Leistungen werden als Grenzwert 3 W/m bei Straßen mit einer Breite < 10 Meter und 6 W/m bei größeren Straßen empfohlen, als Zielwert 2 W/m bei Straßen mit einer Breite < 10 Meter und 4 W/m bei größeren Straßen empfohlen.

Bei einem Beleuchtungsprojekt der Stadtwerke Düsseldorf wurde mit LED-Straßenbeleuchtung ein Wert von 1,8 W/m erreicht ([http://www.swd-ag.de/unternehmen/presse/archiv2008/archiv\\_2008\\_02\\_12.php](http://www.swd-ag.de/unternehmen/presse/archiv2008/archiv_2008_02_12.php)).

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Lampen und Vorschaltgeräten festgelegt und Benchmarks empfohlen, die zukünftig als Referenzwerte dienen können.

### 13.1.3 Heizung und Warmwasserbereitung

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Warmwasserbereitern und Heizungsanlagen festgelegt, die zukünftig als Referenzwerte für den Vergleich mit Energieeffizienzmaßnahmen dienen können.

Bis dahin können für eine Plausibilitätsprüfung folgende typische Richtwerte für die Ermittlung der Einsparungen veranschlagt werden:

- Wohngebäudebereich:

Adnot et al. (2008) geben als europäischen Durchschnittswert 5,6 kWh Wärmeeinsparung/m<sup>2</sup>/a bei Einsatz eines Brennwertkessels (Wirkungsgrad 94%) gegenüber einem im Trend eingesetzten Kessel (Wirkungsgrad 89%) bzw. 14,7 kWh Wärmeeinsparung/m<sup>2</sup>/a im Vergleich zum Bestand (82% Wirkungsgrad) bei einem europäischen Durchschnittsverbrauch im Ausgangszustand von 85 kWh/m<sup>2</sup>/a an. Diese Einsparwerte wären unter Berücksichtigung von Heizgradtagen für Deutschland mit dem Faktor 116% zu multiplizieren. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz von Brennwertkesseln in Deutschland bereits Standard ist und daher die nach Schritt 2 zu ermittelnde Einsparung null beträgt.

- Nichtwohngebäudebereich:

Pindar/Labanca/Palma (2008) geben als europäischen Durchschnittswert 14 kWh Wärmeeinsparung/m<sup>2</sup>/a bei Einsatz eines Brennwertkessels, 49,6 kWh/m<sup>2</sup>/a bei Einsatz einer Luftwärmepumpe (Vorlauftemperatur 40°), 20,6 kWh/m<sup>2</sup>/a bei Einsatz einer energieeffizienten Flächenheizung, 6,5 kWh/m<sup>2</sup>/a bei Steigerung der Effizienz der Wärmeverteilung und 19,3 kWh/m<sup>2</sup>/a bei Optimierung der Regelung bzw. Steuerung gegenüber im Trend durchgeföhrter Maßnahmen an. Als Basiswert für diese Berechnungen wurde ein europäischer Durchschnittsverbrauch in Nichtwohngebäuden in Höhe von 117 kWh/m<sup>2</sup>/a angenommen. Die genannten Einsparwerte wären unter Berücksichtigung von Heizgradtagen für Deutschland mit dem Faktor 1,4 zu multiplizieren. Der Marktanteil von Brennwertgeräten liegt im Nichtwohngebäudebereich bei etwa 20%, so dass erzielte Wärmeeinsparungen in Schritt 2 mindestens mit dem Faktor 0,8 zu multiplizieren wären.

Nach Wuppertal Institut (2006) sind durch energieeffiziente Technik durchschnittlich folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber heutiger Standardtechnik prinzipiell möglich (Emissionsreduktionspotenziale):

- 63% durch Wärmerückgewinnung
- 9-49% durch effizientere Kessel oder Wärmepumpe

- 28-49% durch Wärmedämmung
- 63% durch effiziente Heizungsumwälzpumpen
- 55% durch effiziente Zirkulationspumpen
- 12% durch Optimierung von Regelung und Steuerung (hydraulischer Abgleich)
- 44% durch Substitution von Strom durch Gas bei der Warmwasserbereitung.

### 13.1.4 Lüftung / Klimatisierung

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Ventilatoren, Lüftungs- und Klimageräten festgelegt, die zukünftig als Referenzwerte für den Vergleich mit Energieeffizienzmaßnahmen dienen können. Bis dahin können auch die im Projekt EMEEES (Adnot et al. 2008a) erarbeiteten Standard-Einsparwerte oder die Grenzwerte der SIA 380/4 (2006) für den jährlichen Luftförderungsstromverbrauch in kWh/m<sup>2</sup> NGF als Referenzwerte für die Berechnungen nach Schritt 2 verwendet werden. Zu beachten ist grundsätzlich, dass Gebäude möglichst so neu gebaut oder modernisiert werden sollten, dass auf Klimaanlagen verzichtet werden kann.

Tabelle 19: Standard-Stromeinsparungen bei Lüftungs- und Klimaanlagen

Energieeffizienzmaßnahme	Typischerweise erreichbare Stromeinsparung [kWh/m <sup>2</sup> BGF/a]
Moving unknown cold generating equipment to Eurovent-class A	1,0 (11%)
Moving a chiller to Eurovent-class A	1,0 (11%)
Moving a large package or split to Eurovent-class A	1,2 (13%)
Moving small split equipment to Eurovent-class A	2,0 (22%)
Introducing free cooling in an air distribution system	14,2 (53%)

Quelle: Adnot et al. (2008a)

Tabelle 20: Schweizer Grenz- und Zielwerte nach SIA 380/4 – Stromverbrauch Luftförderung

Nutzungen / Zonen	Grenzwert [kWh/m <sup>2</sup> NGF/a]	Zielwert [kWh/m <sup>2</sup> NGF/a]
Wohnnutzung	1,0	0,6
Hotelzimmer	2,1	1,4
Foyer (Theater ....)	28,9	12,8
Einzelbüro (1-2 Arbeitsplätze)	2,5	1,6
Gruppenbüro (3-6 Arbeitsplätze)	2,5	1,6
Großraumbüro (>6 Arbeitsplätze)	5,7	3,5
Verkehrsflächen (Büro)	2,0	1,3
Sitzungszimmer	2,5	0,9
Schalterhalle	2,4	1,6
Verkauf Möbel	12,4	5,2
Verkauf Lebensmittel	20,7	8,6
Supermarkt (Food/Nonfood)	34,2	13,9
Fachmärkte/Warenhäuser	20,5	8,3
Restaurant	25,6	6,0
Bettenzimmer	5,3	3,5
Stationszimmer	41,1	16,1
Behandlungsraum	11,4	4,8
Produktion (grobe Arbeit)	34,5	15,3
Produktion (feine Arbeit)	34,5	15,3
Lagerhalle	1,9	1,3
Schwimmhalle	47,1	22,0

Quelle: SIA 380/4 (2006)

Nach Wuppertal Institut (2006) sind folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen gegenüber heutiger Standardtechnik bei einer typischen Lüftungsanlage möglich:

- Installation eines effizienteren Lüftungsgeräts mit Wärmerückgewinnung und elektronischer Drehzahlregelung mit Frequenzumrichter: 77-78%
- Austausch von 2 Ventilatoren und Einsatz elektronischer Drehzahlregelung mit Frequenzumrichter: 39%
- Nachrüstung von 2 Frequenzumrichtern und Antriebsoptimierung: 28%

- Optimierte Anlageneinstellung: 10%.

### 13.1.5 Drehzahlgeregelte Antriebe und energieeffiziente Motoren

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Motoren festgelegt, die zukünftig als Referenzwerte für den Vergleich mit Energieeffizienzmaßnahmen dienen können. Bis dahin können für eine Plausibilitätsprüfung folgende typische Richtwerte für die Ermittlung der Einsparungen durch Einsatz von elektronischen Drehzahlregelungen mit Frequenzumrichtern bei Antrieben bis 22 kW in Industrie und Gewerbe veranschlagt werden (Almeida/Fonseca/Fernandes 2007):

- Pumpen und Ventilatoren: 28%
- Druckluft, Kältekompessoren, Förderbänder, andere Motoren: 12%.

Mit Hilfe dieser Prozentsätze lässt sich die Energieeinsparung durch energetisch optimierte, drehzahlgeregelte Antriebe bis 22 kW gemäß Almeida/Fonseca/Fernandes (2007) wie folgt ermitteln:

Stromeinsparung pro Gerät und Jahr = Mittlere elektrische Leistung [kW] \* durchschnittlicher Lastfaktor [%] \* durchschnittliche Betriebszeit [h/a] \* Einsparprozentsatz [%],

mit:

Mittlere elektrische Leistung = Mechanische Leistung laut Typenschild / Standard-Wirkungsgrad.

Ggf. sind Korrekturen für Doppelzählungen des Einsatzes energieeffizienter Motoren und des Einsatzes von Frequenzumrichtern vorzunehmen. Die Stromeinsparungen durch den Einsatz energieeffizienter Motoren lassen sich mit folgender Formel ermitteln:

Stromeinsparung pro Gerät und Jahr = Mechanische Leistung laut Typenschild \* (1/Standard-Wirkungsgrad-1/Wirkungsgrad Effizienzmotor) \* durchschnittlicher Lastfaktor [%] \* durchschnittliche Betriebszeit [h/a].

Für Wirkungsgrade, Betriebszeiten und Lastfaktoren lassen sich die in den folgenden Tabellen dargestellten europäischen Referenzwerte ansetzen. Europäischer Referenzmotor für die Berechnungen nach Schritt 2 wäre ein IE 1 (Eff 2)-Motor mit entsprechend der Tabellen dargestellter Betriebszeit und Lastfaktor. Laut ZVEI (2008) hatte der EFF2-Motor im Jahre 2007 einen Marktanteil in Deutschland in Höhe von 85%, der sparsamere EFF1-Motor von 12%.

Tabelle 21: Wirkungsgrade von Motoren in Abhängigkeit von der Leistung

P <sub>N</sub> (kW)	Effizienz (Wirkungsgrad)			
	Standard (IE1)	Hoch effizient (IE2)	Besonders effizient (IE3)	Super-Premium-Effizienz (IE4)
0,75	72,1	81,1	84,0	
1,1	75,0	82,7	85,3	
1,5	77,2	83,9	86,3	
2,2	79,7	85,3	87,5	
3	81,5	86,3	88,4	
4	83,1	87,3	89,2	
5,5	84,7	88,2	90,0	
7,5	86,0	89,1	90,8	
11	87,6	90,1	91,7	
15	88,7	90,9	92,3	
18,5	89,3	91,4	92,7	
22	89,9	91,7	93,1	
30	90,7	92,4	93,6	
37	91,2	92,8	94,0	
45	91,7	93,1	94,3	
55	92,1	93,5	94,5	
75	92,7	94,0	95,0	
90	93	94,2	95,2	
110	93,3	94,5	95,4	
132	93,5	94,7	95,6	
160	93,8	94,9	95,8	
200 up to 370	94	95,1	96,0	In der Diskussion

Quelle: Ameida/Fonseca/Fernandes 2008

Tabelle 22: Standardwerte für Lastfaktoren und Betriebszeiten elektrischer Antriebe

Leistungs- bandbreiten [kW]	Anwendung	Industrie		Tertiärer Sektor	
		Stunden (h/a)	Lastfaktor	Stunden (h/a)	Lastfaktor
[0,75;4[	Pumpen	3861,03	0,55	3800	0,55
[4;10[		4501,94	0,58	3050	0,60
[10;22[		5040,47	0,59	3000	0,60
[0,75;4[	Ventilatoren	4910,47	0,53	2250	0,60
[4;10[		4137,76	0,56	2500	0,65
[10;22[		5210,64	0,59	2500	0,65
[0,75;4[	Druckluftanlagen	2177,99	0,63	1030	0,40
[4;10[		4057,72	0,60	1000	0,45
[10;22[		4625,99	0,68	980	0,45
[0,75;4[	Förderbänder	3060,75	0,42	621	0,61
[4;10[		2787,90	0,41	916	0,53
[10;22[		3908,61	0,51	725	0,49
[0,75;4[	Kältekompresoren	5051,90	0,60		
[4;10[		1890,63	0,65		
[10;22[		5066,59	0,70		
[0,75;4[	Gefriergeräte			4200	0,70
[4;10[				4170	0,70
[10;22[				4050	0,75
[0,75;4[	Sonstiges	3086,64	0,34	500	0,30
[4;10[		2859,49	0,39	530	0,30
[10;22[		2299,44	0,45	570	0,30

Quelle: Ameida/Fonseca/Fernandes 2007

Nach Wuppertal Institut (2006) sind durch den Einsatz effizienter Kältekompresoren oder effizientere Pumpen mit Drehzahlregelung CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber heutiger Standardtechnik in Höhe von 30% möglich, durch optimierte Anlageneinstellung etwa 10%.

### 13.1.6 Druckluft

Nach Wuppertal Institut (2006) sind durch die Verringerung von Leckagen Stromeinsparungen in Höhe von durchschnittlich 16% und durch den Einsatz effizienterer Kompressoren in Höhe von durchschnittlich 12% gegenüber heutiger Standardtechnik möglich.

### 13.1.7 Prozesswärme

Nach Wuppertal Institut (2006) sind durch Energieeffizienzmaßnahmen CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber heutiger Standardtechnik in Höhe von durchschnittlich 29% in der Industrie und 35% im Gewerbe möglich, bei Brennstoffwechsel von Strom zu Gas bis zu durchschnittlich 54% in der Industrie und 51% im Gewerbe (auch beim gewerblichen Kochen bis zu 51%).

### 13.1.8 Weiße Ware (privater Haushaltsbereich)

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Weiße Ware-Geräten festgelegt, die zukünftig möglicherweise als Referenzwerte für den Vergleich mit Energieeffizienzmaßnahmen dienen können. Allerdings wäre dann noch zu prüfen, ob diese Grenzwerte auch dem Trend in Deutschland entsprechen. Bis dahin können für eine Plausibilitätsprüfung folgende typische Richtwerte für die Ermittlung der Einsparungen veranschlagt werden (Larsonneur/Angioletti 2008):

- A++-Kühl- und Gefriergeräte: 61 kWh Stromeinsparung pro Jahr
- Besonders energieeffiziente Waschmaschinen (besser als A): 0,06 kWh pro Nutzung.

Nach Wuppertal Institut (2006) sind folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion gegenüber heutiger Standardtechnik prinzipiell möglich (Potenziale):

- 33% durch marktbeste Kühl- und Gefriergeräte
- 45-50% durch marktbeste Wäschetrockner
- 25% durch marktbeste Waschmaschinen
- 17% durch Warmwasseranschluss bei Spülmaschinen, 16% durch Warmwasseranschluss bei Waschmaschinen
- 45% durch Umstellung von Elektroherd auf Gasherd.

### 13.1.9 Informationstechnologie

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie werden derzeit gesetzliche Mindesteffizienzstandards für das Inverkehrbringen von Informationstechnologie sowie für deren Leerlaufverluste festgelegt, die zukünftig möglicherweise als Referenzwerte für den Vergleich mit Energieeffizienzmaßnahmen dienen können. Bis diese endgültig festgelegt sind, sollte das jeweilige Minimum der in der folgenden Tabelle dargestellten Werte für „Baseline 1“ und „Baseline 2“ als Referenzwert für die Berechnung der Einsparungen in Schritt 2 genommen werden. Die „BAT“-Werte der besten verfügbaren Technologien geben einen Hinweis auf die erreichbaren Energieeffizienzsteigerungen.

Tabelle 23: Europäische Referenzwerte für Computer und Monitore in Büros

Bürogerät	Betrieb	Standby-Modus	Ausgeschaltet (Off-Modus)	Standby inkl. Off-Modus
<b>Nutzungsdauer (h/a)</b>				
Desktop PC	2279	3196	3285	6481
Laptop PC	2613	2995	3153	6148
Monitor	2586	3798	2375	6173
<b>Leistungsaufnahme „Baseline 1“ = Marktdurchschnitt (Watt)</b>				
Desktop PC	78.2	2.2	2.7	2.5
Laptop PC	32	3	1.5	2.2
Monitor CRT	69.5	1.5	1.5	1.5
Monitor LCD	31.4	0.9	0.8	0.86
<b>Stromverbrauch pro Gerät „Baseline 1“ = Marktdurchschnitt (kWh/a)</b>				
Desktop PC	178.2	7.0	8.9	15.9
Laptop PC	83.6	9.0	4.7	13.7
Monitor CRT	179.7	5.7	3.6	9.3
Monitor LCD	81.2	3.4	1.9	5.3
<b>Leistungsaufnahme „Baseline 2“ = vorgeschlagener EuP-Standard (Lot 3) (Watt)</b>				
Desktop PC	Cat. A: ≤50 Cat. B: ≤65 Cat. C: ≤95 <sup>2)</sup>	4 (4.7 <sup>1)</sup> )	2 (2.7 <sup>1)</sup> )	3.0
Laptop PC	Cat. A: ≤14 Cat. B: ≤22 <sup>2)</sup>	1.7 (2.4 <sup>1)</sup> )	1 (1.7 <sup>1)</sup> )	1.3
Monitors	Abhängig von der Bildschirmgröße	≤2	≤1	≤1.6
<b>Stromverbrauch pro Gerät „Baseline 2“ = vorgeschlagener EuP-Standard (Lot 3) (kWh/a): zu kalkulieren mit (W * h/a)/1.000</b>				
<b>Leistungsaufnahme BAT (Watt)</b>				
Desktop PC	23	2.6	1.1	2.1

Bürogerät	Betrieb	Standby-Modus	Ausgeschaltet (Off-Modus)	Standby inkl. Off-Modus
Laptop PC	6.8	0.82	0.38	0.7
Monitor CRT	51.7	3.8	3.8	3.8
Monitor LCD	17.1	0.67	0.67	0.67
<b>Stromverbrauch pro Gerät BAT (kWh/year)</b>				
Desktop PC	52.4	8.3	3.6	13.6
Laptop PC	17.8	2.5	1.2	4.0
Monitor CRT	133.7	14.4	9.0	23.5
Monitor LCD	44.2	2.5	1.6	4.1

<sup>1)</sup> Höherer Wert wg. LAN (WOL)

<sup>2)</sup> Kategorien in Abhängigkeit von der Computer-Größe (vgl. EuP Lot 3, task 1.3)

Quelle: EuP Preparatory Studies, Lot 3, August 2007, nach Schlomann 2008

Das Projekt Green Building ([www.green-building.de](http://www.green-building.de)) (2006) gibt – zitiert nach ages (2007) – als Grenz- und Zielwerte für den jährlichen IuK-Stromverbrauch 19 bzw. 7 kWh/m<sup>2</sup> an. Sind größere EDV-Zentralen vorhanden so kann sich nach SIA 380/4 (2006) der Stromverbrauchskennwert um 20 kWh/m<sup>2</sup> NGF erhöhen. Diese Werte können ebenfalls als grobe Referenzwerte für die Berechnungen nach Schritt 2 verwendet werden.

Das Wuppertal Institut (2006) geht durchschnittlich von Einsparpotenzialen bei Informations- und Kommunikationstechnologie in Deutschland in Höhe von 20% in Büros und 27% im privaten Haushaltbereich aus.

### 13.1.10 Verkehrsmittel

Es existiert wenig Erfahrung darüber, inwieweit die technischen Einsparpotenziale von Verlagerungsmaßnahmen im Verkehrsbereich tatsächlich ausgeschöpft werden, wenn bestimmte Mobilitätsangebote existieren. Nachfolgende Tabelle soll Einsparpotenziale bestimmter Mobilitätsdienstleistungen darstellen.

Tabelle 24: Reduktionspotenziale je Mobilitätsdienstleistung

Mobilitätsdienstleistung	Potenzial pro Person und Jahr (pess.-opt.)
Info ÖPNV	5%-20%
E-Ticket	5%-18%
Fahrradmitnahme	5%-11%
Car-Sharing	1%-1%
Private Fahrgemeinschaft	-2%-4%

Quelle: Hunecke et al. 2008: 142

Neben derartigen Potenzialdaten und den im Kapitel zu den Emissionsfaktoren bereits dargestellten Daten aus dem Modell „Tremod“ ist zu berücksichtigen, dass das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) im Turnus von etwa 6 Jahren die Umfrage „Mobilität in Deutschland“ (MiD) durchführen lässt. Für nicht privat genutzte Pkw („Dienstwagen“) kann folgender Referenzwert angesetzt werden (Luhmann 2008):

- Der durchschnittliche spezifische Verbrauch kann zunächst auf einen Normverbrauch von 180 g CO<sub>2</sub>/km geschätzt werden, äquivalent einem tatsächlichen Verbrauch von 220 g CO<sub>2</sub>/km, entsprechend **9 l Kraftstoff/100 km**.

Zum Vergleich (Bundesregierung 2005):

- Die Verbräuche der neu beschafften Fahrzeuge des Bundes bewegten sich zwischen 1998 und 2004 relativ konstant zwischen 10,31 und 10,77 Liter/100 km.
- Die durchschnittlichen Treibstoffverbräuche der Fahrzeuge des BMU bewegten sich zwischen 1998 und 2004 zwischen 10,4 und 11,7 Liter/100 km, die des UBA zwischen 10,2 bis 12,0 Liter/100 km in den Jahren 1998 bis 2002 und 8,0 Liter/100 km in den Jahren 2003 und 2004.

## 13.2 Richtwerte für Gebäude

### 13.2.1 Modernisierungen im Gebäudebestand

Abbildung 32: Typische Endenergiebedarfe nach Gebäudeklasse zur Erreichung von Gebäudestandards (WSVO; EnEV 2007 und 2009) für EFH (incl. 10% non-compliance)

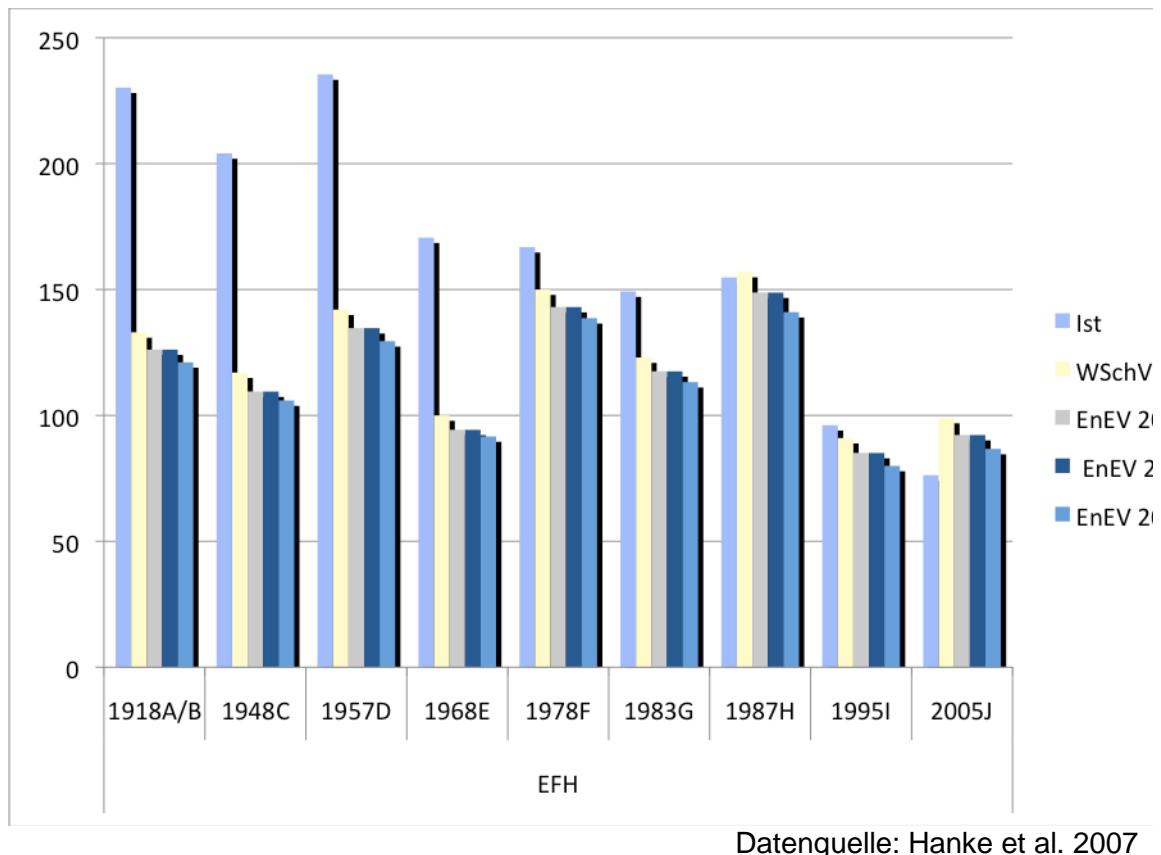
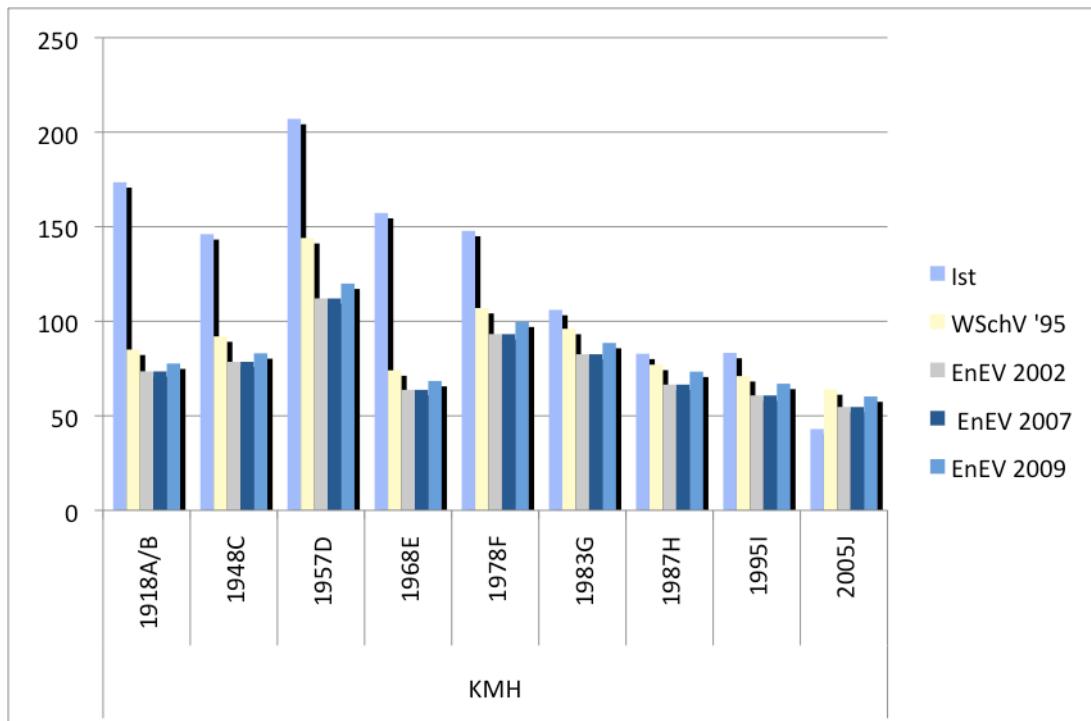
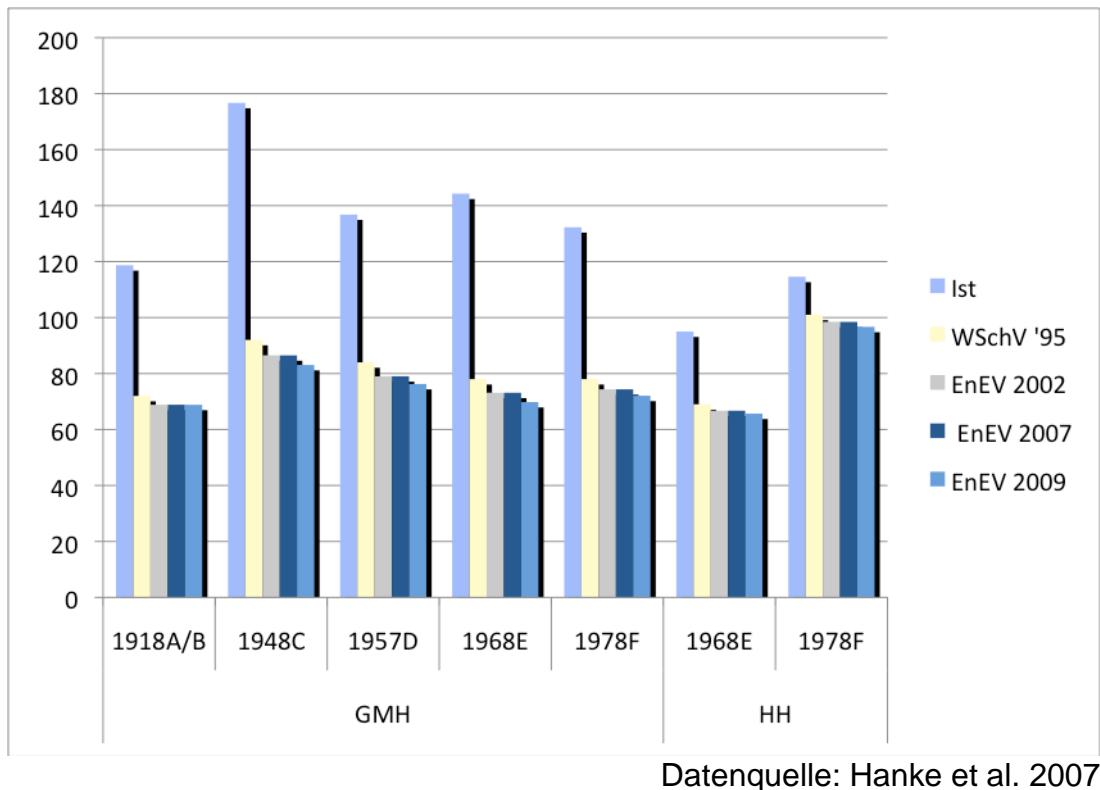


Abbildung 33: Typische Endenergiebedarfe nach Gebäudeklasse zur Erreichung von Gebäudestandards (WSVO; EnEV 2007 und 2009) für KMH (incl. 10% non-compliance)



Datenquelle: Hanke et al. 2007

Abbildung 34: Typische Endenergiebedarfe nach Gebäudeklasse zur Erreichung von Gebäudestandards (WSVO; EnEV 2007 und 2009) für GMH (incl. 10% non-compliance)



Datenquelle: Hanke et al. 2007

### 13.2.2 Alternative Orientierungswerte Wohngebäudebestand

Zum Vergleich werden im folgenden ausgewählte ages-Kennwerte dargestellt (ages 2007 für empirisch ermittelte Verbräuche in 2005).

Tabelle 25: Ausgewählte Heizenergieverbrauchskennwerte nach Gebäudearten (in kWh/m<sup>2</sup>BGF/a)

Gebäudegruppe	Arithm. Mittel	Modus gleitend	Unteres Quartilsmitte
<b>Wohngebäude</b>	<b>167</b>	<b>164</b>	<b>82</b>
Gebäudegruppe	Anzahl betrachteter Gebäude	Modus Heizung + Warmwasser	Mittlere Fläche [m <sup>2</sup> Wohnfläche]
<b>Wohngebäude – alle</b>	<b>121.391</b>	<b>150</b>	<b>727</b>
<b>Wohngebäude – Erdgas</b>	<b>63.969</b>	<b>148</b>	<b>848</b>
<b>Wohngebäude – Fernwärme</b>	<b>942</b>	<b>123</b>	<b>2.432</b>
<b>Wohngebäude – Heizöl</b>	<b>55.571</b>	<b>324</b>	<b>554</b>
<b>Wohngebäude - Propan</b>	<b>909</b>	<b>162</b>	<b>373</b>

Quelle: ages 2007

Tabelle 26: Ausgewählte Stromverbrauchskennwerte nach Gebäudearten (in kWh/m<sup>2</sup>BGF/a)

Gebäudegruppe	Arithm. Mittel	Modus gleitend	Unteres Quartilsmitte
<b>Wohngebäude</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Quelle: ages 2007

### 13.2.3 Nichtwohngebäude

Für Nichtwohngebäude existieren verschiedene Energiekennwert-Übersichten, insbesondere von ages (2007) und in der VDI 3807. Alternativ zu den in den folgenden Tabellen dargestellten ages-Werten können die in der VDI 3807 angegebenen Richtwerte als Referenzwerte für Berechnungen nach Schritt 2 verwendet werden. Hinsichtlich der in den folgenden Tabellen dargestellten ages-Kennwerte ist darauf zu verweisen, dass als mittlerer Vergleichswert der Modalwert in der Regel besser geeignet ist als das arithmetische Mittel, weil er die Häufigkeitsverteilung der Werte mitberücksichtigt und damit nicht für „Ausreißer“-Werte anfällig ist. Als Referenzwert kann der das jeweilige untere Quartalsmittel verwendet werden. Auf eine Fortschreibung dieser Werte wird hier aus Vereinfachungsgründen verzichtet.

Tabelle 27: Ausgewählte Heizenergieverbrauchskenwerte nach Gebäudearten (in kWh/m<sup>2</sup>BGF/a)

Gebäudegruppe	Arithm. Mittel	Modus gleitend	Unteres Quartilsmittel
<b>Schulen, Weiterbildungseinrichtungen</b>			
Schulen allgemein	117	102	65
Schulen mit Schwimmhalle	133	149	86
Schulen mit Turnhalle	101	98	62
Schulen mit Turn- und Schwimmhalle	152	119	113
Gesamtschulen	116	95	68
Gesamtschulen mit Turnhalle	103	103	68
Grundschulen	110	111	66
Grundschulen mit Turnhalle	119	101	68
Hauptschulen	108	85	61
Hauptschulen mit Turnhalle	128	141	72
Realschule	97	100	62
Realschulen mit Turnhalle	119	115	78
Gymnasien	101	92	64
Gymnasien mit Turnhalle	103	109	63
Grund-/Hauptschulen	141	147	82
Grund-/Hauptschulen mit Turnhalle	124	133	63
Grundschulen/HS/RS (auch Regelschulen)	144	167	91
Grundschulen/HS/RS (auch Regelschulen) mit Turnhalle	124	124	90
Schulen - Förderschulen	101	82	60
Schulen - Mittelschulen	114	100	84
Schulen - Oberschulen	147	148	84
Schulen - Oberstufenzentren	92	115	48
Schulen - Oberstufenzentren mit Turnhalle	107	83	76
Schulen - Schulzentren	109	125	35
Berufsschulen	104	87	60
Berufsschulen mit Turnhalle	99	91	68
<b>Verwaltungsgebäude</b>			
Parlamentsgebäude	98	95	86
Gerichtsgebäude	91	94	65
Amtsgerichte	78	74	56
Verwaltungsgebäude	103	95	59
Verwaltungsgeb. norm. techn. Ausstattung	90	83	50
Finanzämter	72	73	45
Verwaltungsgeb. höh. techn. Ausstattung	87	79	52
Gesundheitsämter	127	113	106
Polizeidienstgebäude	96	87	63
Polizeipräsidien/-direktionen	102	145	52
Polizeiinspektionen/-kommissariate/-reviere	83	90	43
<b>Gebäude für Produktion, Verteilung, Wartung und Lagerung</b>			
Gewächshäuser	212	272	158
Verkaufsstätten	108	153	87
Werkstätten	138	82	54
Fahrzeughallen/Garagen	103	74	66
Betriebsgebäude/-höfe	147	95	60
Feuerwehren	143	127	63

Gebäudegruppe	Arithm. Mittel	Modus gleitend	Unteres Quartilsmittel
<b>Schulen, Weiterbildungseinrichtungen</b>			
Feuerwehren, Freiwillige	153	142	75
Feuerwachen	152	130	87
Feuerwehrgerätehäuser	130	136	65

Quelle: ages 2007

Tabelle 28: Ausgewählte Stromverbrauchskenwerte nach Gebäudearten (in kWh/m<sup>2</sup>BGF/a)

Gebäudegruppe	Arithm. Mittel	Modus gleitend	Unteres Quartilsmit- tel
<b>Schulen, Weiterbildungseinrichtungen</b>			
Schulen allgemein	12	8	5
Schulen mit Schwimmhalle	12	16	4
Schulen mit Turnhalle	16	15	9
Schulen mit Turn- und Schwimmhalle	25	25	17
Gesamtschulen	16	10	8
Gesamtschulen mit Turnhalle	22	15	9
Grundschulen	10	9	5
Grundschulen mit Turnhalle	10	8	6
Hauptschulen	12	9	6
Hauptschulen mit Turnhalle	11	10	6
Realschule	12	9	7
Realschulen mit Turnhalle	13	10	8
Gymnasien	13	10	8
Gymnasien mit Turnhalle	14	10	8
Grund-/Hauptschulen	13	11	7
Grund-/Hauptschulen mit Turnhalle	11	11	6
Grundschulen/HS/RS (auch Regelschulen)	11	11	7
Grundschulen/HS/RS (auch Regelschulen) mit Turnhalle	10	8	7
Schulen - Förderschulen	10	11	5
Schulen - Mittelschulen	k.A.		
Schulen - Oberschulen	14	9	7
Schulen - Oberstufenzentren	13	9	6
Schulen - Oberstufenzentren mit Turnhalle	12	12	3
Schulen - Schulzentren	16	15	8
Berufsschulen	19	16	10
Berufsschulen mit Turnhalle	18	14	9
<b>Verwaltungsgebäude</b>			
Parlamentsgebäude	62	40	15
Gerichtsgebäude	23	15	10
Amtsgerichte	18	12	7
Verwaltungsgebäude	28	18	10
Verwaltungsgeb. norm. techn. Ausstattung	32	17	8
Finanzämter	24	23	12
Verwaltungsgeb. höh. techn. Ausstattung	35	17	11
Gesundheitsämter	22	17	7
Polizeidienstgebäude	40	35	22
Polizeipräsidien/-direktionen	40	43	28
Polizeiinspektionen/-kommissariate/- reviere	38	32	21
<b>Gebäude für Produktion, Verteilung, Wartung und Lagerung</b>			
Gewächshäuser	22	8	3

Gebäudegruppe	Arithm. Mittel	Modus gleitend	Unteres Quartilsmit- tel
<b>Schulen, Weiterbildungseinrichtungen</b>			
Verkaufsstätten	k.A.	k.A.	k.A.
Werkstätten	20	15	4
Fahrzeughallen/Garagen	15	9	5
Betriebsgebäude/-höfe	21	6	6
Feuerwehren	17	10	6
Feuerwehren, Freiwillige	14	10	6
Feuerwachen	35	17	12
Feuerwehrgerätehäuser	15	9	6

Quelle: ages 2007

### 13.3 Richtwerte für die Höhe von Mitnahmeeffekten

Mitnahmeeffekte treten i. d. R. bei allen Klimaschutzprogrammen und –maßnahmen auf (vgl. IEA 2005). Durch die Programm- bzw. Maßnahmengestaltung (z. B. die Kriterien und Prozesse der Vergabe von Fördermitteln) können diese so genannten „Free Rider“-Effekte jedoch minimiert werden. Allgemeine Standardwerte für Mitnahmeeffekte können kaum bestimmt werden; sie müssen i. d. R. maßnahmenspezifisch empirisch ermittelt werden. Für den Beleuchtungsbereich können vereinfacht die in der folgenden Tabelle dargestellten Mitnahmeeffekte angesetzt werden. Für Brennwertkessel geben Adnot et al. (2008) je nach EU-Land schwankende Mitnahmeeffekte in der Spanne zwischen 20% und 100% an.

Tabelle 29: Ansetzbare Maßnahmen- und sektorspezifische Mitnahmeeffekte - Beleuchtung

Sektor	Anwendungsbereich	Ermittelter Mitnahmeeffekt	Quelle	Mittelwert
Verschiedene	Beleuchtung <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kompakteuchtstofflampen</li> <li>▪ Elektronische Vorschaltgeräte</li> <li>▪ T8-Leuchten</li> <li>▪ T5-Leuchten</li> <li>▪ Bewegungssensoren</li> </ul>	50% 60% in 2008; +5% in Folgejahren 50% 30% 5%	Pindar/Labanca/Daniele 2007	5% für Lichtregelung, 50% für restliche Stromeinsparung

## 13.4 Richtwerte für die Höhe von Reboundeffekten

Direkte Reboundeffekte betragen in der Regel nicht mehr als 20-30%, oft sogar deutlich weniger (IEA 2005). Sofern keine der folgenden Mittelwerte als Referenzwerte für die jeweilige Maßnahme passend erscheinen, eine empirische Erhebung der Reboundeffekte nicht durchgeführt wird und der jeweilige Reboundeffekt auch nicht durch Plausibilitätsüberlegungen auf Basis der hier dargestellten empirischen Erkenntnisse internationaler Studien ableitbar ist, sollten für den direkten Reboundeffekt von Energieeinsparmaßnahmen als vereinfachende Grobabschätzung etwa **10% im privaten Haushaltsbereich und 5% im öffentlichen Bereich sowie in der Wirtschaft** angesetzt werden.

Tabelle 30: Maßnahmen- und sektorspezifische Reboundeffekte

Sektor	Anwendungsbereich	Direkter Reboundeffekt	Mittelwert
Private Haushalte	Raumwärme	10 – 30%	20%
Private Haushalte	Klimatisierung	0 – 50%	25%
Private Haushalte	Warmwasserbereitung	<10 – 40%	25%
Private Haushalte	Beleuchtung	5 – 12%	8,5%
Private Haushalte	Haushaltsgeräte	0%	0%
Private Haushalte	Pkw	10 – 30%	20%
Wirtschaft	Beleuchtung	0 – 2%	1%
Wirtschaft	Prozesstechnologie	0 – 20%	10%

Quelle: IEA 2005

## 14. Analyse von Top-down Fallstudien

Im Rahmen von Top-down Methoden zur Messung von Energieeinsparungen im Sinne der ESD werden Benchmarks für die folgenden 14 Effizienzmaßnahmen (EEI Measures) bzw. Technologien aus allen Endverbrauchssektoren evaluiert (siehe Tabelle 31).

Tabelle 31: Ausgewählte Technologien und Effizienzmaßnahmen für Top-down Methoden

Technologie, auf die eine Maßnahme zielt:	Indikator	Sektor
Gebäudehülle und Heizsysteme	spezifischer Energieverbrauch	Haushalte
Stromnutzung im Haushaltsbereich (elektrische Geräte, Beleuchtung)	spezifischer Energieverbrauch	Haushalte
Weiße Ware (Kühlschränke)	spezifischer Energieverbrauch	Haushalte
Solarthermie	Marktdiffusionsindikatoren	Haushalte
Industrielle Wärmenutzung	spezifischer Energieverbrauch	Industrie
Industrieller Stromverbrauch	spezifischer Energieverbrauch	Industrie
Industrielle KWK	Marktdiffusionsindikatoren	Industrie
Gebäudehülle und Heizsysteme	spezifischer Energieverbrauch	GHD
Endverbrauch Strom	spezifischer Energieverbrauch	GHD
Neuwagen	spezifischer Energieverbrauch	Verkehr
Weiterentwicklung des Fahrzeugbestandes (Autos, Busse, LKW)	spezifischer Energieverbrauch	Verkehr
Modal Shift im Passagierverkehr	Marktdiffusionsindikatoren	Verkehr
Modal Shift im Güterverkehr	Marktdiffusionsindikatoren	Verkehr
Energiesteuer	spezifischer Energieverbrauch	Allgemein

Alle Methodenstudien werden für dieses Gutachten mit spezifischen nationalen Referenzwerten und Benchmarks für Deutschland durchgeführt, wobei das folgende standardisierte Vorgehen zu Grunde gelegt wird:

1. Identifizierung der relevanten Indikatoren aus der ODYSSEE Datenbank ([www.odyssee-indicators.org](http://www.odyssee-indicators.org)) für die Messung der „scheinbaren gesamten Endenergieeinsparung“ eines Sektors oder eines Anwendungszwecks.
2. Prüfung möglicher Variablen für die Korrektur der „scheinbaren gesamten Energieeinsparung“ im Sinne der Anforderungen der ESD.
3. Prüfung der verfügbaren Datenquellen.
4. Auswahl der geeigneten Variablen für die Modellierung der Energieeinsparung, basierend auf Expertenschätzungen und unter Berücksichtigung möglicher Datenlücken.
5. Trendanalyse der Indikatoren.
6. Identifizierung bestehender energiepolitischer Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz mit Hilfe der MURE-Datenbank ([www.mure2.com](http://www.mure2.com)).
7. Ökonometrische Analyse für jede Methode:
  - Regressionsanalyse
  - Auswahl der erklärenden Variablen aus statistischer und ökonomischer Sicht.
  - Ökonometrische Analyse für jede Methode:
8. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen dem Referenztrend aus der ??? Analyse und dem tatsächlichen Wert des Indikators.
9. Schlussfolgerungen

Die Methodenstudien wurden auf Grundlage der aktuellsten aus der ODYSSEE- und MURE-Datenbank vorliegenden Daten und Informationen durchgeführt. Dies ist für ODYSSEE der Zeitraum 1990/91 bis 2006 und für MURE der Stand April 2008.

Dies bedeutet, das gegenüber dem EMEEES-Projekt, das auch einzelne Fallstudien für Deutschland enthält, zwei weitere Jahre – 2005 und 2006 – in die Analyse einbezogen und somit möglicherweise Preiseffekte stärker berücksichtigt werden konnten.

Für die hypothetische Berechnung der Energieeinsparungen im Jahr 2016 wird überwiegend auf vorliegende Rahmendaten aus aktuellen Prognosen für Deutschland zurückgegriffen, die auch in anderen Untersuchungen für das Umweltbundesamt verwendet wurden:

- Die Entwicklung der Zahl der Haushalte basiert auf der aktuellen Bevölkerungsvorausschätzung des Statistischen Bundesamtes (Variante V1 – W1 Trend).
- Die übrigen Rahmendaten für den Haushalts-, Industrie- und GHD-Sektor basieren überwiegend auf den Rahmendaten von Politikszenarien IV, die wiederum als Referenzentwicklung die letzte vorliegende Referenzprognose für Deutschland von Prognos/ewi (Hochpreisvariante, 2006) zu Grunde gelegt haben.
- Für den Verkehrssektor wird überwiegend auf Rahmendaten aus dem ASTRA-Modell des Fraunhofer ISI zurückgegriffen.
- In Einzelfällen wird auf Daten aus der Enerdata-Datenbank zurückgegriffen.

Die Berechnung der Top-down Fallstudien für Deutschland erfolgte – wie im EMEES-Projekt – durch Enerdata, Grenoble, hier in enger Kooperation mit dem Fraunhofer ISI.

## 14.1 Ergebnisse der für Deutschland entwickelten Top-down Fallstudien

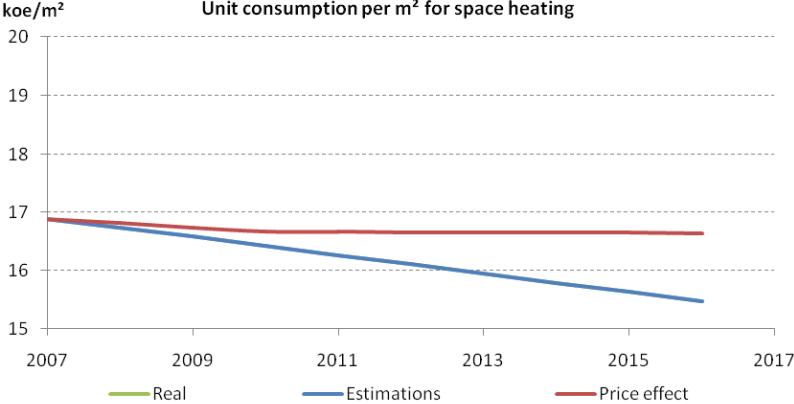
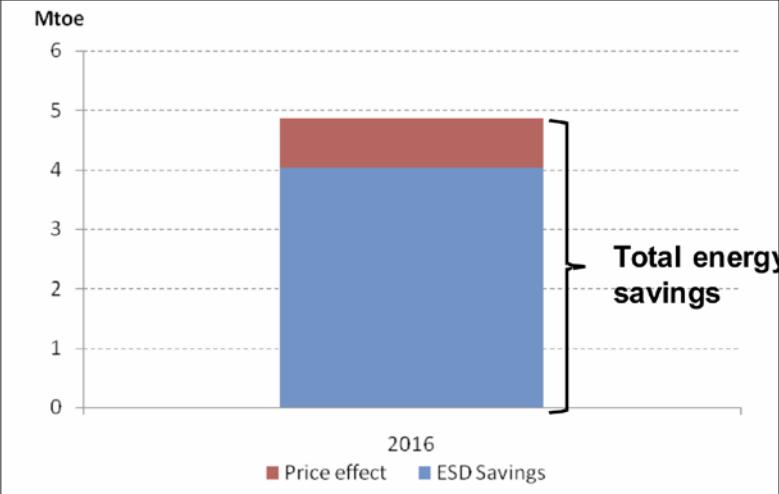
Im Folgenden werden die Ergebnisse der für Deutschland durchgeführten Fallstudien im Einzelnen dargestellt. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mit einer Ausnahme (Modal Shift Güterverkehr) **kein** signifikanter Einfluss des Energiepreises festgestellt werden konnte. Dies dürfte in erster Linie auf die in der Berechnungsperiode geringen Preisanstiege zurückzuführen sein. Aus diesem Grund wurde bei der Berechnung der ESD-Einsparungen i.d.R. eine Preiselastizität von -0,1 als default value vorgegeben.

Demgegenüber konnte in den meisten Fallstudien ein signifikanter autonomer Trend berechnet werden. Das wesentliche Problem ist hier die Bestimmung der adäquaten Bezugsperiode für die Trendbestimmung. Diese ist für jede einzelne Maßnahme zu prüfen. In vielen Fällen war dies gerade für Deutschland schwierig, da es seit 1990 keine längeren Perioden ohne Effizienz-Maßnahmen gab, insbesondere im Haushaltssektor. Für Länder, die in diesem Zeitraum nur wenige Effizienzmaßnahmen durchgeführt hatten (wie beispielsweise Italien), war die Festlegung der Bezugsperiode in den im EMEES-Projekt durchgeführten Fallstudien für solche Länder erheblich einfacher.

Ein weiteres methodisches Problem ist der Umgang mit dem Fall eines ansteigenden Trends, der in Deutschland vor allem im Verkehrssektor zu beobachten war. Bei einem ansteigenden Trend wurde die gesamte Energieeinsparung generell als Umkehrung des historischen Trends berechnet. Dieses methodische Problem trat bei den im Rahmen des EMEEES-Projekts durchgeföhrten Top-down Fallstudien noch stärker auf als bei den Berechnungen für Deutschland, da viele Länder auch in anderen Sektoren einen ansteigenden Trend zu verzeichnen hatten, insbesondere beim Stromverbrauch.

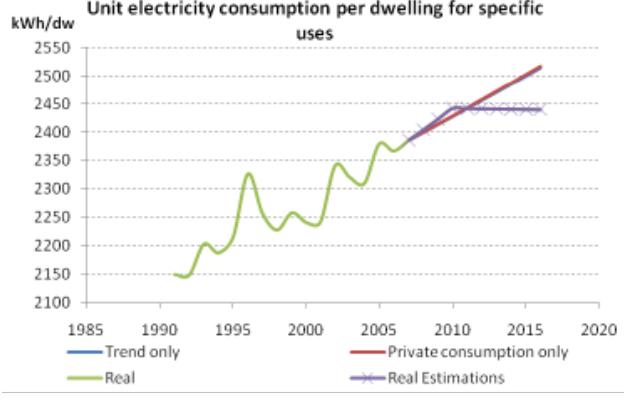
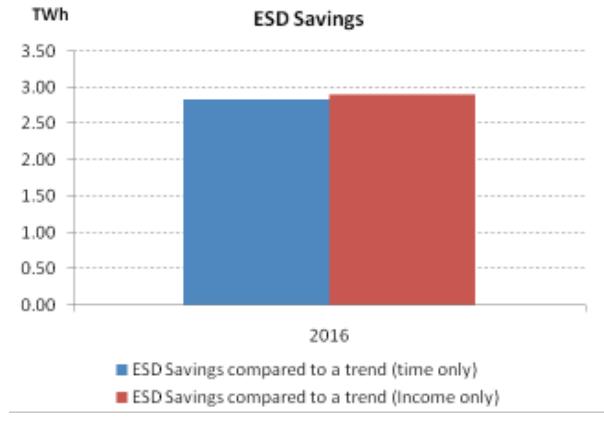
### 14.1.1 Sektor: Haushalte

14.1.1.1 Technologie: Gebäudehülle und Heizsysteme	
Odyssee-Indikator	Spezifischer Energieverbrauch pro m <sup>2</sup> für Raumwärme (temperaturbereinigt)
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des autonomen Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit. Hier: 1991-2006, da keine Periode ohne nationale Maßnahmen verfügbar.</li> <li>Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der Fortschreibung und dem tatsächlichen Wert des Indikators.</li> </ul>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p>Line chart showing the development of the Odyssee indicator from 1991 to 2006. The y-axis represents energy consumption in koe/m<sup>2</sup>, ranging from 0 to 20. The x-axis shows years from 1990 to 2006. The data shows a general upward trend. Four red arrows point to specific years: 1995 (Thermal insulation ordinance), 1998 (Ecological tax reform), 2000 (kW CO<sub>2</sub> Building rehabilitation programme), and 2002 (Energy savings ordinance).</p>
Ökonometrische Analyse	$\ln (UC) = A \times \ln (P) + B \times t + C \times \ln (PC) + K$ <p>mit : A, Preiselastizität (A &lt; 0)  B, Trend (B &lt; 0)  C, Einkommenselastizität( C &gt; 0)</p> <p><u>Ergebnis der Regressionsanalyse:</u>  Alle Variablen statistisch nicht signifikant. Deshalb exogene Vorgabe einer Preiselastizität von -0.1.</p>

<p>Hypothetisch Fortschreibung der Entwicklung für die ESD-Periode 2008 – 2016</p>	 <p>Unit consumption per <math>m^2</math> for space heating</p> <p>2007 2009 2011 2013 2015 2017</p> <p>Real      Estimations      Price effect</p>
<p>Hypothetisches Beispiel der Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen für die Abschätzung der Energieeinsparung in 2016:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brennstoffpreis: +1,6%/a</li> <li>- Spezif. Energiebedarf für Raumwärme: -1%/a</li> <li>- Anstieg Wohnungsbestand: +0,3 %/a</li> <li>- Anstieg Wohnfläche: +0,6 %/a</li> </ul>  <p>Mtoe</p> <p>2016</p> <p>■ Price effect   ■ ESD Savings</p> <p>Total energy savings</p>
	<p><u>Ergebnis:</u> Gesamte Energieeinsparung von 5 Mtoe (209 PJ), davon 4 Mtoe (167 PJ) ESD-Einsparungen und knapp 1 Mtoe durch den Preiseffekt. Ohne Berücksichtigung des Preiseffektes durch exogen vorgegebene Preiselastizität wäre in diesem Fall die gesamte Energieeinsparung der ESD zuzurechnen.</p>
<p>Probleme/ Schlussfolgerungen</p>	<p>Festlegung der Modellierungsperiode für die Vergangenheit schwierig, da keine Periode <b>ohne</b> wirksame Maßnahmen verfügbar ist.</p> <p>Alle in die Regressionsanalyse einbezogenen Variablen (Trend, Einkommen, Preis) waren statistisch nicht signifikant.</p>
<p>Datenquellen</p>	<p><b>Spezifischer Energieverbrauch für Raumwärme:</b> Odyssee-Datenbank</p> <p><b>Energiepreise, Einkommen:</b> Enerdata database</p> <p><b>Maßnahmen zur Energieeinsparung:</b> MURE-Datenbank</p> <p><b>Prognosedaten:</b> überwiegend Prognos/EWI 2006</p>

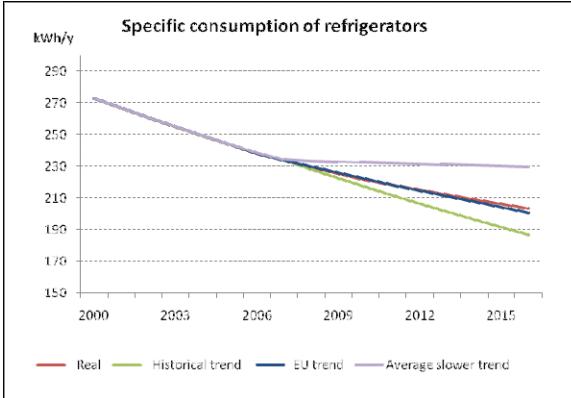
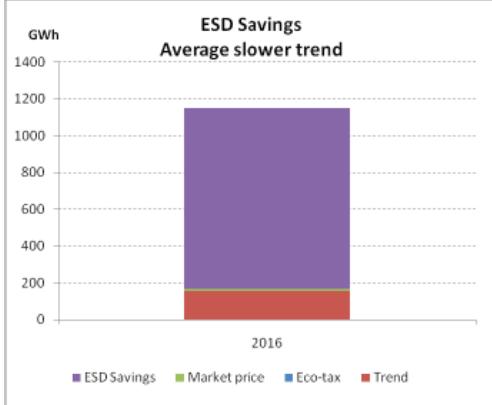
### 14.1.1.2 Technologie: Stromnutzung im Haushaltsbereich (elektrische Geräte, Beleuchtung)

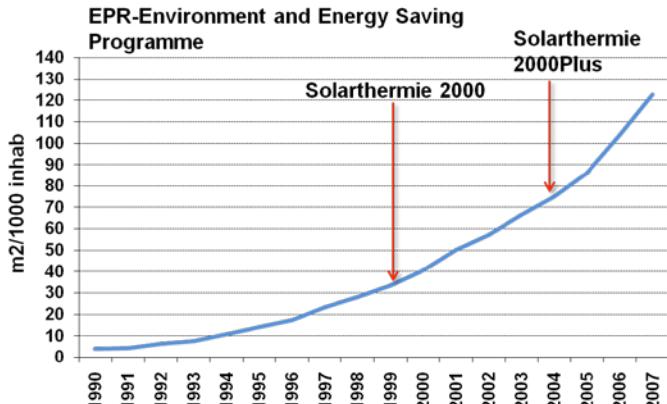
Odyssee-Indikator	Spezifischer Energieverbrauch pro Wohnung für Beleuchtung und elektrische Geräte
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Trends, des Einkommenseffektes und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit. Hier: 1991–2006, da keine Periode ohne nationale Maßnahmen verfügbar.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der .</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991–2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p>Unitcons. per dwelling for lighting and electrical appliances</p> <p>kWh/dw</p> <p>Ecological tax</p> <p>Energy consumption labelling ordinance</p> <p>1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006</p>
Ökonometrische Analyse	$\ln(UC) = A \times \ln(P) + B \times t + C \times \ln(I) + K$ <p>A, Preiselastizität (<math>A &lt; 0</math>)      B, Trend (<math>B &gt; 0</math>)      C, Einkommenselastizität (<math>C &gt; 0</math>)      I, Einkommen      UC, Verbrauch pro Wohnung</p> <p><u>Ergebnis der Regressionsanalyse:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preis- und Einkommenselastizität statistisch nicht signifikant.</li> <li>2. Ansteigender Trend. Trend kann durch die Variable Zeit oder Einkommen abgebildet werden. Überlagerungen dieser Effekte.</li> </ol>

<p>Hypotetische Fortschreibung der Entwicklung für die ESD-Periode 2008 – 2016</p>	<p><u>Annahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein Einfluss nationaler Maßnahmen berücksichtigt.</li> <li>- Bei Berücksichtigung nationaler Prognosedaten kommt es zu einem Abbruch des ansteigenden Trends.</li> </ul> 
<p>Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen für die Fortschreibung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anstieg des Stromverbrauchs: 0,2%/a</li> <li>- Anstieg des privaten Verbrauchs: 1,0%/a</li> <li>- Anstieg des Wohnungsbestandes: 0,3%/a</li> <li>- Strompreise für die Haushalte: +0,2%/a</li> </ul>  <p>Hier: Berechnung der ESD-Einsparungen durch Veränderung des ansteigenden Trends. Der Trend kann entweder durch die Zeit oder das Einkommen abgebildet werden, in beiden Fällen liegen die Einsparungen in ähnlicher Größenordnung (rund 2,8 – 2,9 TWh). Keine Berücksichtigung eines Preiseffektes.</p>
<p>Probleme/ Schlussfolgerungen</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Einsparungen schwierig zu kalkulieren, da Überlagerung des Einflusses einer höheren Geräteteffizienz und mehr bzw. neue Stromanwendungen oder strukturelle Effekte wie größere Bildschirme.</u></li> <li>2. <u>Preiseinfluss nicht signifikant.</u></li> <li>3. <u>Der Trend kann hier sowohl durch die Zeit als auch durch das Einkommen abgebildet werden.</u></li> </ol>

### 14.1.1.3 Technologie: Stromnutzung im Haushaltsbereich – Weiße Ware (Kühlschränke)

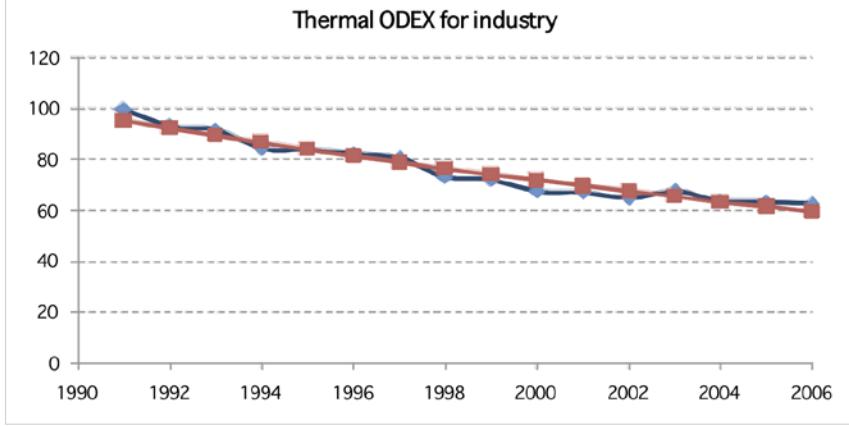
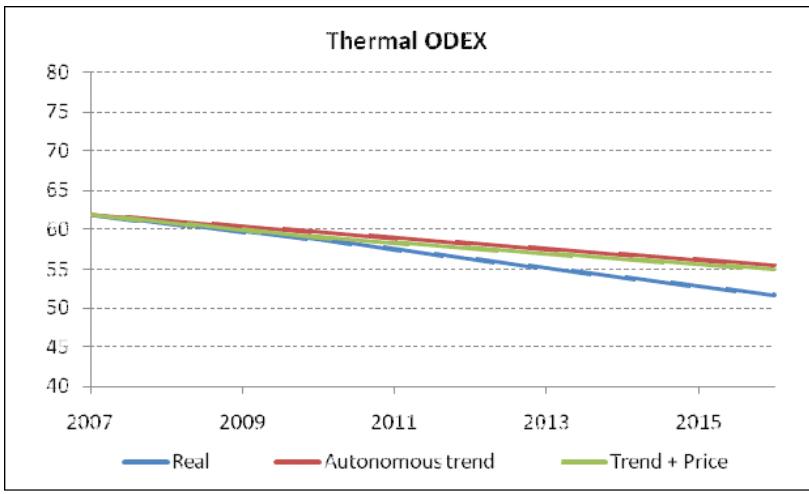
Odyssee-Indikator	Spezifischer Energieverbrauch für Kühlschränke (KWh/a)																																		
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung der gesamten Energieeinsparung im Jahr t als Differenz zwischen dem spezifischen Energieverbrauch pro Kühlschrank zwischen dem Jahr t und dem Jahr t-1, multipliziert mit der Gesamtzahl der Kühlschränke im Jahr t.</li> <li>2. Berechnung der ESD-Einsparungen durch Abzug des Einflusses des autonomen Trends und ggf. des Preiseffektes.</li> </ol>																																		
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p style="text-align: center;"><b>Refrigerators specific consumption</b></p> <p>Specific consumption of refrigerators (kWh/y) from 1991 to 2006. The consumption has decreased from approximately 350 kWh/y in 1991 to about 240 kWh/y in 2006. Two policy interventions are shown: 'Energy consumption labelling ordinance' in 1997 and 'Ordinance on maximum energy consumption' in 1998, both of which led to a significant reduction in consumption.</p> <table border="1"> <caption>Estimated data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Specific Consumption (kWh/y)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1991</td><td>350</td></tr> <tr><td>1992</td><td>315</td></tr> <tr><td>1993</td><td>310</td></tr> <tr><td>1994</td><td>305</td></tr> <tr><td>1995</td><td>300</td></tr> <tr><td>1996</td><td>295</td></tr> <tr><td>1997</td><td>290</td></tr> <tr><td>1998</td><td>290</td></tr> <tr><td>1999</td><td>285</td></tr> <tr><td>2000</td><td>280</td></tr> <tr><td>2001</td><td>275</td></tr> <tr><td>2002</td><td>270</td></tr> <tr><td>2003</td><td>265</td></tr> <tr><td>2004</td><td>260</td></tr> <tr><td>2005</td><td>255</td></tr> <tr><td>2006</td><td>245</td></tr> </tbody> </table>	Year	Specific Consumption (kWh/y)	1991	350	1992	315	1993	310	1994	305	1995	300	1996	295	1997	290	1998	290	1999	285	2000	280	2001	275	2002	270	2003	265	2004	260	2005	255	2006	245
Year	Specific Consumption (kWh/y)																																		
1991	350																																		
1992	315																																		
1993	310																																		
1994	305																																		
1995	300																																		
1996	295																																		
1997	290																																		
1998	290																																		
1999	285																																		
2000	280																																		
2001	275																																		
2002	270																																		
2003	265																																		
2004	260																																		
2005	255																																		
2006	245																																		
Ökonometrische Analyse + beispielhafte Fortschreibung	$\ln(SC) = T \times (t) + A \times \ln(P) + K$ <p>SC : Spezifischer Energieverbrauch für Kühlschränke</p> <p>T: Trend</p> <p>A: Preiselastizität (&lt;0)</p> <p>P: Strompreis für Haushalte</p> <p>Ergebnisse der Regressionsanalyse:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strompreis statistisch nicht signifikant.</li> <li>2. Starker abnehmender Trend: für Deutschland für den Zeitraum 1995-2006 -2,5 %/a</li> <li>3. Trend EU für diesen Zeitraum: -1,7 %/a; Trend der 4 EU-Länder mit dem schwächsten autonomen Trend: -0,2%/a</li> </ol>																																		

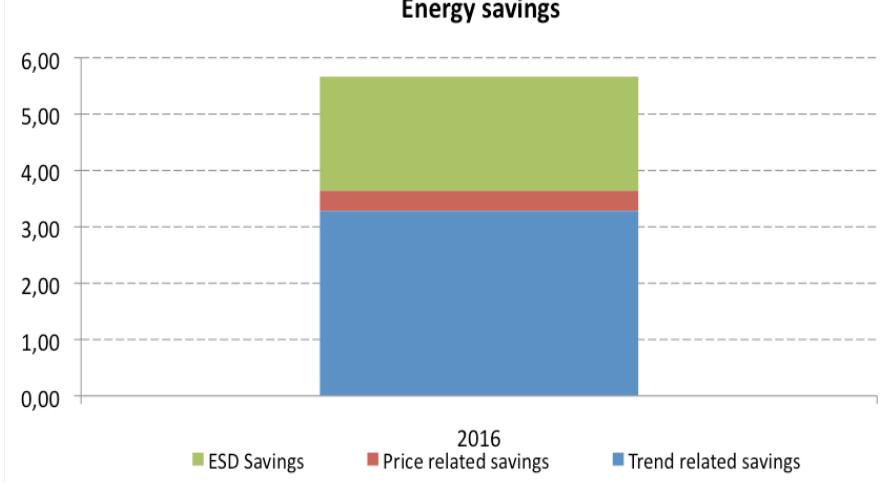
	
Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016	<p><u>Annahmen:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rückgang des spezifischen Energieverbrauchs um 1.5%/a.</li> <li>2. Sättigung der Ausstattungsrate bei 100 %.</li> <li>3. Anstieg des Strompreises um 0,3% pro Jahr und keine Veränderung der Öko-Steuer.</li> </ol> <p>Höhe der ESD-Einsparung abhängig vom zu Grunde gelegten Trend: bei starkem nationalem und EU-Trend keine ESD-Einsparungen für Kühlschränke bis 2016. Nur bei Zugrundelegen des niedrigen durchschnittlichen Trends der 4 Länder ESD Einsparung von rund 1 TWh und trendbedingte Einsparung von knapp 200 GWh.</p> 
Probleme/ Schlussfolgerungen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Starker Einfluß des autonomen Trends auf ESD-Einsparung.</u></li> <li>2. <u>Preiseffekt vernachlässigbar.</u></li> </ol>

14.1.1.4 Technologie: Solarthermie	
Odyssee-Indikator	Marktdiffusionsindikatoren: Installierte Kollektorfläche pro 1000 Einwohner ( $m^2$ /Einwohner)
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung der gesamten Energieeinsparung im Jahr <math>t</math> als Differenz zwischen der installierten Kollektrofläche pro Einw. zwischen dem Jahr <math>t</math> und dem Jahr <math>t-1</math>, multipliziert mit der Gesamtzahl Einwohner im Jahr <math>t</math> und einem Koeffizienten für die Nutzenergie pro Kollektorfläche.</li> <li>2. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem Einfluss des autonomen Trends und des Preiseinflusses.</li> <li>3. Bei Preiseinfluss wird noch unterschieden zwischen Einfluss Marktpreis und Einfluss Öko-Steuer.</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p><b>EPR-Environment and Energy Saving Programme</b></p>  <p>Keine Periode ohne Maßnahmen. Hier: Verwendung der Periode bis 1994 für die Regression, aber damit Vernachlässigung des ERP-Programms.</p>

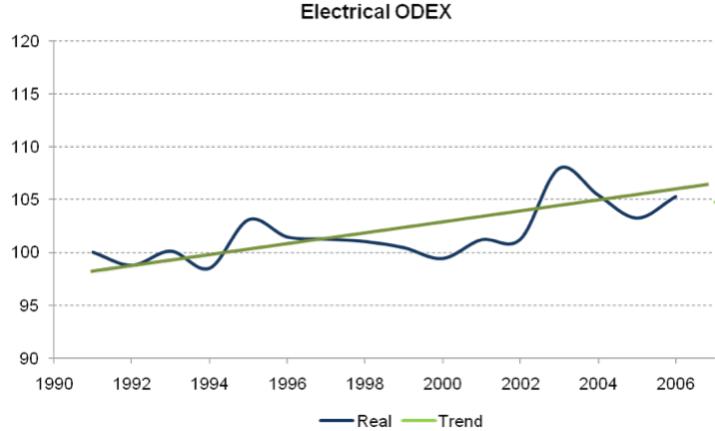
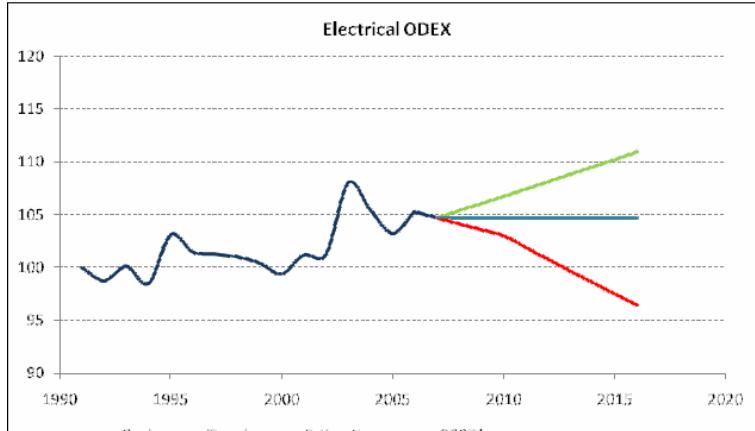
## 14.1.2 Sektor: Industrie

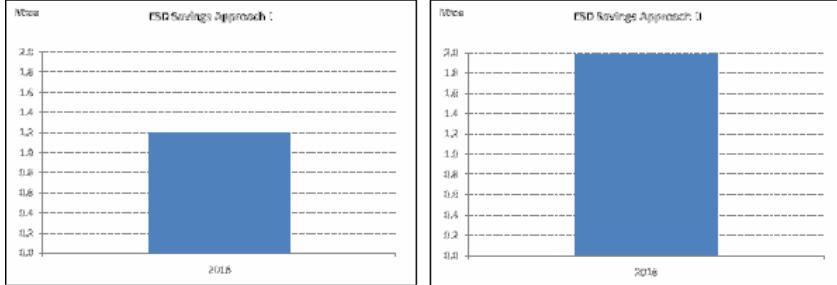
14.1.2.1 Sektor: Industrielle Wärmenutzung	
Odyssee-Indikator	ODEX Wärme Industrie (ohne ESD-Branchen): berechnet auf Branchenebene; weitgehend bereinigt um inter- und intra-industrielle Struktureffekte.
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit. Hier: 1991-2006, Periode ohne nationale Maßnahmen.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbarem Teil.</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p><b>Thermal ODEX for industry</b></p> <p>Sinkender ODEX bedeutet Energieeinsparung. Ausgewählte Regressionsperiode: 1998-2006, da Periode mit weniger Maßnahmen.</p>

<p>Ökonometrische Analyse</p>	<p><math>\ln(\text{ODEX}) = A \times \ln(\text{VA}) + B \times t + C \times \ln(P) + K</math></p> <p>A, Elastizität der Bruttowertschöpfung (<math>A &lt; 0</math>) zur Messung des Einflusses des Konjunkturzyklus</p> <p>B, Trend (<math>B &gt; 0</math>)</p> <p>C, Preiselastizität (<math>C &lt; 0</math>)</p> <p><u>Ergebnis der Regressionsanalyse:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Preiselastizität nicht relevant, da positiv. Deshalb exogene Vorgabe einer Preiselastizität von -0.1.</li> <li>Elastizität der Bruttowertschöpfung auch nicht relevant, da die statistischen Tests nicht interpretiert werden können.</li> <li>Der Trend für die ausgewählte Regressionsperiode 1998-2006 ist signifikant und mit -1,2%/a relativ ausgeprägt. Er enthält allerdings den Einfluss des Freiwilligen Selbstverpflichtung II.</li> </ol> 
<p>Hypothetische Fortschreibung der Entwicklung für die ESD-Periode 2008 – 2016</p>	<p><u>Annahmen:</u></p> <p>Preiselastizität mit -0,1 exogen vorgegeben. Autonomer Trend von -1,2%/a.</p> 

<p>Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anstieg des durchschnittlichen Energiepreises: 1,2%/a</li> <li>- Rückgang des durchschnittlichen spezif. Brennstoffverbrauchs: 0,7%/a</li> <li>- Anstieg des Produktionsindex: 1,3%/a</li> </ul>  <table border="1"> <caption>Data for Energy savings chart (2016)</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Wert (Mtoe)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trend related savings</td> <td>~3,5</td> </tr> <tr> <td>Price related savings</td> <td>~0,3</td> </tr> <tr> <td>ESD Savings</td> <td>~2,0</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>~5,8</b></td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	Wert (Mtoe)	Trend related savings	~3,5	Price related savings	~0,3	ESD Savings	~2,0	<b>Total</b>	<b>~5,8</b>
Kategorie	Wert (Mtoe)										
Trend related savings	~3,5										
Price related savings	~0,3										
ESD Savings	~2,0										
<b>Total</b>	<b>~5,8</b>										
	<p>Die gesamte Energieeinsparung im Jahr 2016 liegt bei rund 5,8 Mtoe (242 PJ). Davon sind rund 2 Mtoe ESD Energieeinsparungen. Der Anteil der preisbedingten Einsparungen ist mit rund 6 % gering, es dominieren die trendbedingten Einsparungen.</p>										
<p>Probleme/Schlussfolgerungen</p>	<p>Preiselastizität nicht signifikant, wird deshalb exogen vorgegeben. Starker autonomer Trend, allerdings überlagert von Maßnahmeneinfluss, da keine Periode ohne Maßnahmen verfügbar. Daher möglicherweise Unterschätzung der ESD-Einsparung.</p>										

14.1.2.2 Sektor: Industrieller Stromverbrauch	
Odyssee-Indikator	ODEX Strom Industrie (ohne ESD-Branchen): berechnet auf Branchenebene; weitgehend bereinigt um inter- und intra-industrielle Struktureffekte.
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit (hier 1991-2006).</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbarem Teil.</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	
Ökonometrische Analyse	$\ln(\text{ODEX}) = A \times \ln(\text{VA}) + B \times t + C \times \ln(P) + K$ <p>A, Elastizität der Bruttowertschöpfung (<math>A &lt; 0</math>) zur Messung des Einflusses des Konjunkturzyklus</p> <p>B, Trend (<math>B &gt; 0</math>)</p> <p>C, Preiselastizität (<math>C &lt; 0</math>)</p> <p><u>Ergebnis der Regressionsanalyse: (für Periode 1991-2006)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preiselastizität nicht relevant, da positives Vorzeichen.</li> <li>2. Ansteigender autonomer Trend: 0,6%/a</li> </ol>

	
Hypothetische Fortschreibung der Entwicklung für die ESD-Periode 2008 – 2016	<p>Unterschiedliche Möglichkeiten der Fortschreibung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortschreibung des ansteigenden Trends aus der Periode 1991-2006 (grüne Kurve)</li> <li>• Fortschreibung auf Grundlage nationaler Prognosen, die von einem rückläufigen spezifischen Stromverbrauch in der Industrie ausgehen (rote Kurve)</li> </ul> 

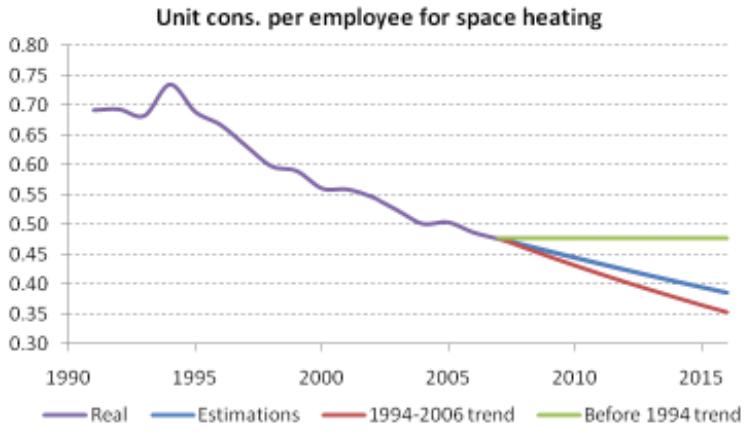
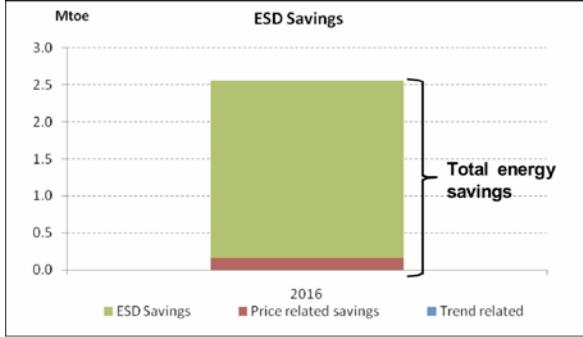
<p>Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Unterschiedliche Ansätze für Berechnung der ESD-Einsparung:</u></p> <p>Ansatz I: Berechnet als Differenz zwischen dem Stand des ODEX in 2007 und der nationalen Prognose (1,2 Mtoe oder 14 TWh).</p> <p>Ansatz II: Berechnet als Differenz zwischen dem historischen Trend und der nationalen Prognose (2 Mtoe oder 23 TWh).</p>  <p>In beiden Fällen entspricht die gesamte Energieeinsparung den ESD-Savings. Ein signifikanter Einfluss des Strompreises wird nicht angenommen.</p>
<p>Probleme/Schlussfolgerungen</p>	<p>Kein eindeutiger Ansatz für die Berechnung der Energieeinsparungen aufgrund ansteigendem autonomen Trend.</p> <p>Problem der Erfassung von Substitutionseffekten (Substitution von Brennstoffen durch Strom).</p>

14.1.2.3 Technologie: Industrielle KWK											
Odyssee-Indikator	Marktdiffusionsindikator: Anteil der Stromproduktion aus KWK in %										
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die gesamte Energieeinsparung wird berechnet aus der Veränderung des Anteils des KWK-Strom zwischen 2007 und 2016 multipliziert mit dem gesamten industriellen Stromverbrauch in 2016.</li> <li>2. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbarem Teil. Hier nur Preiseffekt, autonome Entwicklung nicht relevant, da maßnahmeninduziert.</li> </ol>										
Entwicklung des Odyssee-Indikators und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p style="text-align: center;"><b>Share of electricity production from CHP</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Share of electricity production from CHP (%)</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Share (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2004</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>2005</td><td>10.2</td></tr> <tr><td>2006</td><td>10.5</td></tr> <tr><td>2007</td><td>11.2</td></tr> </tbody> </table>	Year	Share (%)	2004	8.5	2005	10.2	2006	10.5	2007	11.2
Year	Share (%)										
2004	8.5										
2005	10.2										
2006	10.5										
2007	11.2										
Ökonometrische Analyse	Nicht relevant, da Periode zu kurz und Maßnahmeneinfluss dominierend.										
Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016	<p><u>Annahmen für die Fortschreibung:</u>  Anstieg der KWK-Strom von 11% in 2007 auf 15% in 2016.  Anstieg Stromverbrauch Industrie um 0,15%/a.  Kein autonomer Trend und keine Preiselastizität.</p> <table border="1"> <caption>Data for ESD Savings (ktoe)</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Value (ktoe)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ESD Savings</td><td>900</td></tr> <tr><td>Market price</td><td>0</td></tr> <tr><td>Eco-tax related</td><td>0</td></tr> <tr><td>Trend</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Category	Value (ktoe)	ESD Savings	900	Market price	0	Eco-tax related	0	Trend	0
Category	Value (ktoe)										
ESD Savings	900										
Market price	0										
Eco-tax related	0										
Trend	0										

	Die gesamte Energieeinsparung von knapp 1 Mtoe (11 TWh) ist als ESD-Einsparung anzusehen. Auch bei Annahme einer Preiselastizität von 0,1 wäre Preiseinfluss bei moderatem angenommenem Preisanstieg (1,2% /a) gering.
Probleme/Schlussfolgerungen	Der Einfluß des autonomen Trend und des Strompreises sind vernachlässigbar, d.h. die ESD Einsparungen entsprechen den gesamten Energieeinsparungen. Diffusion von KWK stark maßnahmeninduziert.
Datenquellen	<b>Anteil der KWK an der Stromproduktion:</b> Enerdata von IEA <b>Strompreise:</b> Enerdata Datenbank <b>Politische Maßnahmen:</b> MURE Datenbank

### 14.1.3 Sektor: GHD

14.1.3.1 Technologie: Gebäudehülle und Heizsysteme																																					
Odyssee-Indikator	Spezifischer Energieverbrauch pro Beschäftigtem für Raumwärme (temperaturbereinigt)																																				
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit. Hier: 1994-2006, Periode ohne nationale Maßnahmen.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der gesamten Einsparungen im Jahr n als Differenz zwischen spezifischem Raumwärmeverbrauch pro Beschäftigtem in den Jahren t und tn-1 und der Gesamtzahl der Beschäftigten im Jahr t.</li> <li>4. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbaren Teil.</li> </ol>																																				
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p>Unit consumption per employee for space heating</p> <table border="1"> <caption>Data points estimated from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Unit consumption (toe/empl)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1990</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>1991</td><td>0.68</td></tr> <tr><td>1992</td><td>0.69</td></tr> <tr><td>1993</td><td>0.67</td></tr> <tr><td>1994</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>1995</td><td>0.69</td></tr> <tr><td>1996</td><td>0.66</td></tr> <tr><td>1997</td><td>0.64</td></tr> <tr><td>1998</td><td>0.62</td></tr> <tr><td>1999</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0.58</td></tr> <tr><td>2001</td><td>0.57</td></tr> <tr><td>2002</td><td>0.56</td></tr> <tr><td>2003</td><td>0.55</td></tr> <tr><td>2004</td><td>0.54</td></tr> <tr><td>2005</td><td>0.53</td></tr> <tr><td>2006</td><td>0.60</td></tr> </tbody> </table>	Year	Unit consumption (toe/empl)	1990	0.70	1991	0.68	1992	0.69	1993	0.67	1994	0.70	1995	0.69	1996	0.66	1997	0.64	1998	0.62	1999	0.60	2000	0.58	2001	0.57	2002	0.56	2003	0.55	2004	0.54	2005	0.53	2006	0.60
Year	Unit consumption (toe/empl)																																				
1990	0.70																																				
1991	0.68																																				
1992	0.69																																				
1993	0.67																																				
1994	0.70																																				
1995	0.69																																				
1996	0.66																																				
1997	0.64																																				
1998	0.62																																				
1999	0.60																																				
2000	0.58																																				
2001	0.57																																				
2002	0.56																																				
2003	0.55																																				
2004	0.54																																				
2005	0.53																																				
2006	0.60																																				

Ökonometrische Analyse	$\ln(UC) = A \times t + B \times \ln(P) + K$ A, Trend ( $A < 0$ ) B, Preiselastizität ( $B < 0$ ) UC, spezifischer Energieverbrauch Preiselastizität nicht relevant in der Analyse – exogen vorgegeben (-0,1) Für Periode 1994-2006 starker Einfluss des autonomen Trends.																																			
Hypothetische Fortschreibung der Entwicklung für die ESD-Periode 2008 – 2016	<p>Fortschreibung des Trends 1994-2006 führt zu stärkerem Rückgang als in nationaler Prognose angenommen.</p>  <table border="1"> <caption>Data for Unit cons. per employee for space heating (Mtoe)</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Real</th> <th>Estimations</th> <th>1994-2006 trend</th> <th>Before 1994 trend</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1990</td><td>0.68</td><td>0.68</td><td>0.68</td><td>0.68</td></tr> <tr><td>1995</td><td>0.69</td><td>0.69</td><td>0.69</td><td>0.69</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0.58</td><td>0.58</td><td>0.58</td><td>0.58</td></tr> <tr><td>2005</td><td>0.50</td><td>0.50</td><td>0.50</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>2010</td><td>0.45</td><td>0.45</td><td>0.45</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>2015</td><td>0.38</td><td>0.38</td><td>0.38</td><td>0.45</td></tr> </tbody> </table>	Year	Real	Estimations	1994-2006 trend	Before 1994 trend	1990	0.68	0.68	0.68	0.68	1995	0.69	0.69	0.69	0.69	2000	0.58	0.58	0.58	0.58	2005	0.50	0.50	0.50	0.50	2010	0.45	0.45	0.45	0.45	2015	0.38	0.38	0.38	0.45
Year	Real	Estimations	1994-2006 trend	Before 1994 trend																																
1990	0.68	0.68	0.68	0.68																																
1995	0.69	0.69	0.69	0.69																																
2000	0.58	0.58	0.58	0.58																																
2005	0.50	0.50	0.50	0.50																																
2010	0.45	0.45	0.45	0.45																																
2015	0.38	0.38	0.38	0.45																																
Hypothetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016	<p>Annahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rückgang der gesamten Energieverbrauch für Raumwärme im GHD Sektor um 2.2%/a.</li> <li>Zahl der Beschäftigten constant.l</li> <li>Anstieg des durchschnittlichen Energiepreises. um 1.3%/a.</li> <li>Preiselastizität exogen vorgegeben: -0,1.</li> <li>Hier: keine Berücksichtigung des starken Trends der Periode 1994-2006: in diesem Fall wären die Energieeinsparungen von rund 2,5 Mtoe (105 PJ) der ESD zuzurechnen.</li> <li>Würde jedoch der starke Trend der Periode 1994-2006 unterstellt, gäbe es keine ESD-Einsparungen.</li> </ul>  <table border="1"> <caption>Data for ESD Savings (Mtoe)</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Value (Mtoe)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ESD Savings</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>Price related savings</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>Trend related</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>Total energy savings</td><td>3.0</td></tr> </tbody> </table>	Category	Value (Mtoe)	ESD Savings	2.5	Price related savings	0.1	Trend related	0.4	Total energy savings	3.0																									
Category	Value (Mtoe)																																			
ESD Savings	2.5																																			
Price related savings	0.1																																			
Trend related	0.4																																			
Total energy savings	3.0																																			
Probleme/ Schlussfolgerungen	Probleme bei der Festlegung der Modellierungsperiode für die Bestimmung des autonomen Trends.																																			

14.1.3.2 Sektor: Endverbrauch Strom (GHD)	
Odyssee-Indikator	Spezifischer Stromverbrauch pro Beschäftigtem (ohne Strom für Wärme)
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit. Hier: 1991-1994, Periode ohne nationale Maßnahmen.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der gesamten Einsparungen im Jahr n als Differenz zwischen spezifischem Stromverbrauch pro Beschäftigtem in den Jahren t und t-1 multipliziert mit der Gesamtzahl der Beschäftigten im Jahr n.</li> <li>4. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbarem Teil.</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen	<p>Voluntary agreement with German industry I +ERP programme</p> <p>ECO Management and Audit Scheme (EMAS)</p> <p>Ecological tax reform</p> <p>Voluntary agreement with German industry II</p> <p>kWh/emp</p> <p>1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006</p>
Ökonometrische Analyse	$\ln(UC) = T \times t + A \times \ln(P) + K$ <p>T: Trend</p> <p>A: Preiselastizität (&lt;0)</p> <p>P: Strompreis</p> <p><u>Ergebnis der Regression:</u></p> <p>Preiselastizität nicht signifikant, daher exogen vorgegeben (-0,1)</p> <p>Moderater rückläufiger autonomer Trend (-0,2), allerdings ist Regressionsperiode sehr kurz.</p>

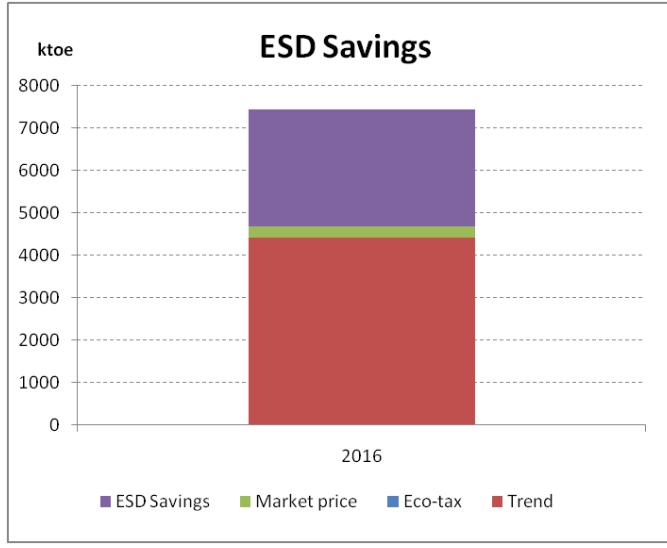
<p>Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen für die Fortschreibung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgang des spezifischen Stromverbrauchs von 4500 auf 4300 kWh/Beschäftigtem.</li> <li>• Anzahl der Beschäftigten constant.</li> <li>• Anstieg des Stompreises um 0,5%/a, konstante Ökosteuer</li> <li>• Annahmen aus der Regression für die Periode 1990-1994: autonomer Trend -0.2%, exogene Preiselastizität von -0.1.</li> </ul> <p><u>Ergebnis:</u></p> <p>Gesamte Energieeinsparung in 2016 rund 4500 GWh, davon sind 1900 GWh ESD-Einsparungen. 2000 GWh sind bedingt durch den autonomen Trend, der Rest entfällt auf den Preiseinfluss</p> <table border="1"> <caption>Data for ESD Savings (2016)</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Value (GWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trend</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td>Market price</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>ESD Savings</td> <td>1900</td> </tr> <tr> <td>Eco-tax related</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>4500</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Value (GWh)	Trend	1900	Market price	2000	ESD Savings	1900	Eco-tax related	0	Total	4500
Category	Value (GWh)												
Trend	1900												
Market price	2000												
ESD Savings	1900												
Eco-tax related	0												
Total	4500												
<p>Probleme/ Schlussfolgerungen</p>	<p>Der Strompreis ist statistisch nicht signifikant. Welches ist der relevante Zeitraum für die Bestimmung des Trends?</p>												

## 14.1.4 Sektor: Verkehr

14.1.4.1 Technologie: Neuwagen	
Odyssee-Indikator	Spezifischer Energieverbrauch von Neuwagen in Liter/100 km (getrennt für Benzin/Diesel)
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des autonomen Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2008 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der ges. Energieeinsparung als Differenz zwischen spezif. Verbrauch pro Neuwagen in den Jahren t und t-1, multipliziert mit der Gesamtzahl an zugelassenen Neuwagen im Jahr t. Außerdem Berücksichtigung einer techn. Koeffizienten für das Verhältnis von Testwerten und realen Werten.</li> <li>4. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbaren Teil.</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	
Ökonometrische Analyse	$\ln(SC) = T \times (t) + A \times \ln(P) + K$ <p>SC : Spezifischer Verbrauch in Liter/100 km  T: Trend  A: Preiselastizität (&lt;0)  P: Motorölpreis</p> <p><u>Ergebnis der Regression: (für Periode 1995-2006)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preiselastizität nicht signifikant, wird exogen vorgegeben (-0,1).</li> <li>• Signifikanter autonomer Trend: für Diesel PKW -1,2 %/a, für Benzin PKW -0,9 %/a.</li> </ul>

<p>Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen für die Fortschreibung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezifischer Energieverbrauch Neuwagen: -4%/a</li> <li>• -0,6%/a Neuzulassungen von Benzinfahrzeuge und -5%/a Neuzulassungen von Dieselfahrzeuge</li> <li>• Stabilisierung der jährlich gefahrenen Kilometern bei Benzinfahrzeuge und Rückgang um 2,5%/a bei Dieselfahrzeugen</li> <li>• Anstieg des Brennstoffpreises um 1,5%/a und Konstanz der Ökosteuer</li> <li>• Preiselastizität exogen vorgegeben: -0,1%</li> <li>• Verwendung des nationalen autonomen Trends aus Regression über Zeitraum 1995-2006</li> </ul> <p>The chart is a stacked bar graph titled 'ESD Savings' with the y-axis labeled 'ktoe' ranging from 0 to 350. A bracket on the left side of the chart is labeled 'Total savings' and points to the top of the purple bar. The legend at the bottom identifies four components: ESD Savings (purple), Eco-tax (blue), Market price (green), and Trend (red). The red bar (Trend) reaches approximately 100 on the scale. The green bar (Market price) is very thin. The purple bar (ESD Savings) is the largest segment, reaching the total of 320.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Component</th> <th>Value (ktoe)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESD Savings</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Market price</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Trend</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Total savings</td> <td>320</td> </tr> </tbody> </table> <p>Gesamte Energieeinsparung von 320 ktoe (13400 TJ), davon rund 200 ktoe ESD Einsparung und 100 ktoe autonomer Trend.</p>	Component	Value (ktoe)	ESD Savings	200	Market price	10	Trend	110	Total savings	320
Component	Value (ktoe)										
ESD Savings	200										
Market price	10										
Trend	110										
Total savings	320										
<p>Probleme/Schlussfolgerungen</p>	<p>Deutlicher Einfluss des verwendeten Trends auf die Ermittlung der ESD-Einsparungen. Der deutsche Trend ab 1995 ist geringer als der durchschnittliche EU-Trend, d.h. die ESD-Einsparungen sind bei Verwendung des nationalen Trends größer.</p>										

14.1.4.2 Technologie: PKW-Bestand +LKW-Bestand	
Odyssee-Indikator	Spezifischer Energieverbrauch PKW bzw. LKW in Liter/100 km. Trennung von Benzin und Diesel PKW.
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des autonomen Trends und des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2007 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der ges. Energieeinsparung als Differenz zwischen spezif. Verbrauch pro PKW bzw. LKW in den Jahren t und t-1, multipliziert mit Personen- bzw. Frachtkilometern im Jahr t.</li> <li>4. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbarem Teil.</li> </ol>
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<p style="text-align: center;"><b>Average unit consumption of vehicles</b></p> <p>Y-axis: l/100 km (0,0 to 11,0)</p> <p>X-axis: Year (1991 to 2006)</p> <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Average cars (blue line)</li> <li>Diesel cars (purple line)</li> <li>Gasoline cars (red line)</li> <li>Trucks and high duty vehicles (green line)</li> </ul> <p>Policy markers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EU policy (ACEA/JAMA/KAMA agreement) in 1995</li> <li>Ecological tax on motor fuels in 2000</li> <li>Eco Driving in 2003</li> </ul>
Ökonometrische Analyse	<p>Separat für Diesel- und Benzin-PKW sowie für LKW.</p> <p>Regressionszeitraum 1995-2005</p> <p>Ergebnis für diesen Regressionszeitraum:</p> <p>Preiseinfluss signifikant, signifikanter rückläufiger autonomer Trend.</p> <p>Z.T deutliche Unterschiede in der Größenordnung des Trends je nach Wahl der Regressionsperiode.</p>

<p>Hypothetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgang des spezif. Verbauchs der PKW um 1.9%/a und 4% für LKW</li> <li>• Rückgang des Bestands an Benzin-PKW um 2.2%/a und Anstieg Diesel um 5.5%/a</li> <li>• Stabilisierung der jährl. Fahrleistung von Benzin-PKW und Rückgang um 2.5%/a für Diesel-PKW</li> <li>• Anstieg des Güterverkehrs um 3 %/a</li> <li>• Anstieg des Kraftstoffpreises um 1%/a und Stagnation der Öko-Steuer.</li> <li>• Exogene Preiselastizität von 0,1.</li> <li>• Nationaler autonomer Trend aus Regressionsperiode 1995-2006.</li> </ul> <p><u>Ergebnis</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamte Energieeinsparung im Jahr 2016 von 7400 ktoe (313 PJ), davon 90 % durch LKW.</li> <li>• ESD-Einsparung: 2800 ktoe.</li> <li>• Preiseinfluss gering.</li> </ul>  <table border="1"> <caption>Data for ESD Savings (2016)</caption> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Wert (ktoe)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trend</td> <td>~4600</td> </tr> <tr> <td>Market price</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Eco-tax</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>ESD Savings</td> <td>~2800</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>7400</b></td> </tr> </tbody> </table>	Kategorie	Wert (ktoe)	Trend	~4600	Market price	~100	Eco-tax	~100	ESD Savings	~2800	<b>Total</b>	<b>7400</b>
Kategorie	Wert (ktoe)												
Trend	~4600												
Market price	~100												
Eco-tax	~100												
ESD Savings	~2800												
<b>Total</b>	<b>7400</b>												
<p>Probleme/ Schlussfolgerungen</p>	<p>Großer Einfluss des Trends auf Energieeinsparung. Wahl des Zeitraums für Trendbestimmung.</p>												

14.1.4.3 Technologie: Modal Shift im Personenverkehr																																			
Odyssee-Indikator	Marktdiffusionsindikatoren: Anteil des ÖPNV (Schiene, Bus) am gesamten Personenverkehr																																		
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2007 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der gesamten Energieeinsparung: Veränderung des ÖPNV-Anteils zwischen den Jahren t und t-1 multipliziert mit gesamter Personenverkehrsleistung (pkm) unter Berücksichtigung des unterschiedl. spezifischen Verbrauch pro pkm von ÖPNV und PKW/Flugverkehr.</li> <li>4. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbarem Teil.</li> </ol>																																		
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<table border="1"> <caption>Data points estimated from the Odyssee indicator chart</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Share of ÖPNV (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1991</td><td>15.5</td></tr> <tr><td>1992</td><td>14.8</td></tr> <tr><td>1993</td><td>15.2</td></tr> <tr><td>1994</td><td>14.2</td></tr> <tr><td>1995</td><td>14.5</td></tr> <tr><td>1996</td><td>14.6</td></tr> <tr><td>1997</td><td>14.7</td></tr> <tr><td>1998</td><td>14.5</td></tr> <tr><td>1999</td><td>14.3</td></tr> <tr><td>2000</td><td>14.8</td></tr> <tr><td>2001</td><td>14.5</td></tr> <tr><td>2002</td><td>13.8</td></tr> <tr><td>2003</td><td>14.0</td></tr> <tr><td>2004</td><td>14.3</td></tr> <tr><td>2005</td><td>14.6</td></tr> <tr><td>2006</td><td>14.8</td></tr> </tbody> </table>	Year	Share of ÖPNV (%)	1991	15.5	1992	14.8	1993	15.2	1994	14.2	1995	14.5	1996	14.6	1997	14.7	1998	14.5	1999	14.3	2000	14.8	2001	14.5	2002	13.8	2003	14.0	2004	14.3	2005	14.6	2006	14.8
Year	Share of ÖPNV (%)																																		
1991	15.5																																		
1992	14.8																																		
1993	15.2																																		
1994	14.2																																		
1995	14.5																																		
1996	14.6																																		
1997	14.7																																		
1998	14.5																																		
1999	14.3																																		
2000	14.8																																		
2001	14.5																																		
2002	13.8																																		
2003	14.0																																		
2004	14.3																																		
2005	14.6																																		
2006	14.8																																		
Ökonometrische Analyse	$\ln (\%) = A \times \ln (P) + B \times t + C$ <p>A, Preiselastizität (<math>A &gt; 0</math>)  B, Trend (<math>B &lt; 0</math>)  <u>Ergebnis der Regressionsanalyse:</u>  Preiselastizität nicht signifikant.</p>																																		
Hypotetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016	Keine Energieeinsparung, da Anteil ÖPNV aufgrund nationaler Prognosen leicht zurückgeht.																																		

14.1.4.4 Technologie: Modal Shift im Güterverkehr																																			
Odyssee-Indikator	Marktdiffusionsindikator: Anteil des Binnenschiffs- und Schienenverkehrs an gesamtem Güterverkehr (in Tonnen-km)																																		
Methode zur Berechnung der ESD-Energieeinsparung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berechnung des Preiseffektes für eine Periode in der Vergangenheit.</li> <li>2. Fortschreibung der Vergangenheitsentwicklung für die Periode 2007 – 2016.</li> <li>3. Berechnung der gesamten Energieeinsparung: Veränderung des Binnenschiffs- und Schienenverkehrs-Anteils zwischen den Jahren <math>t</math> und <math>t-1</math> multipliziert mit gesamter Güterverkehrsleistung (tkm) unter Berücksichtigung des unterschiedl. spezifischen Verbrauch pro tkm.</li> <li>4. Berechnung der ESD-Einsparungen als Differenz zwischen der gesamten Endenergieeinsparung und dem nach ESD nicht anrechenbaren Teil.</li> </ol>																																		
Entwicklung des Odyssee-Indikators in der Periode 1991-2006 und auf den Indikator wirkende Maßnahmen.	<table border="1"> <caption>Data points estimated from the Odyssee indicator chart</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Odyssee-Indikator (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1991</td><td>36.0</td></tr> <tr><td>1992</td><td>35.5</td></tr> <tr><td>1993</td><td>34.5</td></tr> <tr><td>1994</td><td>33.5</td></tr> <tr><td>1995</td><td>33.0</td></tr> <tr><td>1996</td><td>32.5</td></tr> <tr><td>1997</td><td>32.0</td></tr> <tr><td>1998</td><td>31.5</td></tr> <tr><td>1999</td><td>30.5</td></tr> <tr><td>2000</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>2001</td><td>29.5</td></tr> <tr><td>2002</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>2003</td><td>28.5</td></tr> <tr><td>2004</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>2005</td><td>27.5</td></tr> <tr><td>2006</td><td>27.0</td></tr> </tbody> </table>	Year	Odyssee-Indikator (%)	1991	36.0	1992	35.5	1993	34.5	1994	33.5	1995	33.0	1996	32.5	1997	32.0	1998	31.5	1999	30.5	2000	30.0	2001	29.5	2002	29.0	2003	28.5	2004	28.0	2005	27.5	2006	27.0
Year	Odyssee-Indikator (%)																																		
1991	36.0																																		
1992	35.5																																		
1993	34.5																																		
1994	33.5																																		
1995	33.0																																		
1996	32.5																																		
1997	32.0																																		
1998	31.5																																		
1999	30.5																																		
2000	30.0																																		
2001	29.5																																		
2002	29.0																																		
2003	28.5																																		
2004	28.0																																		
2005	27.5																																		
2006	27.0																																		
Ökonometrische Analyse	$\ln (\%) = A \times \ln (P) + B \times t + K$ <p>A, Preiselastizität (<math>A &gt; 0</math>)  B, Trend (<math>B &lt; 0</math>)  P, Dieselpreis</p> <p><u>Ergebnis der Regressionsanalyse:</u>  Signifikante Preiselastizität von 0.18.  Autonomer Trend schwer zu bestimmen, Anteil war bis 2003 rückläufig, erst danach Anstieg, aber Zeitraum zu kurz für Regression.</p>																																		

<p>Hypothetische Fortschreibung der Entwicklung für die ESD-Periode 2008 – 2016</p>	<table border="1"> <caption>Data for Share of rail and water modes (approximate values)</caption> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Real</th> <th>Price effect</th> <th>Estimations</th> <th>Tax effect</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2007</td><td>28%</td><td>28%</td><td>28%</td><td>28%</td></tr> <tr><td>2009</td><td>29%</td><td>29%</td><td>29%</td><td>28%</td></tr> <tr><td>2011</td><td>30%</td><td>30%</td><td>30%</td><td>28%</td></tr> <tr><td>2013</td><td>31%</td><td>31%</td><td>31%</td><td>29%</td></tr> <tr><td>2015</td><td>32%</td><td>32%</td><td>32%</td><td>29%</td></tr> <tr><td>2017</td><td>33%</td><td>33%</td><td>33%</td><td>29%</td></tr> </tbody> </table>	Year	Real	Price effect	Estimations	Tax effect	2007	28%	28%	28%	28%	2009	29%	29%	29%	28%	2011	30%	30%	30%	28%	2013	31%	31%	31%	29%	2015	32%	32%	32%	29%	2017	33%	33%	33%	29%
Year	Real	Price effect	Estimations	Tax effect																																
2007	28%	28%	28%	28%																																
2009	29%	29%	29%	28%																																
2011	30%	30%	30%	28%																																
2013	31%	31%	31%	29%																																
2015	32%	32%	32%	29%																																
2017	33%	33%	33%	29%																																
<p>Hypothetisches Beispiel einer Berechnung der ESD-Energieeinsparung in 2016</p>	<p><u>Annahmen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anstieg des LKW-Transports um 3%/a, des Schienenverkehrs um 4.3%/a und des Binnenschiffsverkehrs um 5.5%/a für die Periode 2007-2016</li> <li>• Anstieg des Dieselpreises um 1%/a für die Periode 2007-2016 und Konstanz der Ökosteuer.</li> <li>• Preiselastizität aus Regression.</li> </ul> <p><b>ESD Savings</b></p> <table border="1"> <caption>Data for ESD Savings (2016)</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Mtoe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ESD energy savings</td><td>0.55</td></tr> <tr><td>Price w/o eco-tax effect</td><td>0.14</td></tr> <tr><td>Eco-tax effect</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Total</td><td>0.69</td></tr> </tbody> </table>	Category	Mtoe	ESD energy savings	0.55	Price w/o eco-tax effect	0.14	Eco-tax effect	0.00	Total	0.69																									
Category	Mtoe																																			
ESD energy savings	0.55																																			
Price w/o eco-tax effect	0.14																																			
Eco-tax effect	0.00																																			
Total	0.69																																			
<p>Probleme/ Schlussfolgerungen</p>	<p><u>Die Energieeinsparungen sind hier als Umkehr des vergangenen Trends definiert.</u></p>																																			

## 15. EMEEES-Anwendungen

### 15.1 Übersicht über die EMEEES - Bottom-up Evaluationsmethoden

Endverbrauch, Endverbrauchshandlung oder EEI Maßnahme	Sektor
Energiestandards für Neubauten (Wohngebäude)	Private Haushalte
Modernisierung der Gebäudehülle von Wohngebäuden	Private Haushalte
Biomasseheizungsanlagen	Private Haushalte
Brennwerttechnik in der Raumwärme	Private Haushalte
Weisse Ware	Private Haushalte
Warmwasserbereitung (Solarthermie)	Private Haushalte
Warmwasserbereitung (Wärmepumpen)	Private Haushalte
Modernisierung von Heizungssystemen (wasserführend)	Dienstleistungssektor
Beleuchtung	Dienstleistungssektor und Industrie
Zentrale Raumkühlung (air conditioning)	Dienstleistungssektor
Bürogeräte	Dienstleistungssektor
Elektrische Motoren	Industrie
Frequenzumrichter	Industrie
Effizienz von Fahrzeugen (Motoren, Reifen, Schmierstoffe)	Verkehr
Modal Shifts im Passagierverkehr	Verkehr
Energiesparendes Fahren (eco-driving)	Verkehr
Einspar-Contracting	Dienstleistungssektor und Industrie
Energieanalysen (energy audits)	Dienstleistungssektor und Industrie
Freiwillige Vereinbarungen (Analyse von Energierechnungen)	Dienstleistungssektor und Industrie
Freiwillige Vereinbarungen mit einzelnen Unternehmen (vertiefte ingenieurtechnische Analyse)	Dienstleistungssektor und Industrie

## 15.2 Übersicht über die EMEEES – Top-Down Evaluationsmethoden

Technologie, auf die eine Maßnahme zielt:	Indikator	Sektor
Gebäudehülle und Heizsysteme	spezifischer Energieverbrauch	Haushalte
Stromnutzung im Haushaltsbereich (elektrische Geräte, Beleuchtung)	spezifischer Energieverbrauch	Haushalte
Weiße Ware (Kühlschränke)	spezifischer Energieverbrauch	Haushalte
Solarthermie	Marktdiffusionsindikatoren	Haushalte
Industrielle Wärmenutzung	spezifischer Energieverbrauch	Industrie
Industrieller Stromverbrauch	spezifischer Energieverbrauch	Industrie
Industrielle KWK	Marktdiffusionsindikatoren	Industrie
Gebäudehülle und Heizsysteme	spezifischer Energieverbrauch	GHD
Endverbrauch Strom	spezifischer Energieverbrauch	GHD
Neuwagen	spezifischer Energieverbrauch	Verkehr
Weiterentwicklung des Fahrzeugbestandes (Autos, Busse, LKW)	spezifischer Energieverbrauch	Verkehr
Modal Shift im Passagierverkehr	Marktdiffusionsindikatoren	Verkehr
Modal Shift im Güterverkehr	Marktdiffusionsindikatoren	Verkehr
Energiesteuer	spezifischer Energieverbrauch	Allgemein