



**Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung**

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



BBSR-Online-Publikation, Nr. 03/2015

## **Erneutes Gutachten zur Umsetzung von Artikel 14 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Heizungsinspektion)**

### **Impressum**

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im  
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn

Projektleitung (Auftraggeber)

Isabel Ahlke, BBSR

Bearbeitung

Ecofys Germany GmbH, Köln  
Bernhard von Manteuffel, Markus Offermann, Jan Grözinger

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Zitierhinweise

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Erneutes Gutachten zur Umsetzung von Artikel 14  
der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Heizungsinspektion).  
BBSR-Online-Publikation 03/2015, Bonn, April 2015.

Die von den Bearbeitern vertretenen Auffassungen sind nicht unbedingt mit denen  
des Herausgebers identisch.

ISSN 1868-0097

© BBSR April 2015



## Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

schon die erste Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2002/91/EG) sah in Artikel 8 vor, dass die Mitgliedstaaten verschiedene Pflichten zur Inspektion von Heizkesseln und Heizungsanlagen haben. Sie räumte jedoch den alternativen Nachweis der Gleichwertigkeit anderer, bereits ergriffener Maßnahmen ein. Die neue Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU) regelt vergleichbare Sachverhalte in Artikel 14, allerdings nun mit deutlichem Schwerpunkt bei der Inspektion der Gesamtanlage. Alternativ wird den Mitgliedstaaten weiterhin die Möglichkeit eingeräumt, auf die Umsetzung dieser Inspektionspflicht zu verzichten. Voraussetzung dafür ist, dass sie nationale Ersatzmaßnahmen eingeführt haben, die in ihrer Wirkung zu mindestens ebenso hohen Energieeinsparungen führen, wie sie durch die Heizungsanlageninspektionen zu erwarten wären.

Deutschland hat der Kommission mitgeteilt, dass auch weiterhin Gebrauch von der alternativen Regelung nach Artikel 14 Absatz 4 der Richtlinie gemacht wird. Wie viele andere Mitgliedstaaten, die diesen Weg gewählt haben, muss auch Deutschland der Europäischen Kommission alle drei Jahre über die Gleichwertigkeit des gewählten Ansatzes berichten. Nach Artikel 14 Absatz 5 ist gegenüber der Kommission ein Nachweis der Gleichwertigkeit zu führen. Die Kommission sieht es als erforderlich an, dabei auch die Fiktion einer wiederkehrenden Untersuchung als Vergleichsfall quantitativ zu bewerten.

Das hier veröffentlichte Gleichwertigkeitsgutachten für den Berichtszeitraum 2014 bis 2016 und darüber hinaus eine Ex-post-Betrachtung für 2013 hat die Bundesregierung der Kommission zur Erfüllung dieser Berichtspflicht vorgelegt. In der Untersuchung wurden Mengengerüste, die bereits im ersten Gutachten ermittelt wurden, aktualisiert und Szenarien-Berechnungen für quantifizierbare deutsche Ersatzmaßnahmen durchgeführt. Insbesondere wurden auch die Konsequenzen der erweiterten Außerbetriebnahme Pflichten für ältere Heizkessel aufgrund des § 10 EnEV 2013 berücksichtigt.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass auch für den neuen Betrachtungszeitraum 2014 bis 2016 die aus dem Ist-Szenario resultierenden Einsparungen die theoretisch erzielbaren Einsparungen durch das Referenz-Szenario klar übertreffen. Durch die nachträgliche Überprüfung der wesentlichen Annahmen bei der Ex-Post-Analyse des Jahres 2013 konnte die im Vorgängergutachten prognostizierte Gleichwertigkeit bestätigt werden.

Mit dem vorliegenden Bericht möchten wir Ihnen die Möglichkeit geben, den Nachweis der Gleichwertigkeit der Maßnahmen entsprechend Artikel 14 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU) nachzuvollziehen.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Herrmann', written in a cursive style.

Harald Herrmann, Direktor und Professor des BBSR

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2 Ex-post Evaluation für das Jahr 2013</b>	<b>7</b>
2.1 Mengengerüst	8
2.2 Häufigkeit von Kesselerneuerungen infolge der wiederkehrenden Messungen gemäß 1. BImSchV	9
2.3 Förderung im Rahmen des CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramms (KfW) und im Rahmen des Marktanzreizprogramms (BAFA)	10
2.4 Top-down-Kalibrierung des Raumwärme-Endenergieverbrauchs	12
2.5 Ergebnis der Ex-post-Evaluation	13
<b>3 Untersuchungskonzept und Grundlagen</b>	<b>15</b>
3.1 Untersuchungskonzept	15
3.1.1 Baselineszenario	16
3.1.2 Referenzszenario	16
3.1.3 Istszenario	17
3.1.4 Sensitivitätsanalyse und Prüfung der Gleichwertigkeit	17
3.2 Allgemeine Grundlagen	19
3.2.1 Entwicklung des Mengengerüsts der Heizkessel in Deutschland	19
3.3 Annahmen Baselineszenario	24
3.3.1 Verfahren zur Berechnung des Endenergiebedarfs je Alters- und Leistungsklasse für die Jahre 2014, 2015 und 2016	28
3.3.2 Primärenergiefaktoren und CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren	28
<b>4 Referenzszenario: Bewertung der Inspektion nach Artikel 14 Absatz 1 bis 3 Gesamtenergieeffizienzrichtlinie</b>	<b>30</b>
4.1 Heizungsinspektionen gemäß Artikel 14 der EPBD-Richtlinie	32
4.2 Energieeinsparpotentiale	35
4.3 Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit	37
4.4 Umsetzungswahrscheinlichkeit (praktische Umsetzungshäufigkeit)	39
4.5 Inspektionsintervall	41
4.6 Bestimmung des jährlichen Einsparpotentials	42
4.6.1 Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung	42
4.6.2 Wärmeübergabe	43
4.6.3 Einsparungen Referenzszenario	45
<b>5 Istszenario: Bewertung der deutschen Maßnahmen nach Artikel 14 Absatz 4 Gesamtenergieeffizienzrichtlinie</b>	<b>47</b>
5.1 Ersatzmaßnahmen	51
5.1.1 Regulatorische Maßnahmen	51
5.1.2 Finanzielle Maßnahmen	53

---

5.1.3	Informative Maßnahmen	54
5.2	Methodik zur Bestimmung der Energieeinsparpotentiale	57
5.2.1	Wiederkehrende Messungen von Heizkesseln auf Grund der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)	57
5.2.2	Neue Regelung gem. § 10 der EnEV zum Austausch von 30 Jahre alten Konstanttemperaturkesseln	59
5.2.3	Förderung im Rahmen des CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramms (Förderung durch Kreditanstalt für Wiederaufbau)	60
5.2.4	Förderung im Rahmen des Marktanreizprogramms (Förderung durch Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle und Kreditanstalt für Wiederaufbau)	61
5.3	Häufigkeit von Kesselerneuerungen infolge der wiederkehrenden Messungen gemäß 1. BImSchV	63
5.4	Messintervall gemäß 1. BImSchV	65
5.5	Bestimmung des jährlichen Einsparpotentials	66
5.5.1	Wiederkehrende Messungen von Heizkesseln auf Grund der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)	66
5.5.2	Neue Regelung gem. § 10 der EnEV zum Austausch von 30 Jahre alten Konstanttemperaturkesseln	67
5.5.3	Förderung im Rahmen des CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungs- und des Marktanreizprogramms	67
5.5.4	Einsparungen Istszenario	68
<b>6</b>	<b>Sensitivitätsbetrachtung</b>	<b>70</b>
<b>7</b>	<b>Gegenüberstellung der Ergebnisse</b>	<b>72</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>74</b>

## Zusammenfassung

Die aktuelle Fassung der RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht in Artikel 14 vor, dass Heizungsanlagen, deren Heizkessel eine Nennleistung von 20 Kilowatt übersteigen, einer regelmäßigen Inspektion zu unterziehen sind.

Nach Absatz 4 wird den Mitgliedstaaten allerdings die Möglichkeit eingeräumt, auf die Umsetzung dieser Inspektionspflicht zu verzichten, wenn sie nationale Ersatzmaßnahmen eingeführt haben, die in ihrer Wirkung zu mindestens ebenso hohen Energieeinsparungen (Primärenergie) führen, wie sie durch die Heizungsanlageninspektionen zu erwarten wären. Dies ist durch ein entsprechendes Gutachten nachzuweisen.

Im Jahre 2013 wurde daher bereits für den Betrachtungszeitraum 2013 bis 2015 ein erstes Gutachten [BMVBS 19/13] erstellt. Aus Vereinheitlichungsgründen wird seitens der EU gefordert, ein erneutes Gutachten für den Betrachtungszeitraum 2014 bis 2016 zu erstellen. Gleichzeitig soll für das vergangene Jahr 2013 eine Ex-post Evaluation durchgeführt werden.

Dieses Gutachten untersucht daher wie das erste Gutachten - jedoch für den relevanten Betrachtungszeitraum 2014-2016 - zwei Szenarien:

- Referenzszenario  
Hierbei werden die zu erwarteten Effekte durch die hypothetischen Heizungsinspektionen gem. 2010/31/EU, Art. 14, Abs. 1-3 berücksichtigt
- Istszenario  
Hierbei werden die Effekte der nationalen Maßnahmen berücksichtigt, die als Ersatzmaßnahmen gemäß gem. 2010/31/EU, Art. 14, Abs. 4 herangezogen werden können (Messungen nach 1. Bundesimmissionsschutzverordnung, Anforderungen der Energieeinsparverordnung, Fördermaßnahmen, etc.)

Die Untersuchung zeigt, ebenso wie das erste Gutachten, dass die aus dem Istszenario resultierenden Einsparungen die theoretisch erzielbaren Einsparungen durch das Referenzszenario, sowohl hinsichtlich des Primärenergiebedarfs, als auch hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen, wieder klar übertreffen. Insbesondere die aus der Ersatzmaßnahmen

- "wiederkehrende Messungen der 1. BImSchV" und den
- Neuerungen in der Energieeinsparverordnung [EnEV 2013] bzgl. der Austauschpflicht von veralteten Heizkesseln (§10)

resultierenden Primärenergieeinsparungen übertreffen diejenigen des Referenzszenarios so deutlich, dass auch unter Berücksichtigung der zu erwartenden Unsicherheiten der getroffenen Annahmen (s. Sensitivitätsbetrachtung) mindestens die Gleichwertigkeit mit dem Referenzszenario sichergestellt ist.

Die Ex-post Evaluation für das vergangene Jahr 2013 zeigt, dass durch die konservativen Annahmen im ersten Gutachten die berechnete Differenz der Primärenergieeinsparung zwischen Ist- und Referenzszenario sogar noch um 14 % unterschätzt worden ist.

Die im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] festgestellte Gleichwertigkeit des Ist- mit dem Referenzszenario kann nach der Evaluation des Jahres 2013 somit unter Berücksichtigung der aktuellsten verfügbaren Daten bestätigt werden.

# 1 Einleitung

Die Energy Performance of Buildings Directive (EPBD, Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, 2010/31/EU), sieht, wie das Vorgängerdokument (2002/91/EG), eine „Inspektion von Heizungsanlagen“ (Artikel 14) vor. Dabei heißt es im Wortlaut:

*„Die Mitgliedstaaten ergreifen die erforderlichen Maßnahmen, um die regelmäßige Inspektion der zugänglichen Teile der zur Gebäudeheizung verwendeten Anlagen – beispielsweise Wärmeerzeuger, Steuerungssystem und Umwälzpumpe – mit Heizkesseln mit einer Nennleistung von mehr als 20 kW für Raumheizungszwecke zu gewährleisten. Diese Inspektion umfasst auch die Prüfung des Wirkungsgrads der Kessel und der Kesseldimensionierung im Verhältnis zum Heizbedarf des Gebäudes. Die Prüfung der Dimensionierung von Heizkesseln braucht nicht wiederholt zu werden, wenn in der Zwischenzeit an der betreffenden Heizungsanlage keine Änderungen vorgenommen wurden oder in Bezug auf den Wärmebedarf des Gebäudes keine Änderungen eingetreten sind. (...)“*

*(2010/31/EU, Artikel 14, Absatz 1)<sup>1</sup>*

In Artikel 14 Absatz 4 der Richtlinie wird den Mitgliedsstaaten die Option eingeräumt, eine Gleichwertigkeit der nationalen Ersatzmaßnahmen mit den Anforderungen aus Absatz 1 bis 3 nachzuweisen:

*„...Maßnahmen (zu) beschließen, um sicherzustellen, dass die Nutzer Ratschläge zum Austausch der Kessel, zu sonstigen Veränderungen an der Heizungsanlage und zu Alternativlösungen erhalten, um den Wirkungsgrad und die Zweckmäßigkeit der Dimensionierung des Heizkessels zu beurteilen. Die Gesamtauswirkungen dieses Ansatzes müssen denen, die bei Anwendung der Absätze 1, 2 und 3 entstehen, gleichwertig sein. (...)“*

*(2010/31/EU, Artikel 14, Absatz 4)*

Ziel des ersten „Gutachten[s] zur Umsetzung von Artikel 14 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ [BMVBS 19/2013] war es, mit Hilfe eines Szenarien-Vergleichs zu untersuchen, ob die in Deutschland ergriffenen Ersatzmaßnahmen gemäß Artikel 14 Abs. 4 der Richtlinie in ihrer Wirkung für die Jahre 2013-2015 mindestens gleichwertig zu den erwarteten Einsparungen bei Umsetzung nach Artikel 14 Abs. 1 bis 3 sind. Dazu wurden in einem ersten Szenario (Referenzszenario) zunächst die gemäß den Absätzen 1, 2 und 3 des Artikels 14 der Richtlinie zu erwartenden Primärenergieeinsparungen ermittelt. In einem zweiten Szenario (Istszenario) wurden die primärenergetischen Wirkungen ausgewählter deutscher Ersatzmaßnahmen bestimmt. Bei der Bestimmung der Primärenergieeinsparungen wurde soweit wie möglich auf wissenschaftlich belastbare Daten zurückgegriffen. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden durch eine Sensitivitätsanalyse, bei der die möglichen Unsicherheiten einzelner Parameter berücksichtigt wurden, untermauert. Am Ende des Gutachtens wurden die Ergebnisse der beiden Szenarien – unter

---

<sup>1</sup> Absatz 2 und 3 der Richtlinie beschreiben die Inspektionsintervalle.

Berücksichtigung der Sensitivitätsanalyse – gegenübergestellt. Neben den Primärenergiebedarfseinsparungen wurden jeweils auch die Einsparungen beim Endenergiebedarf und den resultierende CO<sub>2</sub>-Emissionen angegeben.

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist es, ein entsprechend aktualisiertes Gleichwertigkeitsgutachten für den Berichtszeitraum 2014-2016 zu erstellen und darüber hinaus eine Ex-post Evaluation für das Jahr 2013 durchzuführen (vgl. Kapitel 2).

Das Untersuchungskonzept und die Grundlagen werden in Kapitel 3 erläutert. Für den Gleichwertigkeitsnachweis werden, analog zu dem ersten Gutachten [BMVBS 19/2013], zunächst die gem. der Absätze 1, 2 und 3 des Artikels 14 der Richtlinie zu erwartenden Einsparungen ermittelt (Kapitel 4, Referenzszenario). Im 2. Schritt werden anschließend die Wirkungen der deutschen Ersatzmaßnahmen ermittelt (Kapitel 5, Istszenario).

Der Gleichwertigkeitsnachweis wird durch einen Vergleich der gem. Absatz 1, 2 und 3 des Artikels 14 zu erwartenden und der durch die Ersatzmaßnahmen erzielbaren Einsparungen erbracht (Kapitel 4). Die wissenschaftliche Belastbarkeit der Ergebnisse ist von höchster Relevanz, daher wird die Gleichwertigkeit der Ersatzmaßnahmen durch eine Sensitivitätsanalyse bekräftigt (Kapitel 6).

Die angewandte Methodik ist konform mit dem „Reporting Framework of equivalence“ vom 6. Juni 2014 (s. [Fant, Schettler-Köhler et al. 2014]), das die Ergebnisse einer internationalen Arbeitsgruppe zur Frage der Gleichwertigkeitsnachweise nach Artikel 14 Absatz 4 und 15 Absatz 4 der Richtlinie zusammenfasst und das von der Kommission am 21. Juni 2014 den Mitgliedstaaten als Leitlinie für ihre Berichterstattung vorgestellt wurde.

## 2 Ex-post Evaluation für das Jahr 2013

Im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] wurde der Zeitraum 2013-2015 zum Nachweis der Gleichwertigkeit nach Artikel 14 Absätze 1 bis 3 der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU) für Deutschland untersucht. Für das vergangene Jahr 2013 kann daher eine Ex-post Evaluation auf der Basis von nunmehr vorliegenden, aktuelleren Daten durchgeführt werden. Obwohl soweit wie möglich auf aktuellste Daten zurückgegriffen wird, liegen derzeit z.B. für die Evaluierungen der KfW- und MAP-Förderprogramme noch keine Daten für das Jahr 2013 vor. Durch die Verwendung der aktuell verfügbaren Daten ist jedoch von einer größeren Genauigkeit auszugehen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die veränderte Datenlage.

**Tabelle 1. Überblick der geänderten Datenlage und Änderungen gegenüber dem vorangegangenen Gutachten**

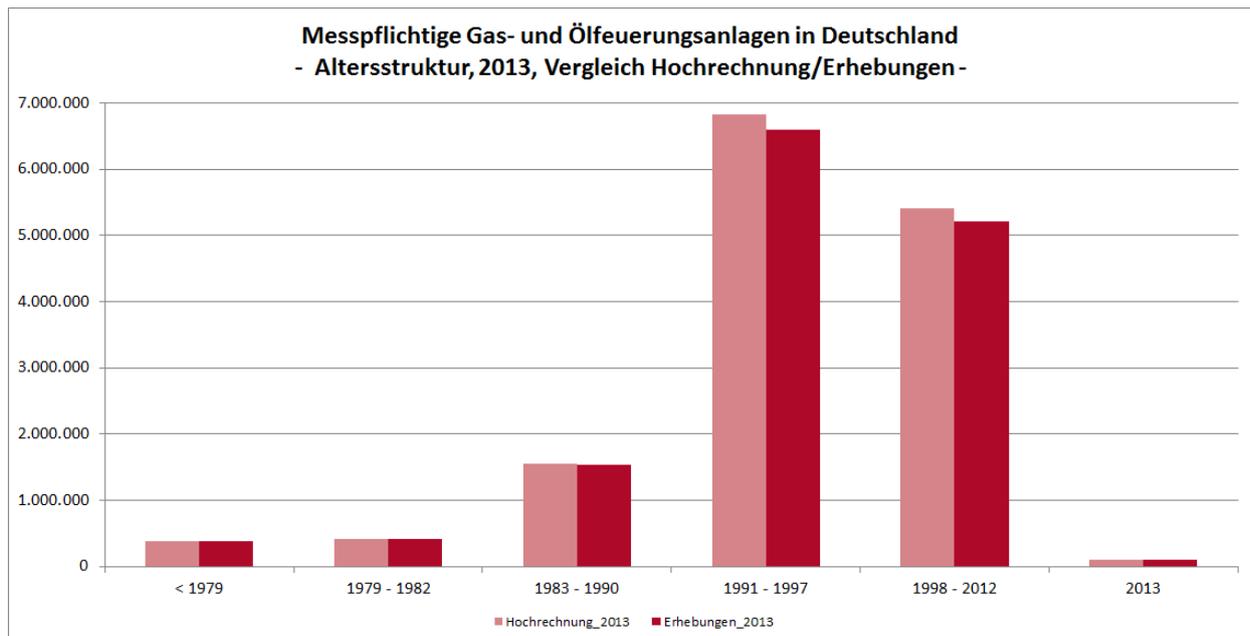
	Erstes Gutachten [BMVBS 19/2013]		Aktuell (Stand Juli 2014)	
	Quelle	Betrachtungs- zeitraum	Quelle	Betrachtungs- zeitraum
Mengengerüst	[ZIV]	2010-2012	[ZIV]	2010-2013
Abgasverlustüberschreitungen	Jahr 2012		Jahr 2013	
KfW Evaluierung	[Diefenbach, Gabriel et al. 2012]	2011	[Diefenbach, Stein et al. 2013]	2012
MAP Evaluierung	[Langniß, Nast et al. 2012]	2008-2011	[Langniß, Sperber et al. 2014]	2008-2012
Kalibrierung Endenergieverbrauch Raumwärme	[AG Energiebilanzen 2013]	2011	[AG Energiebilanzen 2014]	2008-2012*

\*) Methodikverbesserung: Durch die Trendbildung über mehrere Jahre können die Klimaeinflüsse besser berücksichtigt werden

Das erste „Gutachten zur Umsetzung von Artikel 14 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ [BMVBS 19/2013] konnte für die Erstellung des Mengengerüsts 2013 auf die Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks von 2010-2012 zurückgreifen. Die aktuelle Untersuchung kann zusätzlich die Erhebung aus dem Jahr 2013 miteinbeziehen und demnach einen Vergleich der bisherigen Hochrechnung mit denen für das Jahr 2013 erhobenen Zahlen vornehmen (s. Kapitel 2.1). Gleiches gilt für die Abgasgrenzwertüberschreitungen und die daraus abgeleiteten Kesselaustauschraten infolge der im Rahmen der 1. BImSchV durchzuführenden wiederkehrenden Messungen (s. Kapitel 2.2). In Kapitel 2.3 werden die aktuellsten Einsparungen des Marktanzreizprogramms (BAFA-Teil) und des KfW Programms „Energieeffizient Sanieren“ mit den bislang angenommenen Daten verglichen. Bei diesen kann, wie bei der in Kapitel 2.4 beschriebenen Kalibrierung mit Top-down Daten zum Endenergieverbrauch der Raumwärme gemäß [AG Energiebilanzen 2014], nur auf aktualisierte, nicht jedoch auf Zahlen für das Jahr 2013 zurückgegriffen werden. Alle relevanten Veränderungen werden in Kapitel 2.5 primärenergetisch für das Ist- und Referenzszenario ausgewertet.

## 2.1 Mengengerüst

Die folgenden Diagramme zeigen für die verschiedenen Baualtersklassen der Gas- und Ölfeuerungsanlagen die Unterschiede zwischen der **Hochrechnung** für das Jahr **2013** im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] und den **Erhebungen** für das Jahr **2013**, abgebildet durch die jährliche Publikation des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks („Erhebung des Schornsteinfegerhandwerks 2013“, [ZIV]).



**Abbildung 1. Wiederkehrend messpflichtige Gas- und Ölfeuerungsanlagen in Deutschland, Vergleich Hochrechnung/Erhebungen 2013, Altersstruktur, gem. [ZIV]**

Insgesamt hat die Hochrechnung des ersten Gutachtens in [BMVBS 19/2013] mit ca. **14,67 Mio.** Gas- und Ölfeuerungsanlagen den Bestand der messpflichtigen Anlagen des Jahres **2013** um **ca. 3,0 %** ggü. der Realität überschätzt (Realität: **14,22 Mio.**). Da diese Abweichung gleichsam sowohl für das Referenz- als auch für das Istszenario als Grundlage dienen, ist die sich daraus ergebende erwartete Abweichung beim Gleichwertigkeitsvergleich gering.

Die Auswirkung auf das Gesamtergebnis wird in Kapitel 2.5 quantifiziert.

Da die Erhebungen für das Jahr 2010 entgegen dem allgemeinen logischen Verständnis z.B. für die Kesselaltersklassen 1991 bis 1997 eine geringere Anlagenanzahl aufweisen als die Jahre danach, werden für die weiteren Hochrechnungen in diesem Gutachten die Ergebnisse aus [ZIV] erst nach 2010 herangezogen.

Diese neue Hochrechnung führt zu **13,94 Mio.** messpflichtigen Gas- und Ölfeuerungsanlagen im Jahr **2014**.

## 2.2 Häufigkeit von Kesselerneuerungen infolge der wiederkehrenden Messungen gemäß 1. BImSchV

Bei den im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] angenommenen Kesselaustauschraten von **2,0 %**, die im Zusammenhang mit den wiederkehrenden Abgasverlustmessungen der 1. BImSchV zu sehen sind, wurde davon ausgegangen, dass Kessel insbesondere aus zwei möglichen Gründen in diesem Zusammenhang ausgetauscht (vgl. Kapitel 5.3) werden:

- Direkter Einfluss  
Aktionszwang aufgrund des Überschreitens der Abgasverlustgrenzwerte, d.h. die Notwendigkeit bei der nächsten Messung die Grenzwerte wieder einzuhalten (Nachbesserung oder Kesseltausch).
- Indirekter Einfluss  
Beratung durch den Schornsteinfeger, dass ein Austausch eines alten, ineffizienten Kessels eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Maßnahme darstellt.

Es ist daher von einem direkten Zusammenhang zwischen beobachteten Überschreitungen der Abgasverlustgrenzwerte und den insgesamt durch die im Rahmen der 1. BImSchV durchgeführten wiederkehrenden Messungen bedingten Kesselerneuerungen auszugehen.

Die Entwicklung der Überschreitungen der Abgasverlustgrenzwerte stellt sich für die Jahre 2011 bis 2013 wie folgt dar.

**Tabelle 2. Entwicklung der Überschreitungen der Abgasverlustgrenzwerte, Gas- und Ölfeuerungsanlagen, 2011-2013, [ZIV]**

Feuerungsanlagen	2011	2012	2013
Gas	2,8 %	2,5 %	2,1 %
Öl	4,0 %	3,3 %	3,0 %
<b>Insgesamt</b>	<b>3,2 %</b>	<b>2,8 %</b>	<b>2,4 %</b>

Aus den Zahlen der Tabelle 2 ist ein klarer Trend ablesbar, der künftig auf einen weiteren Rückgang der Grenzwertüberschreitungen hindeutet.

Die im ersten Gutachten für das Jahr **2013** angenommene Austauschrate von **2,0 %** würde in etwa einem Anteil 80 % der tatsächlich beobachteten Abgasgrenzwertüberschreitungen entsprechen. Diese Annahme erscheint unter Berücksichtigung des oben beschriebenen direkten und indirekten Einflusses durch die wiederkehrenden Messungen **für das Jahr 2013 plausibel**.

Anstatt wie bisher von einer Austauschrate von 2,0 % auszugehen, erscheint es jedoch sinnvoll, für den Untersuchungszeitraum **2014-2016** eine geringere Austauschrate vorauszusetzen. Im Sinne eines konservativen Ansatzes halten wir hierfür eine Austauschrate von **1,6 %** für angemessen (siehe Kapitel 5.3).

Die Auswirkung dieser Veränderung auf das Gesamtergebnis wird in Kapitel 2.5 quantifiziert.

## 2.3 Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms (KfW) und im Rahmen des Marktanreizprogramms (BAFA)

Die Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms (Förderung durch Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW) und der Förderung im Rahmen des Marktanreizprogramms (Förderung durch Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle und Kreditanstalt für Wiederaufbau, BAFA) wurden zuletzt für das Jahr 2012 durch [Diefenbach, Stein et al. 2013] und [Langniß, Sperber et al. 2014] evaluiert. Da Zahlen für das Jahr 2013 noch nicht vorliegen, können für die vorliegende Ex-post Evaluation nur die derzeit aktuellsten Daten aus dem Jahre 2012 statt 2011 (erstes Gutachten) herangezogen werden.

Das **KfW**-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm verzeichnet einen deutlichen Anstieg der Gesamtförderquote und des Anteils der Biomassekessel.

**Tabelle 3. Entwicklung der Anzahl der im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms (KfW) geförderten Biomassekessel und Wärmepumpen, 2011-2012, [Diefenbach, Stein et al. 2013]**

	2011	2012
<b>Biomassekessel</b>	3.045	5.701
<b>Wärmepumpen</b>	1.135	0*

\*) Gemäß Bericht von [Diefenbach, Stein et al. 2013] ergäbe sich für 2012 sogar eine geringere Anzahl von Wärmepumpen nach der (von der KfW geförderten) Sanierung. Es wird jedoch in dem Bericht auf die durch die geringe Stichprobenzahl bedingte, Ungenauigkeit bei kleinen Anteilen hingewiesen. Offensichtlich wurde somit in 2012 im Rahmen des KfW-Programms nur eine geringe Anzahl von Wärmepumpen anstelle von fossilen Kesseln installiert. Im Sinne einer konservativen Annahme wird im Folgenden die Wirkung der KfW-Ersatzmaßnahme „Austausch eines fossilen Kessels durch eine Wärmepumpe“ auch für 2013 als vernachlässigbar eingestuft.

Der deutliche Anstieg der Förderzahlen von Biomassekesseln bei dem CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm führt zu einer signifikanten Steigerung der entsprechenden Primärenergieeinsparungen (vgl. Tabelle 5).

Die Entwicklung der Zahlen der im Rahmen des Marktanreizprogramms (**BAFA**) geförderten Biomassekessel und Wärmepumpen zeigt ebenfalls bei den Biomassekesseln einen signifikanten Anstieg innerhalb der letzten drei Jahre.

**Tabelle 4. Entwicklung der Anzahl der im Rahmen des Marktanreizprogramms (BAFA) geförderten Biomassekessel und Wärmepumpen, 2008-2012, [Langniß, Sperber et al. 2014]**

	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Biomassekessel</b>	53.736	51.500	13.912	21.139	29.185
<b>Wärmepumpen</b>	31.844	29.089	5.009	4.347	4.451

Die Entwicklung der Förderzahlen ist nicht nur von den Förderbedingungen selbst, sondern auch generell vom wirtschaftlichen Umfeld (Technologie- und Energiekosten) abhängig. Aufgrund der schwierigen Vorhersehbarkeit und der fehlenden Zahlen für das Jahr 2013 ist die bisherige Vorgehensweise, bei der für die Bewertung des MAP BAFA-Anteils der anrechenbaren Primärenergieeinsparungen das Minimum der Zahlen seit 2008 herangezogen wird (Minimum = Jahr 2010), weiterhin zulässig. Vor dem Hintergrund der Entwicklung der Förderzahlen der Pelletkessel seit 2010 ist diese Annahme jedoch als sehr konservativ zu sehen.

Näheres zur Berechnungsmethodik zur Bestimmung der Einsparungen, die aus der BAFA und KfW Förderung hervorgehen, kann den Kapiteln 5.1.2.1 und 5.1.2.2 entnommen werden.

Die folgende Tabelle stellt die Primärenergieeinsparungen des ersten Gutachtens [BMVBS 19/2013] mit denen der aktuelleren Erkenntnisse gegenüber.

**Tabelle 5. Vergleich der relevanten Primärenergieeinsparungen aus KfW und MAP Förderung für das Jahr 2013, gemäß [BMVBS 19/2013] (erstes Gutachten) bzw. nach aktualisierten Daten gem. [Diefenbach, Stein et al. 2013] und [Langniß, Sperber et al. 2014] (Aktuell)**

	<b>Primärenergieeinsparungen [GWh]</b>	<b>Primärenergieeinsparungen [GWh]</b>
	<b>Erstes Gutachten</b>	<b>Aktuell (Stand Juli 2014)</b>
KfW, Energieeffizient Sanieren *	27	63
MAP, BAFA-Teil *	106	106
<b>Summe</b>	<b>133</b>	<b>169</b>

\*) Anmerkung: Doppelzählungen sind wegen Überschneidung auch aus BImSchV resultierender Maßnahmen möglich. Da jedoch davon auszugehen ist dass, die Hauseigentümer, die Fördermittel für erneuerbare Energien in Anspruch nehmen, in der Regel zu einer anderen Personengruppe gehören als diejenigen, die einen alten Heizkessel solange nutzen, bis dessen Grenzwerte überschritten werden, ist es sehr wahrscheinlich, dass entsprechende Überschneidungen eher gering sind.

Die Auswirkung dieser Veränderung auf das Gesamtergebnis wird in Kapitel 2.5 dargestellt.

## 2.4 Top-down-Kalibrierung des Raumwärme-Endenergieverbrauchs

Zur Validierung des Baselineszenarios wurde im Rahmen des ersten Gutachtens eine Top-Down Kalibrierung des Raumwärme-Endenergieverbrauchs unter Berücksichtigung der Daten aus [AG Energiebilanzen 2013] durchgeführt (vgl. Kapitel 3).

Für die vorliegende Untersuchung wird, im Gegensatz zum ersten Gutachten, die Entwicklung der bekannten Jahre 2008 bis 2012 aus [AG Energiebilanzen 2014] verwendet und auf das Jahr 2013 extrapoliert. Diese Änderung halten wir für sinnvoll, da dadurch neben der technischen Entwicklung nun auch die witterungsbedingten Einflüsse besser berücksichtigt werden.

Tabelle 6 stellt die Veränderungen der für die Kalibrierung verwendeten Endenergieverbräuche für Raumwärme im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] und in der vorliegenden Untersuchung dar.

**Tabelle 6. Endenergieverbrauch Raumwärme erzeugt durch Gas- und Ölkessel für das Jahr 2013, abgeleitet, jeweils aus [AG Energiebilanzen 2013] (erstes Gutachten) und [AG Energiebilanzen 2014] (vorliegendes Gutachten)**

	<b>Endenergieverbrauch Raumwärme 2013 Gas- und Ölkessel [TWh/a]</b>	
	<b>Erstes Gutachten</b>	<b>Aktuell (Stand Juli 2014)</b>
Gas / Öl	422	476

Es zeigt sich, dass die zu berücksichtigenden Raumwärme-Endenergieverbräuche zwar deutlich voneinander abweichen, da diese Werte die Ausgangslage für beide im Folgenden betrachteten Vergleichsszenarien (Ist- und Referenzszenario) darstellen, sind dennoch nur geringe Abweichungen in der maßgeblichen Differenz der Einsparungen zu erwarten.

Die Auswirkung dieser Veränderung auf das Gesamtergebnis wird in Kapitel 2.5 quantifiziert.

## 2.5 Ergebnis der Ex-post-Evaluation

Die Auswirkungen der in den vorherigen Kapiteln thematisierten Veränderungen im Vergleich zum ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] werden in diesem Kapitel zunächst stufenweise gegenübergestellt.

Die Einzelauswirkungen sowohl für das Referenz- als auch für das Ist Szenario nach Anpassung

- des Mengengerüsts (s. Kapitel 2.1)
- der Kesselaustauschrate (s. Kapitel 2.2)
- der KfW- und MAP-Evaluierungen (s. Kapitel 2.3)
- der Top-Down Kalibrierung (s. Kapitel 2.4)

zeigt Tabelle 7.

**Tabelle 7. Einzelauswirkungen der Primärenergieeinsparungen Ist-/Referenzszenario für das Jahr 2013**

	Szenario	Primärenergieeinsparungen 2013* [GWh/a]	
		Erstes Gutachten	Aktuell (Stand Juli 2014)
Anpassung Mengengerüst	Referenz	287	286
	Ist	712	707
Anpassung Kesselaustauschrate	Referenz	287	<i>Keine Anpassung</i>
	Ist	712	<i>Keine Anpassung</i>
Anpassung KfW- und MAP- Evaluierungen	Referenz	287	<i>Keine Auswirkung</i>
	Ist	712	748
Anpassung Top-Down Kalibrierung für Endenergieverbrauch Raumwärme	Referenz	287	318
	Ist	712	770

\*) Gesamteinsparungen für das Jahr 2013: Beim Ist-Szenario inklusive KfW- und BAFA-Einsparungen und bei Referenz-Szenario inklusive separat bestimmter theoretischer Einsparungen aus verbesserter Wärmeübergabe und hydraulischem Abgleich

Aus den Daten des Bundesverbands des Schornstiefegerhandwerks (ZIV) für das Jahr 2013 ergaben sich mögliche Anpassungen für das Mengengerüst und die Kesselaustauschrate.

Die in Kapitel 2.1 beschriebenen Anpassungen des Mengengerüsts haben nur geringe Auswirkungen auf die Einsparungen in den beiden Szenarien (s. Tabelle 7). Die dargestellten Unterschiede ergeben

sich durch verschiedene Einsparpotentiale und Umsetzungshäufigkeiten in den jeweils stärker oder schwächer vertretenen Kombinationen aus Leistungs- und Altersklasse.

Die Annahme des ersten Gutachtens für die Kesselaustauschrates in 2013 wird durch die Daten des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV) für das Jahr 2013 bestätigt, so dass hierfür keine Anpassung notwendig war.

Die weiteren teilweise nicht unerheblichen Änderungen bei den Primärenergieeinsparungen (Wirkungen KfW- und MAP-Evaluierungen und Anpassung der Top-Down Kalibrierung für Endenergieverbrauch-Raumwärme) resultieren aus aktualisierten und verbesserten Annahmen, nicht jedoch auf konkreten diesbezüglichen Zahlen für das Jahr 2013, die zum Zeitpunkt des Gutachtens (Stand Juli 2014) noch nicht vorliegen.

Unter Berücksichtigung aller Faktoren ergeben sich im Vergleich zu dem ersten Gutachten die folgenden Primärenergieeinsparungen für das Ist- und das Referenzszenario (Tabelle 8).

**Tabelle 8. Vergleich der Primärenergieeinsparungen für das Referenz- und das Ist-szenario für das Jahr 2013, gemäß erstem Gutachten und abgeleitet aus den aktuell verfügbaren Daten**

Szenario	Primärenergieeinsparungen [GWh/a]		Prozentuale Abweichung [%]
	Erstes Gutachten	Aktuell (Stand Juli 2014)	
Referenz	287*	317	
Ist	712**	801	
<b>Differenz Ist-Referenz</b>	<b>425</b>	<b>484</b>	<b>+ 14 %</b>

\*) inklusive separat bestimmter theoretischer Einsparungen aus verbesserter Wärmeübergabe und hydraulischem Abgleich

\*\*\*) inklusive KfW- und BAFA-Einsparungen

Wie Tabelle 8 zeigt, steigen mit den aktuellen Zahlen die Primärenergieeinsparungen des Ist-szenarios stärker an als die Einsparungen, die bei einer Umsetzung des Referenzszenarios hätten erzielt werden können. Demnach bestätigen die Ergebnisse der vorliegenden Ex-post Evaluation des Jahres 2013 die im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] getroffene Annahme, dass die Ersatzmaßnahmen zu höheren Primärenergieeinsparungen führen als durch die Einführung von Inspektionen von Heizungsanlagen gemäß Artikel 14 EPBD zu erwarten gewesen wären.

Die im ersten Gutachten [BMVBS 19/2013] festgestellte Gleichwertigkeit des Ist- mit dem Referenzszenario kann nach der Evaluation des Jahres 2013 somit unter Berücksichtigung der aktuellsten verfügbaren Daten bestätigt werden.

## 3 Untersuchungskonzept und Grundlagen

### 3.1 Untersuchungskonzept

Das Untersuchungskonzept wird im Wesentlichen aus dem ersten Gutachten übernommen. Soweit neuere Daten verfügbar waren, werden die Annahmen aktualisiert.

Die vorliegende Untersuchung wird demnach wie das erste Gutachten in folgende Arbeitsschritte unterteilt (siehe Abbildung 2):

1. Entwicklung der Grundlagen für den Vergleich der zu erstellenden Szenarien:
  - a. Entwicklung des Mengengerüsts
  - b. Entwicklung des Baselineszenarios
2. Bewertung der hypothetischen Inspektionen nach Artikel 14 Absatz 1 bis 3  
Gesamtenergieeffizienzrichtlinie (sog. Referenzszenario)
3. Bewertung der deutschen Ersatzmaßnahmen nach Artikel 14 Absatz 4  
Gesamtenergieeffizienzrichtlinie (sog. Istszenario)
4. Sensitivitätsbetrachtung der Ergebnisse
5. Gegenüberstellung der Ergebnisse

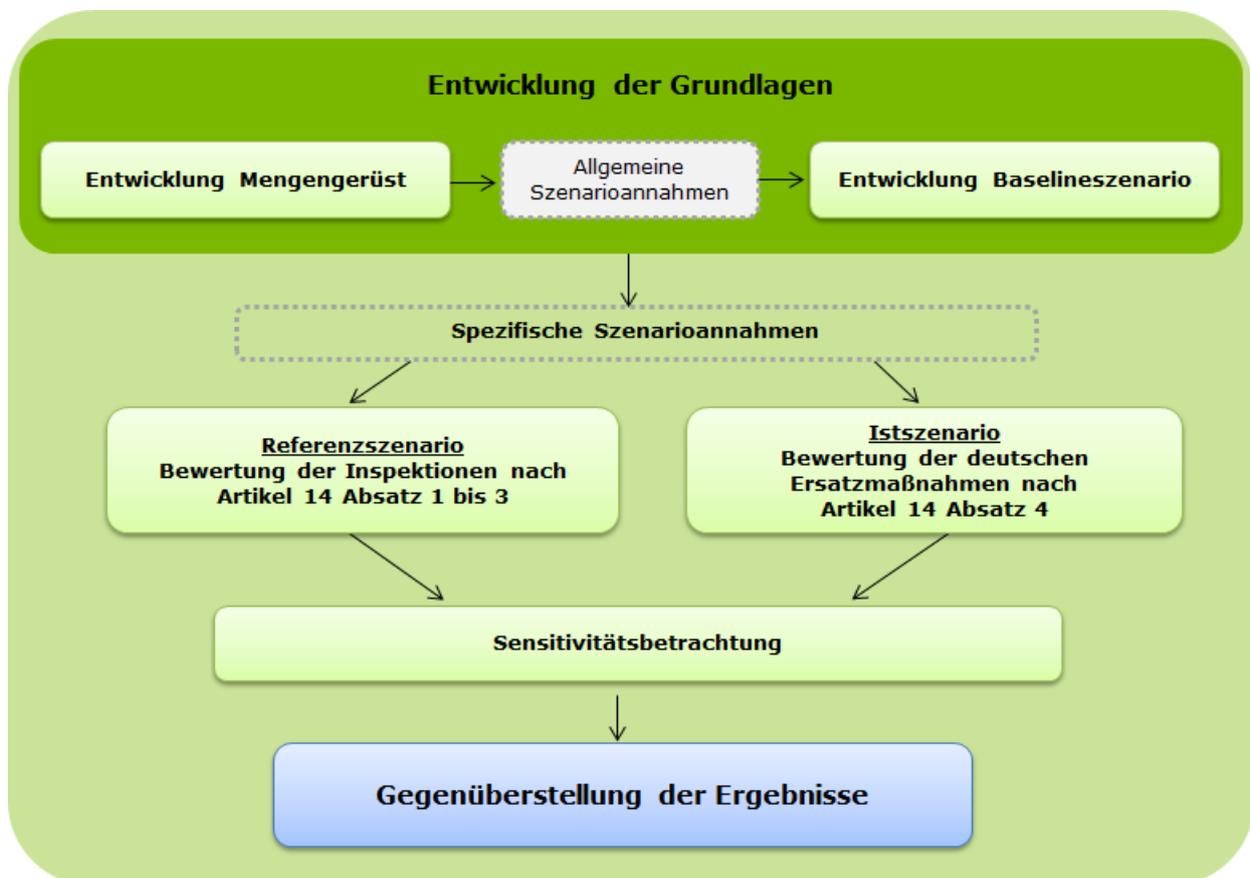


Abbildung 2: Vorgehensweise in der Untersuchung

Aufbauend auf dem Mengengerüst der Heizungsanlagen in Deutschland (siehe Kapitel 3.2.1) wird zunächst ein sog. „Baselineszenario“ entworfen, welches als Grundlage für den Vergleich von Referenzszenario (hypothetische Primärenergieeinsparungen nach Artikel 14, Absatz 1-3) und Istszenario (tatsächliche Primärenergieeinsparungen durch Ersatzmaßnahmen nach Artikel 14, Absatz 4) dient.

### **3.1.1 Baselineszenario**

Im **Baselineszenario** wird davon ausgegangen, dass ab 2014 weder Heizungsinspektionen nach Artikel 14 der Gebäude richtlinie, noch Ersatzmaßnahmen (siehe Istszenario) implementiert sind. Eigentlich müsste im Baselineszenario eine theoretische Situation im Jahre 2014 abgebildet werden, bei der keine der gültigen Ersatzmaßnahmen jemals vorher implementiert wurde. Da dieses Szenario jedoch sehr theoretisch und wenig belastbar wäre, wird im Sinne einer sehr konservativen Annahme die aktuelle Situation als Ausgangswert im Baselineszenario herangezogen: Alle beschriebenen Ersatzmaßnahmen sind jedoch teilweise seit Jahrzehnten implementiert. Hinsichtlich deren Wirkungen sind daher bereits erhebliche Sättigungseffekte eingetreten.

### **3.1.2 Referenzszenario**

Im **Referenzszenario** werden die hypothetischen Primärenergieeinsparungen, im Fall der fiktiven Inspektionen nach Artikel 14 der EU-Gebäude richtlinie, ermittelt. Dazu wird in einem ersten Schritt der Rahmen der Heizungsinspektion nach Artikel 14 festgelegt, um im zweiten Schritt die erwarteten Primärenergieeinsparungen des fiktiven Prüfsystems, getrennt nach Wärmeerzeugung/-verteilung und Wärmeübergabe, zu berechnen. Die sinnvollen Maßnahmenpakete und die sich daraus ergebenden Primärenergieeinsparungen werden separat für jede Klasse des Mengengerüsts (getrennt nach Kesselalter und Kesselgröße) bestimmt. Die sich durch die Maßnahmenpakete ergebenden Primärenergieeinsparungen werden von den folgenden Faktoren beeinflusst:

1. Mögliche Energiebedarfsreduzierung bei Implementierung der sich aus den Heizungsinspektionen ergebenden sinnvollen Maßnahmenpakete (getrennt nach Brennstoff und Strom)
2. Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit des Paketes in der jeweiligen Klasse
3. Umsetzungswahrscheinlichkeit
4. Primärenergiefaktoren
5. Inspektionsintervalle

Die jährlichen Primärenergieeinsparungen für jede Klasse werden durch Multiplikation der Punkte 1) bis 4) errechnet und aufsummiert. Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Inspektionsintervalle wird daraus anschließend die zu erwartende gesamte Primärenergieeinsparung berechnet werden.

### 3.1.3 Istscenario

Im **Istscenario** werden die Primärenergieeinsparungen für die existierenden Ersatzmaßnahmen ermittelt. Dazu werden existierende (Ersatz-)Maßnahmen beschrieben und deren Einsparpotential quantifiziert.

Die (Ersatz-) Maßnahmen können in drei Kategorien untergliedert werden

- **Regulatorische Maßnahmen**  
(Diese sind wesentlich, da im Gegensatz zu allen anderen ordnungsrechtlich bewehrt.):
  - o Wiederkehrende Messungen auf Grundlage der 1. BImSchV (Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen -)
  - o Anforderungen der [EnEV 2013] (§ 10, 11, 14, 26a und 26b, 27)
- **Finanzielle Maßnahmen:**
  - o KfW<sup>2</sup> Energieeffizient Sanieren-Programm-Teil des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms
  - o BAFA<sup>3</sup>-Teil des Marktanreizprogramms
- **Informative Maßnahmen**  
Insbesondere Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen dieses Gutachtens werden detailliert die Primärenergieeinsparungen von

- **wiederkehrenden Messungen auf Grundlage der 1. BImSchV**
- **Neuregelungen des § 10 der [EnEV 2013]**
- **dem KfW Energieeffizient Sanieren-Programms** (Teil des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms) und von
- **dem BAFA-Teil des Marktanreizprogramms**

quantifiziert, da für diese (Ersatz-) Maßnahmen auf eine verhältnismäßig gute Datengrundlage zurückgegriffen werden kann.

Die Primärenergieeinsparungen, die sich aus den weiteren Maßnahmen erzielen lassen, werden ebenfalls bei der Bewertung berücksichtigt. Eine genauere Quantifizierung ist jedoch, wie sich noch zeigen wird, nicht notwendig.

### 3.1.4 Sensitivitätsanalyse und Prüfung der Gleichwertigkeit

Bei der anschließenden **Sensitivitätsanalyse** wird der Einfluss möglicher Abweichungen der Eingangsparameter auf die Berechnungsergebnisse bestimmt und bewertet.

---

<sup>2</sup> Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

<sup>3</sup> Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

In der abschließenden Gegenüberstellung der Ergebnisse wird untersucht, ob die aus den Ersatzmaßnahmen resultierenden Primärenergieeinsparungen mindestens den hypothetischen Primärenergieeinsparungen nach Artikel 14, Absatz 1-3 entsprechen (Prüfung der Gleichwertigkeit).

## 3.2 Allgemeine Grundlagen

### 3.2.1 Entwicklung des Mengengerüsts der Heizkessel in Deutschland

Bei der Entwicklung des Mengengerüsts der Heizkessel wird im Wesentlichen auf die umfangreiche Datensammlung des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks -Zentralinnungsverband (ZIV)- zurückgegriffen. Die Datensammlungen beinhalten detaillierte Informationen zu den nach der 1. BImSchV wiederkehrend messpflichtigen Öl- und Gasfeuerungsanlagen, aus denen die Bestände von Konstant- und Niedertemperaturkesseln der Energieträger Gas und Öl abgeleitet werden können<sup>4</sup>. Die Daten werden mit der Studie von [SHELL/BDH 2013] abgeglichen, die unter anderem auch Informationen über die Anzahl der Brennwert- und Festbrennstoffkesseln (Kohle und Holz) enthält. Wie im Kapitel 3.3 noch näher erläutert wird, sind jedoch die im Rahmen dieser Untersuchung zu erwartenden Effekte, die von den Brennwert- und Festbrennstoffkessel ausgehen, aus unterschiedlichen Gründen vergleichsweise gering.

---

<sup>4</sup> Die Daten der Gas- und Ölfeuerungsanlagen aus den Jahren 2011-2013 werden linear auf das Anfangsjahr des Betrachtungszeitraumes (2013) extrapoliert. Offensichtlich sind die Daten erst ab 2011 konsistent, weshalb die Daten für das Jahr 2010 aus der Extrapolation herausgenommen werden.

### 3.2.1.1 Bestand Gaskessel

Die etwa **8,75 Mio.** wiederkehrend messpflichtigen Gaskessel im Jahr **2014** (hochgerechnet aus 2011-2013) verteilen sich anhand der in der Datensammlung ZIV festgelegten Kesselalters- und Kesselleistungsklassen wie in den folgenden Diagrammen. Der Anteil der Gas-Brennwertkessel am Gesamtbestand der Gaskessel kann in Anlehnung an die Studie von [SHELL/BDH 2013] mit ca. 33 % abgeschätzt werden. Diese sind in den folgenden Datensätzen nicht enthalten.

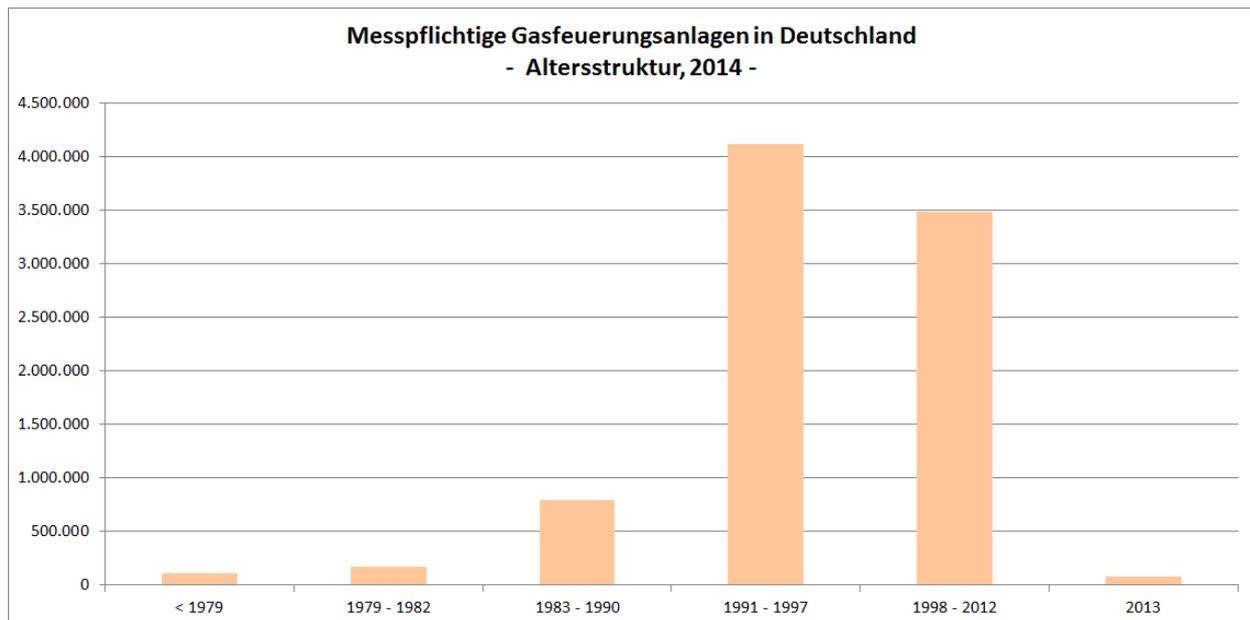


Abbildung 3. Wiederkehrend messpflichtige Gasfeuerungsanlagen in Deutschland, 2014, Altersstruktur, gem. [ZIV]

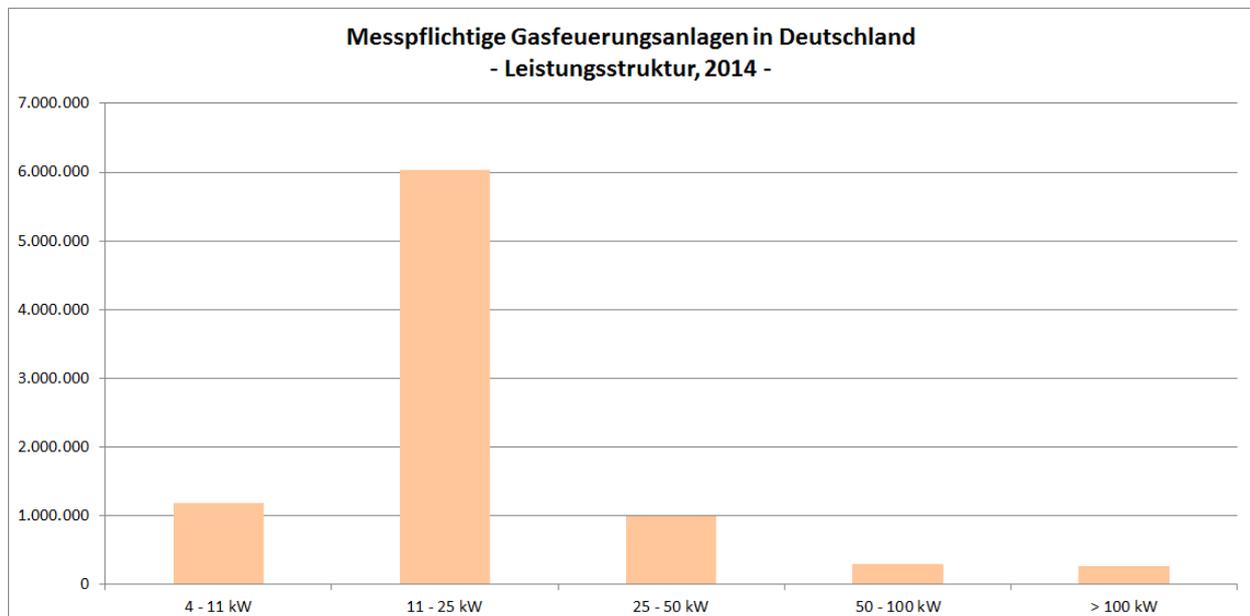


Abbildung 4. Wiederkehrend messpflichtige Gasfeuerungsanlagen in Deutschland, 2014, Leistungsstruktur, gem. [ZIV]

Eine Verschneidung der Alters- und Leistungsstruktur führt zu folgendem Ergebnis.

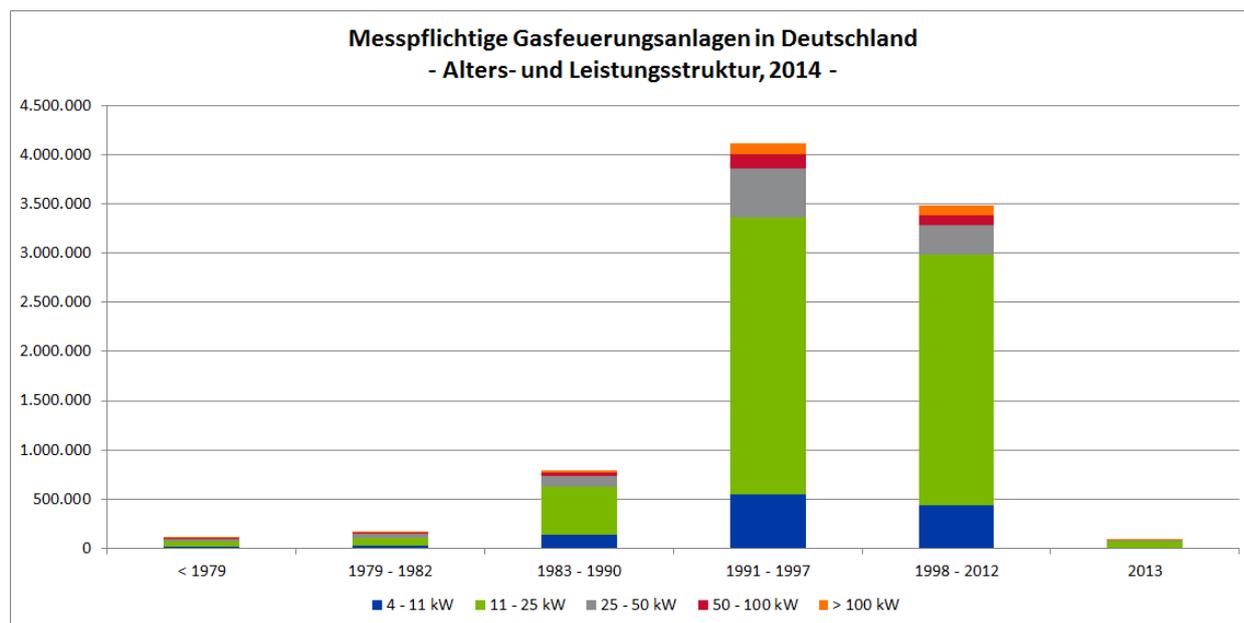
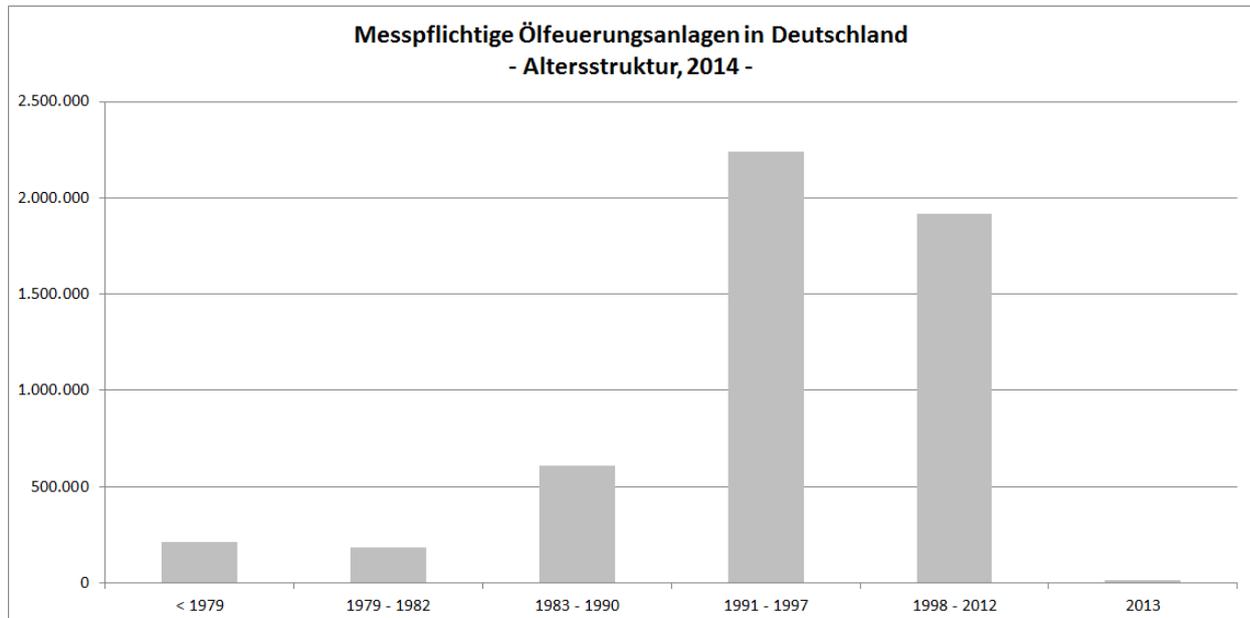


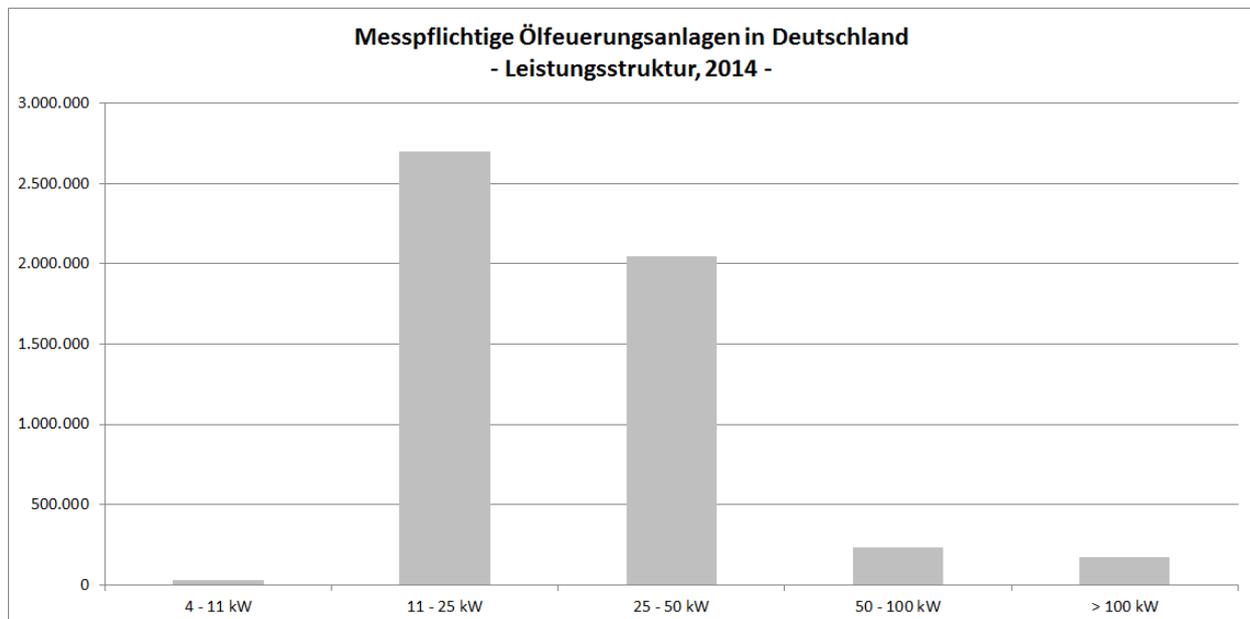
Abbildung 5. Wiederkehrend messpflichtige Gasfeuerungsanlagen in Deutschland, 2014, Alters- und Leistungsstruktur, gem. [ZIV]

### 3.2.1.2 Bestand Heizölkessel

Die ca. **5,18 Mio.** wiederkehrend messpflichtigen Heizölkessel im Jahr **2014** (hochgerechnet aus 2011-2013) verteilen sich anhand der vom ZIV festgelegten Kesselalters- und Kesselleistungsklassen wie in den folgenden Diagrammen. Der Anteil der Öl-Brennwertkessel am Gesamtbestand der Ölkessel kann in Anlehnung an die Studie von [SHELL/BDH 2013] mit ca. 13 % abgeschätzt werden. Diese sind in den folgenden Datensätzen nicht enthalten.

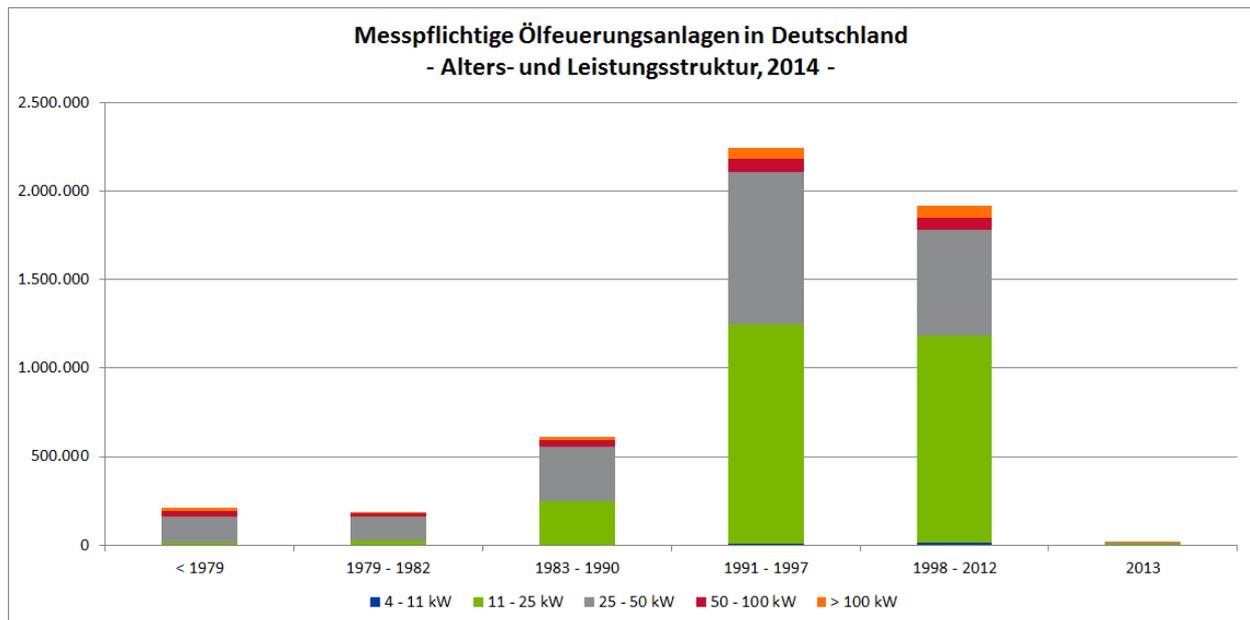


**Abbildung 6. Wiederkehrend messpflichtige Heizölfeuerungsanlagen in Deutschland, 2013, Altersstruktur, gem. [ZIV] ohne Brennwertgeräte.**



**Abbildung 7. Wiederkehrend messpflichtige Heizölfeuerungsanlagen in Deutschland, 2013, Leistungsstruktur, gem. [ZIV] ohne Brennwertgeräte.**

Eine Verschneidung der Alters- und Leistungsstruktur führt zu folgendem Ergebnis.



**Abbildung 8. Wiederkehrend messpflichtige Heizölfeuerungsanlagen in Deutschland, 2013, Alters- und Leistungsstruktur, gem. [ZIV] ohne Brennwertgeräte.**

### 2.2.1.3 Bestand Festbrennstoffkessel

Im Rahmen dieser Untersuchung werden zwei wesentliche Quellen zum aktuellen Bestand der Festbrennstoffkessel herangezogen: [DEPV 2014] und [ZIV].

Die ermittelten Werte stellen sich für das Jahr 2013 wie folgt dar:

- [DEPV 2014] <sup>5</sup>
  - o Pelletkaminöfen: 100.000
  - o Pelletkessel < 50 kW <sup>6</sup>: 212.500
  - o Pelletkessel > 50 kW <sup>7</sup>: 9.000
- [ZIV] <sup>8</sup>
  - o Überwachung handbeschickter Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe: 77.000
  - o Überwachung mech. beschickter Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe: 85.400

Wie im folgenden Kapitel 3.3 noch näher erläutert wird, sind jedoch die im Rahmen dieser Untersuchung zu erwarteten Effekte, die von den Festbrennstoffkesseln ausgehen, vergleichsweise gering.

<sup>5</sup> Quellen: Deutsches Pelletinstitut auf Basis der Zahlen von Biomasseatlas.de, Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks - Zentralinnungsverband, HKI; Stand Januar 2014

<sup>6</sup> inkl. wasserführender Öfen

<sup>7</sup> inkl. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

<sup>8</sup> „Die Anzahlen von 2012 (vgl. erstes Gutachten) und 2013 sind nicht vergleichbar. Seit Januar 2013 besteht für holzartige Brennstoffe und ab September 2013 für kohleartige Brennstoffe eine erweiterte Messpflicht nach der 1. BImSchV.“ [ZIV], S.11

### 3.3 Annahmen Baselineszenario

Das Baselineszenario beschreibt - ausgehend von der aktuellen Situation - die Entwicklung des Mengengerüsts in die Zukunft. Berücksichtigt wird dabei ausschließlich der **Kesseltausch nach Ablauf der Lebensdauer der Kessel**. Andere Maßnahmen werden hierbei nicht berücksichtigt. Das Referenzszenario und das Istszenario bauen darauf auf.

Im Folgenden werden die für das Baselineszenario getroffenen Annahmen zusammengefasst.

Festbrennstoffkessel und andere Wärmeerzeuger (außer Gas- und Heizölkessel):

- Es ist davon auszugehen, dass der Energieträger **Kohle** bei Heizkesseln in den nächsten Jahren, wo dies möglich ist, unabhängig von den im Rahmen dieser Untersuchung zu variierenden Szenarien, ausgetauscht wird. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der extrem geringen Anzahl der noch existierenden Kessel ist es sinnvoll, diese im Rahmen der weiteren Betrachtungen zu vernachlässigen.
- Die möglichen Effekte, die von **Biomasse**kesseln ausgehen, sind ebenfalls gering. Da für diese Energieträger zum einen sehr günstige Primärenergiefaktoren (0,2 für Holzpellets, etc.) zu berücksichtigen sind, und zum anderen die Kesselzahlen im Vergleich zu den Anzahlen der Gas- und Ölkessel gering sind (vgl. vorheriges Kapitel), werden diese ebenfalls bei den weiteren Betrachtungen nicht gesondert berücksichtigt.
- **Wärmepumpen**-, **Fernwärme**- und **Strom**heizungsanlagen sind nicht Gegenstand von Artikel 14 der EPBD

Bei vorhandenem **Brennwertkessel Gas/Heizöl** besteht ein vernachlässigbares Primärenergieeinsparpotential, da

- Anlagen mit derartigen Kesseln überwiegend einem fortschrittlichen Stand der Technik entsprechen
- der tatsächliche Kesselwirkungsgrad nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand messtechnisch bestimmt werden könnte.

Die Gesamtzahl aller für diese Untersuchung relevanter Wärmeerzeuger (Stand 2014) wird für den gesamten Betrachtungszeitraum als konstant angenommen.

Unter Artikel 14 Absatz 1 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden fallen Anlagen mit mehr als 20 kW. Für die Wirkungsabschätzung muss daher die ZIV-Leistungsklasse 11 - 25 kW in einen Anteil größer- und einen kleiner-gleich 20 kW aufgeteilt werden. Dadurch entstehen die später verwendeten relevanten Klassen 11 bis 20 kW und >20 bis 50 kW. Da bezüglich der Aufteilung keine genaueren Informationen vorliegen, müssen Annahmen getroffen werden. Für die weiteren Untersuchungen wird der Anteil an Kesseln der Leistungsklassen >20 bis 25 kW mit 10% angenommen. Wir halten diese Annahme für einen oberen Grenzwert und damit für konservativ<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Im BEAM<sup>2</sup>-Modell (BEAM) von Ecofys werden beispielsweise hierfür Größenordnungen von ca. 4 bis 7 % (Heizöl bzw. Gas) ausgewiesen.

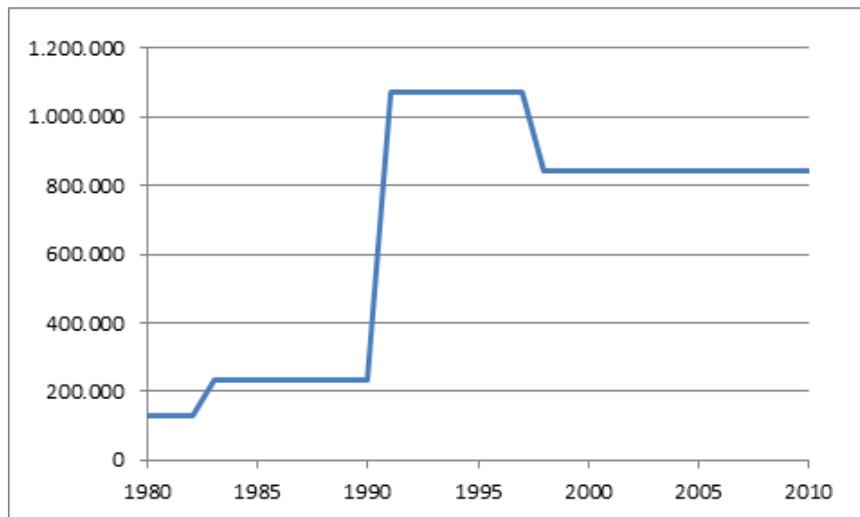
Zusammenfassend ergibt sich für die im Rahmen dieser Untersuchung relevanten Gas- und Heizölf Feuerungsanlagen das folgende Mengengerüst:

**Tabelle 9. Mengengerüsttabelle, Bestand 2014 an relevanten Öl- und Gaskessel, abgeleitet aus [ZIV]**

Altersklasse Heizkessel	Leistung des Heizkessels ≤ 20 kW		Leistung des Heizkessels > 20 kW		Gesamt
	Gas	Heizöl	Gas	Heizöl	
< 1979	26.400	37.733	84.000	175.567	<b>323.700</b>
1979 – 1982	38.533	16.900	133.033	169.867	<b>358.333</b>
1983 – 1990	166.933	39.967	627.500	571.600	<b>1.406.000</b>
1991 – 1997	690.000	86.533	3.424.000	2.154.800	<b>6.355.333</b>
1998 – 2012	534.833	82.567	2.947.767	1.832.400	<b>5.397.567</b>
2013	11.367	1.000	72.367	13.033	<b>97.767</b>
<b>Gesamt</b>	<b>1.468.067</b>	<b>264.700</b>	<b>7.288.667</b>	<b>4.917.267</b>	<b>13.938.700</b>

Die Einsatzdauer der Kessel ist sehr individuell. In Normen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (z.B. VDI 2067 oder EN 15459) werden 20 Jahre als typische Lebenserwartung angegeben. Dies deckt sich mit den Angaben von [Agethen et. al. 2008] und der Betrachtung zu den Kesselhäufigkeiten pro Jahrgang (vgl. Abbildung 9). Auch hier ist ein deutlicher Einbruch der Häufigkeiten bei der Altersklasse von über 20 Jahren zu erkennen. Gleichzeitig ist jedoch auch ein nicht unerheblicher Anteil an Kesseln zu beobachten, die deutlich länger eingesetzt werden. Aus den Austauschraten von Diefenbach (2,8 %/a) und den ZIV-Daten 2011-2013 (Austauschraten von Gas und Heizöl: > 2,6 %/a <sup>10</sup>) lässt sich ebenfalls auf eine durchschnittliche Einsatzdauer von deutlich über 20 Jahren schließen.

<sup>10</sup> Ohne Berücksichtigung der Austauschzahlen der Brennwertkessel und neuere Kessel ab 1998



**Abbildung 9: Kesselzahl in Abhängigkeit vom Kesselalter, nach [ZIV], Bezugsjahr 2010, Brennwertkesselanzahl nach [Wolff, Teuber et al. 2004] abgeschätzt**

Bei der Modellierung für die 1. BImSchV-Wirkungen und das Referenzszenario wird vereinfachend von einer konstanten Lebensdauer von **24 Jahren** für alle Kessel ausgegangen. Die reduzierte Anzahl von Kesseln, die gemäß [ZIV] länger als 20 Jahre im Betrieb sind, wird dabei im Modell als verlängerte Lebensdauer aller Kessel berücksichtigt, so dass die Gesamtrestlaufzeit (= Anzahl x Restlebensdauer) der alten Kessel über 20 Jahre erhalten bleibt, bzw. durch die Annahme von 24 Jahren sogar leicht überschätzt wird. Da durch diesen Ansatz die Wirkung der Neuerungen von §10 der [EnEV 2013] nicht abgebildet werden kann, wird hierfür eine separate Methodik entwickelt (siehe Kapitel 5.2.2).

Um die Restlebensdauern der Kessel bis zum normalen altersbedingten Kesseltausch berücksichtigen zu können, werden die Altersklassen gleichmäßig auf die einzelnen Jahre der Altersklasse verteilt.

Beispiel zur Veranschaulichung: Für Altersklasse 1979 - 1982, Gas, 4 – 11 kW:

Den Jahren 1979/1980/1981/1982 werden jeweils 6.708 (=26.833/4) Erzeuger zugeordnet.

Der jeweilige Urzustand der relevanten Parameter

- Erzeuger-Aufwandszahl
- Verteilverluste
- Hilfsenergiebedarf Erzeugung
- Hilfsenergiebedarf Verteilung

ist gem. [DIN V 4701-12: 2004-06] (Kessel, Speicher) und [PAS 1027] (Verteilung, Übergabe) <sup>11</sup> wie in Tabelle 10 dargestellt angenommen worden.

<sup>11</sup> Beide Quellen sind ausgewertet und zusammengefasst in der BMVBS-Bekanntmachung [BMVBS 2009].

**Tabelle 10. Erzeuger-Aufwandszahl/Verteilverluste/Hilfsenergiebedarf Erzeugung und Verteilung gem. [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027]**

Kesselleistung	Kesselalter	Erzeuger-Anlagen-aufwand	Verteilverluste	Hilfsenergiebedarf Erzeugung	Hilfsenergiebedarf auf Verteilung
> 4 - 11 kW	< 1979	1.47	5,633 kWh/a	90 kWh/a	173 kWh/a
> 4 - 11 kW	1979 - 1982	1.47	5,633 kWh/a	90 kWh/a	173 kWh/a
> 4 - 11 kW	1983 - 1990	1.24	1,515 kWh/a	90 kWh/a	143 kWh/a
> 4 - 11 kW	1991 - 1997	1.19	1,515 kWh/a	60 kWh/a	143 kWh/a
> 4 - 11 kW	1998 - 2012	1.14	698 kWh/a	53 kWh/a	120 kWh/a
> 4 - 11 kW	2013	1.14	698 kWh/a	53 kWh/a	120 kWh/a
> 11 - 20 kW	< 1979	1.36	5,633 kWh/a	90 kWh/a	173 kWh/a
> 11 - 20 kW	1979 - 1982	1.36	5,633 kWh/a	90 kWh/a	173 kWh/a
> 11 - 20 kW	1983 - 1990	1.21	1,515 kWh/a	90 kWh/a	143 kWh/a
> 11 - 20 kW	1991 - 1997	1.15	1,515 kWh/a	60 kWh/a	143 kWh/a
> 11 - 20 kW	1998 - 2012	1.11	698 kWh/a	53 kWh/a	120 kWh/a
> 11 - 20 kW	2013	1.11	698 kWh/a	53 kWh/a	120 kWh/a
> 20 - 50 kW	< 1979	1.36	16,313 kWh/a	188 kWh/a	375 kWh/a
> 20 - 50 kW	1979 - 1982	1.36	16,313 kWh/a	188 kWh/a	375 kWh/a
> 20 - 50 kW	1983 - 1990	1.21	5,175 kWh/a	188 kWh/a	300 kWh/a
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	1.15	5,175 kWh/a	150 kWh/a	300 kWh/a
> 20 - 50 kW	1998 - 2012	1.11	2,025 kWh/a	150 kWh/a	263 kWh/a
> 20 - 50 kW	2013	1.11	2,025 kWh/a	150 kWh/a	263 kWh/a
> 50 - 100 kW	< 1979	1.28	16,313 kWh/a	188 kWh/a	375 kWh/a
> 50 - 100 kW	1979 - 1982	1.28	16,313 kWh/a	188 kWh/a	375 kWh/a
> 50 - 100 kW	1983 - 1990	1.18	5,175 kWh/a	188 kWh/a	300 kWh/a
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	1.13	5,175 kWh/a	150 kWh/a	300 kWh/a
> 50 - 100 kW	1998 - 2012	1.09	2,025 kWh/a	150 kWh/a	263 kWh/a
> 50 - 100 kW	2013	1.09	2,025 kWh/a	150 kWh/a	263 kWh/a
> 100 kW	< 1979	1.28	49,050 kWh/a	300 kWh/a	750 kWh/a
> 100 kW	1979 - 1982	1.28	49,050 kWh/a	300 kWh/a	750 kWh/a
> 100 kW	1983 - 1990	1.18	17,400 kWh/a	300 kWh/a	600 kWh/a
> 100 kW	1991 - 1997	1.13	17,400 kWh/a	300 kWh/a	600 kWh/a
> 100 kW	1998 - 2012	1.09	6,150 kWh/a	300 kWh/a	600 kWh/a
> 100 kW	2013	1.09	6,150 kWh/a	300 kWh/a	600 kWh/a
> 4 - 11 kW	BW	0.99	698 kWh/a	53 kWh/a	128 kWh/a
> 11 - 20 kW	BW	0.98	702 kWh/a	72 kWh/a	144 kWh/a
> 20 - 50 kW	BW	0.98	1,463 kWh/a	150 kWh/a	300 kWh/a
> 50 - 100 kW	BW	0.97	2,175 kWh/a	150 kWh/a	375 kWh/a
> 100 kW	BW	0.97	4,350 kWh/a	300 kWh/a	750 kWh/a

### 3.3.1 Verfahren zur Berechnung des Endenergiebedarfs je Alters- und Leistungsklasse für die Jahre 2014, 2015 und 2016

Für die Ermittlung des Endenergiebedarfs wird als Grundlage für alle Szenarien die im Folgenden beschriebene Vorgehensweise gewählt.

Das bereits in 3.2.1 beschriebene Mengengerüst formt die Basis aller Szenarien. Hier findet eine Differenzierung nach Energieträger (Gas und Heizöl), Kesselaltersklasse und Leistungsklasse statt.

Für die Bestimmung des Endenergiebedarfs Gas/Heizöl wird jeweils für eine Kombination aus Energieträger, Kesselalter (auf einzelne Jahre aufgeteilt) und Leistungsklasse der Nutzenergiebedarf für die Erzeugung pro Wärmeerzeuger bestimmt. Dazu wird aus der durchschnittlichen Kesselleistung (z.B. 7,5 kW in der Leistungsklasse 4-11 kW) mit einem Kalibrierungsfaktor (potentielle Volllaststunden) der Nutzenergiebedarf bestimmt. Dieser Nutzenergiebedarf wird mit der jeweiligen Erzeuger-Aufwandszahl gem. [DIN V 4701-12: 2004-06] multipliziert und die Verteilverluste des Heizsystems hinzuaddiert, woraus der Endenergiebedarf resultiert. Der Kalibrierungsfaktor wird über einen „Top-Down-Ansatz“ auf Basis des Gesamtendenergiebedarfs für Raumwärme der Energieträger Gas und Heizöl der Bundesrepublik Deutschland<sup>12</sup> gem. [AG Energiebilanzen 2014] bestimmt<sup>13</sup>.

Der Endenergiebedarf Strom wird über die Kennwerte des Hilfsstroms für die Erzeugung und die Verteilung aus [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027] bestimmt. Dazu wird die Anzahl der Kessel der jeweiligen Klasse (Energieträger, Kesselalter, Leistungsklasse) mit der Summe des Endenergiebedarfs für die Erzeugung und Verteilung multipliziert.

Es wird angenommen, dass der so ermittelte Endenergiebedarf (Stand 2014) im Baselineszenario für den weiteren Betrachtungszeitraum, bis auf die Erzeuger, die aufgrund von „natürlichen“ altersbedingten defekten aus der Betrachtung herausgenommen werden, konstant bleibt. In den Szenarien verringert sich der Endenergiebedarf aufgrund der durchgeführten Maßnahmen.

### 3.3.2 Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren

Gemäß der [DIN V 18599-1:2011-12] werden für die Berechnungen die folgenden Primärenergiefaktoren (nicht erneuerbarer Anteil) berücksichtigt:

---

<sup>12</sup> unter Berücksichtigung des Brennwertkesselanteils am Endenergieverbrauch von ca. 20 %, der für die Kalibrierung vom Gesamtwert abgezogen werden muss

<sup>13</sup> Für die vorliegende Untersuchung wird, im Gegensatz zum ersten Gutachten, die Entwicklung der bekannten Jahre 2008 bis 2012 aus [AG Energiebilanzen 2014] verwendet und auf das Jahr 2013 extrapoliert. Diese Änderung halten wir für sinnvoll, da dadurch der Klimaeinfluss besser berücksichtigt werden kann.

→ Maßgeblicher Endenergieverbrauch Gas/Heizöl: 394 TWh/a (2014)

**Tabelle 11. Primärenergiefaktoren gem. [DIN V 18599-1:2011-12], [EnEV 2013]**

<b>Energieträger</b>	<b>Primärenergiefaktor [-]</b>
Erdgas/Heizöl	1,1
Biomasse	0,2
Strom 2014*	2,4
ab 2016**	1,8

\*) [DIN V 18599-1:2011-12], Tabelle A.1

\*\* ) [EnEV 2013], Anlage 1, 2.1.1

Für das Gutachten werden außerdem die folgenden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren gemäß [UBA 2007] und [UBA 2013] berücksichtigt.

**Tabelle 12. CO<sub>2</sub>-Faktoren gem. [UBA 2007] und [UBA 2013]**

<b>Energieträger</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor [g/kWh]</b>
Heizöl	266
Erdgas	202
Biomasse	0
Strom-Mix	576

## 4 Referenzszenario: Bewertung der Inspektion nach Artikel 14 Absatz 1 bis 3 Gesamtenergieeffizienzrichtlinie

Ziel des Referenzszenarios ist eine möglichst wissenschaftlich fundierte Quantifizierung der sich aus den hypothetischen Heizungsinspektionen nach Artikel 14 Absatz 1 bis 3 der Gesamtenergieeffizienzrichtlinie ergebenden fiktiven Reduzierung des Endenergiebedarfs und der damit verbundenen Verminderung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen.

In diesem Kapitel wird in einem ersten Schritt der Rahmen der Heizungsinspektion nach Artikel 14 festgelegt. Aufgrund der offensichtlich hohen inhaltlichen Abdeckung ist es sinnvoll, den in Artikel 14 grob umrissenen Inspektionsumfang in Anlehnung an die [DIN EN 15378: 2008-07] NA.7.2 zu spezifizieren. Die [DIN EN 15378: 2008-07] NA.7.2 beschreibt die (nicht obligatorische) Inspektion nach dem Sofortverfahren/Checklistenverfahren (vom Handwerk als Heizungscheck bezeichnet). Das vereinfachte Verfahren hat zum Ziel, die Heizungsanlage qualitativ energetisch zu bewerten und entsprechende Verbesserungspotentiale unmittelbar als Ergebnis von Messungen und fachgerechter Inspektion vor Ort aufzuzeigen. Dabei werden die einzelnen Komponenten der Heizungsanlage messtechnisch und visuell beurteilt und eingestuft. Die energetische Bedeutung der Baugruppen Wärmeerzeuger, Regelung, Wärmeübergabe und Wärmeverteilung ist unterschiedlich groß. Die Vergabe der Bewertungspunkte für das Sanierungspotential erfolgt dementsprechend. Die Einzelheiten zur Bewertung finden sich in NA.7.2.3 und zum Inspektionsbericht zur Dokumentation des Bewertungsergebnisses in NA.7.2.2. Am Ende der Inspektion und der Verteilung der Bewertungspunkte steht eine entsprechende Empfehlung für den Auftraggeber, wo energetische Verbesserungspotentiale erschließbar sind. Diese Empfehlungen werden in einem Beratungsgespräch erläutert ([DIN EN 15378: 2008-07] NA 7.2).

Das Verfahren käme grundsätzlich in Gänze auch als wiederkehrende Inspektion in Betracht, es erfordert aber in Bezug auf die Inspektion der Wärmeübergabesysteme, im Gegensatz zu den anderen Baugruppen, einen Zugang zu den einzelnen Mieteinheiten. Unabhängig von der Rechtsgrundlage erfordert das Betreten von Wohnungen die Anwesenheit der Nutzer. Bei Mehrfamilienhäusern kann dies zu Mehrkosten für mehrfache An- und Abfahrten führen. Der zeitliche Aufwand für eine einfache Inspektion (Heizungscheck) einer kleineren Heizungsanlage beträgt etwa 1 Stunde zuzüglich Beratung und An- und Abfahrt. Die Gesamtkosten für ein Einfamilienhaus betragen somit ca. 80-120 Euro, sie können im Einzelfall abweichen (z.B. bei längerer Anfahrt etc.). Die Kosten für ein Mehrfamilienhaus liegen in etwa bei 100 Euro plus ca. 30 Euro pro Wohneinheit. Der organisatorische Aufwand und damit die tatsächlichen Gesamtkosten sind sehr unterschiedlich und hängen davon ab, wie verschieden die einzelnen Wohnungen sind (bezogen auf Grundriss und Heizkörper) und wie viele Termine vereinbart werden müssen. Die Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität bei Umsetzung der Inspektionen, insbesondere der Wärmeübergabesysteme bei Mehrfamilienhäusern, und der erreichbaren Primärenergieeinsparungen der daraus abgeleiteten Maßnahmen wird daher kritisch bewertet.

Abgesehen davon würde das Betreten der Wohnungen eine gesetzliche Grundlage für ein Zutrittsrecht zu den zu untersuchenden Mieteinheiten voraussetzen, die zunächst noch geschaffen werden müsste. Der Verfassungsgrundsatz der Unverletzlichkeit der Wohnung würde allerdings an die Begründung für ein spezielles Betretungsrecht bei Inspektionen einen hohen Anspruch stellen.

Dennoch werden die Maßnahmen, die die Wärmeübergabe (insbesondere eine Prüfung und ein Austausch von Thermostatventilen und ein hydraulischer Abgleich) betreffen, allerdings separat, untersucht, da hier die Gebäudebaualtersklasse als Kriterium für das zugrundeliegende Mengengerüst geeigneter ist als das Kesselalter (siehe Kapitel 4.6.2).

Im zweiten Schritt werden in diesem Kapitel die erwarteten Primärenergieeinsparungen des fiktiven Prüfsystems berechnet. Die sinnvollen Maßnahmenpakete und die sich daraus ergebenden Primärenergieeinsparungen werden separat für die Klassen des Mengengerüsts (getrennt nach Kesselalter und Kesselgröße) bestimmt (vgl. Kapitel 4.1). Die sich durch die Maßnahmenpakete ergebenden Primärenergieeinsparungen werden von den möglichen Endenergiebedarfsreduktionen bei Implementierung der sich aus den Heizungsinspektionen ergebenden sinnvollen Maßnahmenpakete (getrennt nach Brennstoff und Strom) (vgl. Kapitel 4.2), der Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit des Paketes in der jeweiligen Klasse (vgl. Kapitel 4.3), der Umsetzungswahrscheinlichkeit (vgl. Kapitel 4.4) und den Inspektionsintervallen (vgl. Kapitel 4.5) beeinflusst.

Abbildung 10 illustriert die Vorgehensweise zur Berechnung der Endenergie-/Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung im Referenzszenario.

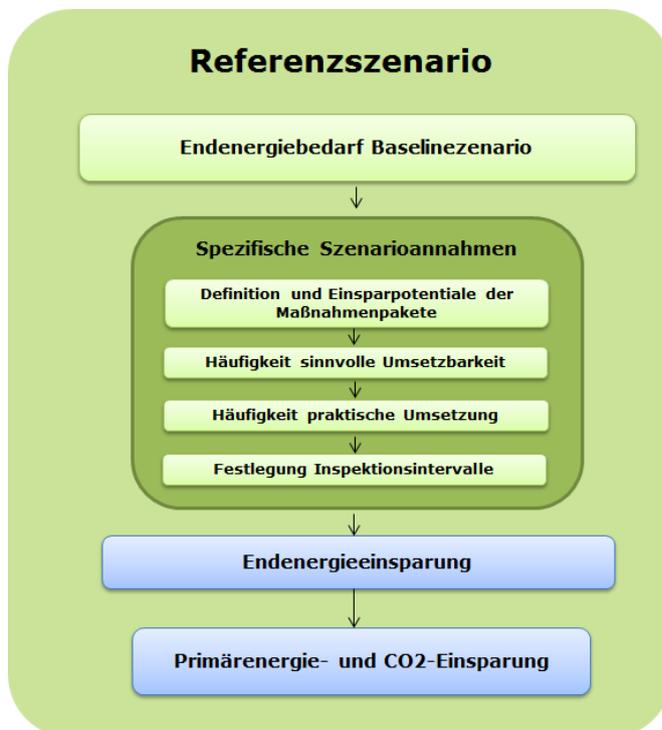


Abbildung 10: Vorgehensweise zur Berechnung der Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung im Referenzszenario

## 4.1 Heizungsinspektionen gemäß Artikel 14 der EPBD-Richtlinie

Die Europäische Gesamtenergieeffizienzrichtlinie für Gebäude verlangt in Artikel 14 Abs. 1-3 bei Anlagen mit einer Kesselgröße von größer als 20 kW regelmäßige Inspektionen z.B. von Wärmeerzeuger, Steuerungssystem und Umwälzpumpe durch qualifiziertes Personal. Die Inspektionen sollen auch die Prüfung des Wirkungsgrads der Kessel und der Kesseldimensionierung im Verhältnis zum Heizbedarf des Gebäudes abdecken. In der [DIN EN 15378: 2008-07] NA 7.2.1 werden hierzu passende Instrumentarien beschrieben. Die überschlägige Bestimmung des Wirkungsgrades auf der Grundlage von [DIN V 4701-12: 2004-06] (nach Baujahr und Bauart gemäß Typschild) ist richtlinienkonform und stellt eine nicht-messtechnische Option dar. Alternativ wäre es möglich - wie in der 1. BImSchV - die Abgasverluste als ein Teilelement des Gesamtwirkungsgrades zu bestimmen. Für eine vollständige Bestimmung des Kessel- oder gar Anlagenwirkungsgrades wäre die Installation umfangreicher Messtechnik erforderlich. Soweit noch nicht dokumentiert, wäre hierzu zunächst der Heizenergiebedarf zu bestimmen, was messtechnisch nur während der Heizperiode möglich wäre. Eine Bestimmung des Kessel- oder gar Anlagenwirkungsgrades im Rahmen einer Inspektion gemäß Artikel 14 der EPBD-Richtlinie halten wir daher für nicht praktikabel.

Da Angaben zum erforderlichen Inhalt der Inspektionen in Artikel 14 der EPBD-Richtlinie nicht gemacht werden, ist davon auszugehen, dass bei der Inspektion des Steuerungssystems und der Umwälzpumpen mit einer einfachen Sichtprüfung die Pflicht bereits erfüllt ist.

Laut Richtlinie ist ein Inspektionsbericht zu erstellen, der das Ergebnis der durchgeführten Inspektion sowie Empfehlungen für kosteneffiziente Verbesserungen der Energieeffizienz der kontrollierten Anlage enthält und dem Eigentümer oder Mieter auszuhändigen ist.

Die Grundlage für die Entwicklung der aus den Inspektionen in Artikel 14 der EPBD-Richtlinie abgeleiteten Maßnahmenpakete liefert die [DIN EN 15378:2008-07] „Heizungssysteme in Gebäuden – Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen“, die die einzelnen Bestandteile einer Heizungsinspektion (Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wärmeübergabe) beschreibt.

Die folgende Tabelle zeigt die Inspektionsbestandteile, die in die Entwicklung der Maßnahmenpakete eingeflossen sind:

**Tabelle 13. Berücksichtigte Bestandteile einer Heizungsinspektion gem. DIN EN 15378:2008-07**

Oberkategorie	Unterkategorie
1. Wärmeerzeugung	1.1 Abgasverlust
	1.2 Oberflächenverlust
	1.3 Ventilationsverlust
	1.4 Brennwertnutzung
	1.5 Kesselüberdimensionierung
	1.6 Regelung
2. Wärmeverteilung	2.1 Hydraulischer Abgleich
	2.2 Pumpe
	2.3 Rohrleitungsdämmung
3. Wärmeübergabe	3.1 Heizkörper
	3.2 Flächenheizungen

Um in einem nächsten Schritt die Einsparpotentiale abschätzen zu können, werden folgende, sinnvolle Maßnahmen zu Paketen zusammengefasst:

- Kesseltausch
- Neue zentrale Einrichtungen zur Steuerung und Regelung
- Optimierung Regelung
- Heizungspumpe austauschen
- Heizungspumpe einstellen
- Leitungen dämmen

Wie in Kapitel 4 beschrieben, werden Maßnahmen, die die **Wärmeübergabe** (insbesondere eine Prüfung und ein Austausch von Thermostatventilen und ein hydraulischer Abgleich) betreffen, separat untersucht (siehe Kapitel 4.6.2). Für die Abschätzung der Einsparpotentiale, die sich aus der Inspektion der Wärmeübergabesysteme ergeben, ist die Gebäudebaualterklasse als Kriterium geeigneter als das Kesselalter, da davon auszugehen ist, dass bei einem Kesseltausch nicht automatisch die Heizkörperventile ausgetauscht werden oder ein hydraulischer Abgleich durchgeführt wird. In Kapitel 4.6.2 wird das Verfahren zur Abschätzung der möglichen Primärenergieeinsparungen, die sich aus einer Inspektion der Wärmeübergabesysteme ergeben ausführlich beschrieben.

Für die aus den Inspektionen der **Wärmeerzeugungs- und Wärmeverteilungssysteme** resultierenden Maßnahmen werden nach Alters- und Leistungsklasse verschiedene - als sinnvoll erachtete - Pakete angenommen, siehe Tabelle 14.

Bei den Kesselaltersklassen vor 1982 kann davon ausgegangen werden, dass diese Kessel ohnehin zeitnah ausgetauscht werden, da sie nicht nur die wirtschaftliche Lebensdauer nach EN 15459 um mehr als 30% überschritten, sondern auch die in diesem Gutachten angenommene durchschnittliche Lebensdauer um mehr als 6 Jahre (25%) überschritten haben.

Insofern ist hier weiterhin nicht mit einer signifikanten Primärenergieeinsparung, veranlasst durch Inspektionen, zu rechnen (Kapitel 4.6.2).

Heizungssysteme mit einer Leistung kleiner gleich 20 kW sind nicht Gegenstand der Inspektionen nach Artikel 14 der EPBD, deswegen werden in dieser Leistungsklasse keine Maßnahmenpakete berücksichtigt.

**Tabelle 14. Durchgeführte Maßnahmenpakete nach Altersstruktur und Leistungsklasse, Referenzszenario**

Leistungs- klasse	Alters- klasse	Kessel tausch	Neue zentrale Einrichtun- gen zur Steuerung und Regelung	Optimie- rung Regelun- g	Heizung spumpe austaus- chen	Heizungs pumpe einstellen	Leitungen dämmen
> 4 - 11 kW	< 1979						
> 4 - 11 kW	1979 - 1982						
> 4 - 11 kW	1983 - 1990						
> 4 - 11 kW	1991 - 1997						
> 4 - 11 kW	1998 - 2012						
> 4 - 11 kW	2013						
> 11 - 20 kW	< 1979						
> 11 - 20 kW	1979 - 1982						
> 11 - 20 kW	1983 - 1990						
> 11 - 20 kW	1991 - 1997						
> 11 - 20 kW	1998 - 2012						
> 11 - 20 kW	2013						
> 20 - 50 kW	< 1979						
> 20 - 50 kW	1979 - 1982						
> 20 - 50 kW	1983 - 1990						
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	x	x	x	x	x	x
> 20 - 50 kW	1998 - 2012			x	x	x	
> 20 - 50 kW	2013			x		x	
> 50 - 100 kW	< 1979						
> 50 - 100 kW	1979 - 1982						
> 50 - 100 kW	1983 - 1990						
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	x	x	x	x	x	x
> 50 - 100 kW	1998 - 2012			x	x	x	
> 50 - 100 kW	2013			x		x	
> 100 kW	< 1979						
> 100 kW	1979 - 1982						
> 100 kW	1983 - 1990						
> 100 kW	1991 - 1997	x	x	x	x	x	x
> 100 kW	1998 - 2012			x	x	x	
> 100 kW	2013			x		x	

## 4.2 Energieeinsparpotentiale

In diesem Arbeitsschritt werden die pro Maßnahme erzielbaren technisch möglichen Einsparpotentiale für die Wärmeerzeugung und -verteilung bestimmt. Diese werden in die unter Kapitel 4.1 spezifizierten Kategorien differenziert (z.B. insbesondere sinnvoll für Typen-, Alters- und Größenklassen). Es werden neben dem Erwartungswert auch die möglichen Bandbreiten der Potentiale, die später für die Sensitivitätsanalyse (vgl. Kapitel 1) herangezogen werden, angegeben. Die erzielbaren Einsparpotentiale, die sich aus Maßnahmen, die die Wärmeübergabe (Thermostatventile und hydraulischer Abgleich) betreffen, ergeben, werden separat untersucht (siehe Kapitel 4.6.2).

Eventuelle gleichzeitig erschließbare Effizienzsteigerungen bei verbundenen Warmwasseranlagen, die nicht Gegenstand von Artikel 14 der EPBD sind, werden nicht berücksichtigt.

Die definierten Maßnahmenpakete führen zu einer:

- Verbesserung der Erzeugeraufwandszahl (Gas, Öl)
- Verringerung von Verteilverlusten (Gas, Öl)
- Verringerung des Hilfsenergiebedarfs Erzeugung (Strom)
- Verringerung des Hilfsenergiebedarfs Verteilung (Strom)

Bei Wärmeerzeugern aus der Altersklasse 1991-1997 wird, wie in Tabelle 14 dargestellt, als erstes Element des Maßnahmenpakets der (vorzeitige) Austausch des Wärmeerzeugers angenommen. Begünstigend wird außerdem angenommen, dass in diesem Zuge alle übrigen genannten Optimierungsmaßnahmen (bspw. Austausch der Heizungspumpe und Leitungsdämmung) durchgeführt werden. Das führt dazu, dass die Einsparungen in Bezug auf die Erzeuger-Aufwandszahl und die Verteilverluste besonders hoch ausfallen (s. Tabelle 15). Die Maßnahmenpakete der jüngeren Altersklassen 1998-2012 und 2013 beziehen sich hingegen wegen des geringeren Kesselalters und der damit verbundenen erwarteten höheren Effizienz lediglich auf den Austausch der Heizungspumpen (1998-2012) und Regelungsoptimierungen (1998-2012 und 2013). Deswegen fallen die Einsparungen hier niedriger aus und konzentrieren sich hauptsächlich auf den Hilfsenergiebedarf.

Tabelle 15 gibt eine Übersicht über die möglichen Einsparungen durch die gewählten Maßnahmenpakete nach Leistungsklasse und Altersklasse. Die Verbesserungen basieren auf [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027] und Experteneinschätzungen von Ecofys.

**Tabelle 15. Einsparpotentiale der Maßnahmenpakete gem. [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027] und Experteneinschätzungen, Referenzszenario**

Leistungs- klasse	Alters- klasse	Paket- Verbesserung Erzeuger- Aufwands- zahl	Paket- Verbesserung Verteil- verluste	Paket- Verbesserung Hilfsenergiebe- darf Erzeugung	Paket- Verbesserung Hilfsenergiebe- darf Verteilung
> 4 - 11 kW	< 1979				
> 4 - 11 kW	1979 - 1982				
> 4 - 11 kW	1983 - 1990				
> 4 - 11 kW	1991 - 1997				
> 4 - 11 kW	1998 - 2012				
> 4 - 11 kW	2013				
> 11 - 20 kW	< 1979				
> 11 - 20 kW	1979 - 1982				
> 11 - 20 kW	1983 - 1990				
> 11 - 20 kW	1991 - 1997				
> 11 - 20 kW	1998 - 2012				
> 11 - 20 kW	2013				
> 20 - 50 kW	< 1979				
> 20 - 50 kW	1979 - 1982				
> 20 - 50 kW	1983 - 1990				
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	15%	72%	0%	0%
> 20 - 50 kW	1998 - 2012	5%	5%	5%	60%
> 20 - 50 kW	2013	5%	5%	5%	20%
> 50 - 100 kW	< 1979				
> 50 - 100 kW	1979 - 1982				
> 50 - 100 kW	1983 - 1990				
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	14%	75%	0%	-25%
> 50 - 100 kW	1998 - 2012	5%	5%	5%	60%
> 50 - 100 kW	2013	5%	5%	5%	20%
> 100 kW	< 1979				
> 100 kW	1979 - 1982				
> 100 kW	1983 - 1990				
> 100 kW	1991 - 1997	14%	75%	0%	-25%
> 100 kW	1998 - 2012	5%	5%	5%	60%
> 100 kW	2013	5%	5%	5%	20%

\*) Die Hilfsenergie Verteilung ist laut [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027] für neuere Altersklassen gleichhoch oder sogar höher als in den älteren. Der Grund liegt vermutlich darin, dass die Umlaufwassermengen, die durch die Heizungspumpen umgewälzt werden müssen, bei neueren Kesseln höher sind, um auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen die benötigte Heizleistung bereitstellen zu können.

### 4.3 Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit

Die in Kapitel 4.2 bestimmten technisch möglichen Einsparpotentiale werden nur für einen gewissen Anteil der Anlagen der in Kapitel 3.2.1 bestimmten Kategorien zutreffen. Die Häufigkeiten werden je Kategorie der aus den Heizungsinspektionen resultierenden Energieeffizienzmaßnahmen für die Jahre 2014 bis 2016 angegeben. Die Umsetzungshäufigkeiten der Maßnahmen, die sich auf die Wärmeübergabe (Heizkörperventile und hydraulischer Abgleich) beziehen, werden separat untersucht (siehe Kapitel 4.6.2).

Es muss der Umstand berücksichtigt werden, dass durch die Messungen, die im Rahmen der 1. BImSchV in den Jahren vor 2014 durchgeführt wurden, sowie durch die Umsetzung der sich aus der EnEV ergebenden Anforderungen (Überprüfungen der regelungstechnischen Ausstattung der Kessel im Rahmen der Feuerstättenschau; bedingte Anforderung an den Austausch und Ersteinbau von Umwälzpumpen) bereits ein nicht unwesentlicher Teil der heizungssystemverbessernden Maßnahmen in den Jahren zuvor durchgeführt worden ist.

Die Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit des Paketes in der jeweiligen Klasse ist in Tabelle 16 dargestellt. Sie basiert auf der Einschätzung, dass in den jeweiligen Altersklassen überwiegend anzunehmen ist, dass 50% aller Erzeuger eine geringere und 50% eine höhere Effizienz als der Durchschnitt haben und deswegen es für 50% der Gesamtheit sinnvoll ist, die Maßnahme durchzuführen.

Eine Ausnahme wird lediglich in der Altersklasse 1998-2012 gemacht. Hier konzentriert sich das Maßnahmenpaket im Wesentlichen auf den Austausch der Pumpen. Damit wird die Häufigkeit der sinnvollen Umsetzbarkeit wesentlich von der Frage bestimmt, ob die vorhandene Pumpe so beschaffen ist, dass ihr Austausch wirtschaftlich sinnvoll ist. In Bezug auf die sinnvolle Umsetzbarkeit wird davon ausgegangen, dass in 70% aller Fälle energetische Verbesserungen durch den Heizungspumpentausch erreicht werden können. Eine Besonderheit dazu ergibt sich in der Leistungsklasse 20 bis 50 kW. Bis etwa 30 kW sind auch wandhängende Geräte mit integrierten Umwälzpumpen zu berücksichtigen. Diese integrierten Pumpen können nicht separat ausgetauscht werden. Aus diesem Grund reduziert sich die sinnvolle Umsetzungshäufigkeit in dieser Leistungsklasse von 70% auf im Mittel 50% (Altersklassen 1998-2012) und von 50% auf 30% (Altersklasse 2013)<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Zur Berechnung des Abschlags wird davon ausgegangen, dass 10% der Kessel der Leistungsklasse 20-50 kW und hiervon wiederum 50% der beiden Altersklassen 1998-2012 und 2013 wandhängend sind.

**Tabelle 16. Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit nach Alters- und Leistungsklasse, Referenzszenario**

<b>Leistungsklasse</b>	<b>Altersklasse</b>	<b>Häufigkeit (sinnvolle Umsetzbarkeit)</b>
> 4 - 11 kW	< 1979	
> 4 - 11 kW	1979 - 1982	
> 4 - 11 kW	1983 - 1990	
> 4 - 11 kW	1991 - 1997	
> 4 - 11 kW	1998 - 2012	
> 4 - 11 kW	2013	
> 11 - 20 kW	< 1979	
> 11 - 20 kW	1979 - 1982	
> 11 - 20 kW	1983 - 1990	
> 11 - 20 kW	1991 - 1997	
> 11 - 20 kW	1998 - 2012	
> 11 - 20 kW	2013	
> 20 - 50 kW	< 1979	
> 20 - 50 kW	1979 - 1982	
> 20 - 50 kW	1983 - 1990	
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	50%
> 20 - 50 kW	1998 - 2012	50%
> 20 - 50 kW	2013	30%
> 50 - 100 kW	< 1979	
> 50 - 100 kW	1979 - 1982	
> 50 - 100 kW	1983 - 1990	
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	50%
> 50 - 100 kW	1998 - 2012	70%
> 50 - 100 kW	2013	50%
> 100 kW	< 1979	
> 100 kW	1979 - 1982	
> 100 kW	1983 - 1990	
> 100 kW	1991 - 1997	50%
> 100 kW	1998 - 2012	70%
> 100 kW	2013	50%

Für die später durchgeführte Sensitivitätsanalyse werden, neben dem Erwartungswert, jeweils auch der obere und untere Grenzwert der oben genannten Häufigkeiten abgeschätzt (siehe Kapitel 6).

## 4.4 Umsetzungswahrscheinlichkeit (praktische Umsetzungshäufigkeit)

Nach Durchführung der Inspektion und Übergabe des in der Gesamtenergieeffizienzrichtlinie geforderten Inspektionsberichts, der eine Auflistung und Potentialabschätzung der möglichen Verbesserungsmaßnahmen enthält, liegt es in der Entscheidung des Eigentümers, ob er die vorgeschlagenen Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen will. Es kann z.B. gem. [Diefenbach, Cischinsky et al. 2010] und [Kirchner, Matthes 2009] davon ausgegangen werden, dass eine Umsetzung nur bei ausreichend hoher und abgesicherter Kosteneffizienz, d.h. einer geringen Amortisationszeit (z.B. < 7 Jahre, abhängig davon, ob Privat- oder Unternehmenseigentum), einem relevanten Einsparpotential und geringen Umsetzungshürden erfolgt. Die erwarteten Umsetzungsraten sind daher bei selbstgenutzten Immobilien deutlich höher vgl. [Diefenbach, Cischinsky et al. 2010]. Die Umsetzungswahrscheinlichkeiten werden je Kategorie der aus den Heizungsinspektionen resultierenden Energieeffizienzmaßnahmen abgeschätzt. Die Abschätzungen beruhen auf den zuvor genannten Studien, sowie auf einer Experten-Einschätzung. Für die später ebenfalls durchgeführte Sensitivitätsanalyse werden - neben dem Erwartungswert - jeweils auch der obere und untere Grenzwert abgeschätzt (siehe Kapitel 6). Die Wirtschaftlichkeit wird im Wesentlichen auf Basis der Kosten aus der BMVBS-Publikation [BMVBS 06/2012] abgeleitet.

Auf Basis der genannten Literatur und Einschätzungen von Ecofys werden für die praktische Umsetzungshäufigkeit der vorgeschlagenen Pakete die folgenden konservativen Annahmen getroffen:

- Falls die Investition geringer als 1000 Euro ist, so wird die Investitionswahrscheinlichkeit um den Faktor Investition/1000 verringert.  
Grund: Bei Investitionen unter 1000 Euro ist der Verwaltungsaufwand relativ hoch und nimmt bei sinkendem Investitionsvolumen relativ gesehen weiter zu. Die Folge ist eine abnehmende Bereitschaft, Maßnahmen durchzuführen. Mathematisch wird dies mit dem Investitionswahrscheinlichkeitsfaktor (Investition/1000) ausgedrückt (Marginalitätsgrenze in Bezug auf den notwendigen Verwaltungsaufwand).
- Grundsätzlich werden - abhängig von der überschlägig ermittelten Amortisationszeit der Maßnahmen - folgende Umsetzungswahrscheinlichkeiten vorausgesetzt:
  - o Amortisation <= 1 Jahre: 50%
  - o 1 < Amortisation <= 7 Jahre: 10%
  - o 7 < Amortisation <= 15 Jahre: 3%
  - o Amortisation > 15 Jahre: 0%

Ansätze von unter 10 % für die Umsetzungswahrscheinlichkeit von Empfehlungen im Anschluss von Inspektionen werden auch in dem „Framework“, das die Kommission am 21. Juni 2014 den Mitgliedstaaten als Leitlinie für ihre Berichterstattung vorgestellt hat, als Regelfall angenommen (s. [Fant, Schettler-Köhler et al. 2014]). Hier wird auch darauf verwiesen, dass nur solche Umsetzungen berücksichtigt werden können, die unmittelbar im Anschluss an die Inspektion vorgenommen werden.

Die Umsetzungswahrscheinlichkeit, die die Maßnahmen betreffen, die sich auf die Wärmeübergabe (Austausch der Heizköperventile und hydraulischer Abgleich) beziehen, wird separat untersucht (siehe Kapitel 4.6.2).

Bei der Festlegung der Umsetzungswahrscheinlichkeiten wird zum einen davon ausgegangen, dass der weit überwiegende Anteil der Kessel mit einer Leistung von über 20 kW in nicht selbst genutzten Objekten<sup>15</sup> installiert ist, so dass der Nutznießer der Verbesserung (Mieter) nicht derselbe ist, der die Investition zu tätigen hat (Vermieter). Bei gegebener Wirtschaftlichkeit liegen Gründe für die Nichtumsetzung bei dem i.d.R. nur schwer oder gar nicht rückvergütbaren Aufwand für den Vermieter.

Die sich unter Berücksichtigung der berechneten Amortisationszeiten ergebenden praktischen Umsetzungshäufigkeiten werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 17. Umsetzungshäufigkeit nach Alters- und Leistungsklasse, Referenzszenario**

Leistungsklasse	Altersklasse	Umsetzungshäufigkeit (praktische Umsetzung)
> 4 - 11 kW	< 1979	
> 4 - 11 kW	1979 - 1982	
> 4 - 11 kW	1983 - 1990	
> 4 - 11 kW	1991 - 1997	
> 4 - 11 kW	1998 - 2012	
> 4 - 11 kW	2013	
> 11 - 20 kW	< 1979	
> 11 - 20 kW	1979 - 1982	
> 11 - 20 kW	1983 - 1990	
> 11 - 20 kW	1991 - 1997	
> 11 - 20 kW	1998 - 2012	
> 11 - 20 kW	2013	
> 20 - 50 kW	< 1979	
> 20 - 50 kW	1979 - 1982	
> 20 - 50 kW	1983 - 1990	
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	3%
> 20 - 50 kW	1998 - 2012	4%
> 20 - 50 kW	2013	8%
> 50 - 100 kW	< 1979	
> 50 - 100 kW	1979 - 1982	
> 50 - 100 kW	1983 - 1990	
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	10%
> 50 - 100 kW	1998 - 2012	6%
> 50 - 100 kW	2013	8%
> 100 kW	< 1979	
> 100 kW	1979 - 1982	
> 100 kW	1983 - 1990	
> 100 kW	1991 - 1997	10%
> 100 kW	1998 - 2012	10%
> 100 kW	2013	10%

<sup>15</sup> [Zensus 2011]: 52 % aller Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum sind in Deutschland zu Wohnzwecken vermietet.

## 4.5 Inspektionsintervall

Für das beim Referenzszenario zu wählende Intervall gilt es zunächst festzuhalten, dass Artikel 14 Absatz 3 für die Kessel mit mehr als 100 kW Nennleistung die folgenden Intervalle vorschreibt:

- Heizölkessel: 2 Jahre
- Gaskessel: 4 Jahre

Für alle Kessel mit einer Nennleistung unter 100 kW muss laut Richtlinie lediglich auf Regelmäßigkeit bei der Wahl des Inspektionsintervalls geachtet werden.

Obwohl die Richtlinie diesbezüglich keine Vorgaben macht, wird für das Referenzszenario ein Inspektionsintervall von **4 Jahren** gewählt. Dies ist eine konservative Annahme, da es durchaus begründbar ist, ein deutlich größeres Intervall zu wählen (geringe Einsparpotentiale bei neu installierten und häufig inspizierten Anlagen), welches dann natürlich zu erheblich geringeren Primärenergieeinsparungen im Betrachtungszeitraum führen würde.

Die Inspektionsereignisse werden in der Szenariorechnung gleichmäßig über die einzelnen Jahre verteilt, so dass bei dem 4-Jahres-Intervall jedes Jahr 25% aller relevanten Kessel in Deutschland inspiziert werden. In dieser Untersuchung werden lediglich Inspektionen betrachtet, die im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2016 liegen.

## 4.6 Bestimmung des jährlichen Einsparpotentials

Die potentiellen Primärenergieeinsparungen eines hypothetischen Inspektionssystems gemäß Artikel 14, Absatz 1-3 der EPBD gegenüber dem Baselineszenario werden nachfolgend im Referenzszenario berechnet. Das Referenzszenario berücksichtigt die Verbesserung durch die Maßnahmenpakete, die Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit, die Umsetzungswahrscheinlichkeit und die Inspektionsintervalle, (vgl. Kapitel 4.2, Kapitel 4.3, Kapitel 4.4 und Kapitel 4.5 bzw. 4.6.2 für die Wärmeübergabe).

Für die Umsetzung möglicher Verbesserungsmaßnahmen wird angenommen, dass diese unmittelbar nach der Inspektion erfolgt. Auch dies ist eine konservative Annahme, die das Potential im Referenzszenario tendenziell erhöht.

Sobald die Effizienz der Heizungsanlage durch ein Maßnahmenpaket verbessert wird, wird der Endenergiebedarf als konstant angenommen, da die Autoren aus Vereinfachungsgründen annehmen, dass

- keine Verschlechterung der Effizienz über die weitere Lebensdauer stattfindet<sup>16</sup> und
- jede weitere Inspektion keine zusätzliche Effizienzverbesserung in diesem Ausmaß generieren würde.

Bei diesen Annahmen handelt es sich um konservative Annahmen, die in der Tendenz zu einer Überschätzung der durch die Heizungsinspektionen erzielbaren Primärenergieeinsparungen führen.

Zur Bestimmung des Einsparpotentials werden die Primärenergieeinsparungen pro Jahr für den Zeitraum von 2014-2016 (Betrachtungszeitraum auf Grund von Artikel 14 Absatz 4 der Gesamtenergieeffizienzrichtlinie) berechnet.

In der Folge wird die differenzierte Herangehensweise bei den beiden Teilen Wärmeerzeugung/-verteilung und Wärmeübergabe beschrieben.

### 4.6.1 Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung

Der Status Quo des Endenergiebedarfs 2014 wird im Zuge der Heizungsinspektionen durch sinnvolle Pakete verbessert, die jeweils für Kombinationen aus Leistungsklasse und Kesselalter erstellt werden (bspw. 20-50 kW und 1991-1997).

Die sich durch die Maßnahmenpakete ergebenden Primärenergieeinsparungen werden von den folgenden, in den vorangegangenen Kapiteln besprochenen, Parametern beeinflusst:

---

<sup>16</sup> Da die Inspektionen gemäß BImSchV durch die Bestimmung des feuerungstechnischen Wirkungsgrades ebenfalls auf die Aufrechterhaltung der energetischen Qualität zielt ist der Effekt bei Ist- und Referenzszenario deckungsgleich und kann deswegen bei der vorliegenden Untersuchungsmethodik unberücksichtigt bleiben.

- Mögliche Energiebedarfsreduzierung bei Implementierung der sich aus den Heizungsinspektionen ergebenden sinnvollen Maßnahmenpakete (getrennt nach Brennstoff und Strom) (vgl. Kapitel 4.2)
- Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzbarkeit des Paketes in der jeweiligen Klasse (vgl. Kapitel 4.3)
- Umsetzungswahrscheinlichkeit (vgl. Kapitel 4.4)
- Primärenergiefaktoren (vgl. Kapitel 3.3.2)
- Inspektionsintervalle (vgl. Kapitel 4.5)

Die jährlichen Primärenergieeinsparungen werden durch Multiplikation der ersten vier Punkte errechnet und (abhängig von der Restlebensdauer des Kessel) aufsummiert.

#### 4.6.2 Wärmeübergabe

Wie bereits in Kapitel 4.1 thematisiert, setzt eine mögliche Überprüfung der Wärmeübergabe das Betreten von Wohnungen und die Anwesenheit der Nutzer voraus. Die Wirtschaftlichkeit der aus den Inspektionen des Wärmeübergabesystems abgeleiteten Maßnahmen bei Mehrfamilienhäusern und Nichtwohngebäuden wird kritisch bewertet. Bei Einfamilienhäusern würde diese Problematik entfallen, allerdings sind die meisten Heizungssysteme in Einfamilienhäusern kleiner als gemäß Artikel 14 geforderte Mindestgröße von 20 kW, weshalb diese bei den folgenden Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt werden.

Obwohl die Praktikabilität und rechtliche Umsetzbarkeit der Inspektionen der Wärmeübergabesysteme wie oben beschrieben in Frage zu stellen ist, wird sie für Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude abgeschätzt. Für die Abschätzung der Einsparpotentiale durch Inspektion und anschließende Verbesserung der Wärmeübergabe wird, wie in Kapitel 4.1 beschrieben, ein separater Ansatz gewählt, der im Folgenden erläutert wird.

Da eine Verbesserung des Wärmeübergabesystems in der Regel unabhängig von einem Kesseltausch erfolgt, wird hier, im Gegensatz zu den Maßnahmen an den Wärmeerzeugern und der Dämmung der Wärmeverteilung, die Gebäudebaualterklasse als Grundlage für die Primärenergieeinsparungsberechnung herangezogen. Es wird daher nicht das in 3.2.1 beschriebene Mengengerüst, sondern die Deutsche Gebäudetypologie gem. [Loga et al. 2011] verwendet.

Aus [Loga et al. 2011] konnten Gebäudetypen, Baualterklassen, Quadratmeter Wohnfläche und mit Verbrauchswerten verbesserte Endenergiekennwerte für Heizung und Warmwasser sowohl für den fossilen Anteil als auch für den Stromanteil entnommen werden. Diese Endenergiekennwerte werden anschließend um den Warmwasseranteil bereinigt<sup>17</sup>.

---

<sup>17</sup> Annahmen:

Endenergiekennwert Heizung (fossil) = Endenergiekennwert Heizung und Warmwasser (fossil) – 35 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Endenergiekennwert Heizung (Strom) = 0,5\*Endenergiekennwert Heizung und Warmwasser (Strom)

Als Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeübergabesystems werden zum einen der Austausch alter Heizkörperventile und zum anderen ein gleichzeitig durchgeführter hydraulischer Abgleich berücksichtigt.

Die Primärenergieeinsparungen durch den Einsatz neuer Thermostatventile und durch den hydraulischen Abgleich werden in Anlehnung an die [DIN V 18599-5:2007] errechnet:

- **Thermostatventile**<sup>18</sup>

Verbesserungsmaßnahme: Austausch alter Thermostatventile durch solche, die eine verbesserte Regelgenauigkeit aufweisen

Wirkung: Verbesserung des Endenergiebedarfs Heizung um ca. 2 %

- **Hydraulischer Abgleich**<sup>19</sup>

Verbesserungsmaßnahme: hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage

Wirkung: Verbesserung des Endenergiekennwerts Heizung (Strom) um ca. 9 %

Die sich daraus ergebenden Primärenergieeinsparungen werden anschließend mit den Häufigkeiten einer sinnvollen und einer praktischen Umsetzung multipliziert (Vorgehensweise analog zu Kapitel 4.4). Dabei werden die Inspektionsintervalle gemäß Kapitel 4.5 berücksichtigt, um schließlich die effektiven Primärenergieeinsparungen durch die Optimierung der Wärmeübergabe ermitteln zu können.

Es werden die folgenden sinnvollen und praktischen Umsetzungshäufigkeiten berücksichtigt:

- **Sinnvolle Umsetzungshäufigkeit**

Falls die untere Gebäudebaualtersklassengrenze<sup>20</sup> (bspw. 1984 bei 1984-1994) vor 1988<sup>21</sup> liegt, so kann davon ausgegangen werden, dass zu einem Teil noch verbesserungsfähige Heizkörperventile vorhanden sind und das o.g. Einsparpotential vorhanden ist. Unter Berücksichtigung, dass bei einem erheblichen Anteil alter Gebäude die alten Heizkörperventile inzwischen bereits ausgetauscht wurden, wird eine Umsetzungshäufigkeit von 50% angenommen.

Bei den Gebäudealtersklassengrenzen jünger als 1988 ist nur in wenigen Fällen mit einem entsprechenden Verbesserungspotential zu rechnen.

Als Häufigkeit für eine sinnvolle Umsetzbarkeit wird hierbei 5% angenommen.

---

<sup>18</sup> Siehe [DIN V 18599-5:2007], *Tabelle 6 - Nutzungsgrade für freie Heizflächen (Heizkörper)*; *Raumhöhe ≤ 4 m, S. 35*  
Einflussgröße „Raumtemperaturregelung“: Austausch P-Regler (2K, Nutzungsgrad = 0,93) durch P-Regler (1K, Nutzungsgrad = 0,95)

<sup>19</sup> Siehe [DIN V 18599-5:2007], *S. 50*  
Korrekturfaktor hydraulischer Abgleich  $f_{\text{Abgl}}$ : 1,1 auf 1,0 (nicht abgeglichen / abgeglichen)

<sup>20</sup> Die Gebäudebaualtersklasse ist als Kriterium geeigneter, da davon auszugehen ist, dass bei einem Kesseltausch nicht automatisch die Thermostatventile ausgetauscht werden und ein hydraulischer Abgleich durchgeführt wird.

<sup>21</sup> Energieeinsparungsgesetz 1988 : Vorschrift zur Ausstattung von Heizkörpern mit Thermostatventilen

- **Praktische Umsetzungshäufigkeit**

Wie in Kapitel 4.4 wird in Abhängigkeit von der überschlägig ermittelten Amortisationszeit der Maßnahmen folgende Umsetzungswahrscheinlichkeiten angesetzt:

Amortisation  $\leq$  1 Jahre: 50%

1 < Amortisation  $\leq$  7 Jahre: 10%

7 < Amortisation  $\leq$  15 Jahre: 3%

Amortisation > 15 Jahre: 0%

Das Inspektionsintervall von 4 Jahren würde bewirken, dass in den Inspektionsjahren von 2014-2016 etwa 75% aller Thermostatventile inspiziert würden und in 75% aller Fälle das Heizungssystem hinsichtlich des hydraulischen Abgleichs untersucht würde.

Im Wohngebäudebereich werden aus [Loga et al. 2011] ausschließlich die Mehrfamilienhäuser (MFH\_A-MFH\_J und GMH\_B-GMH-F) sowie die beiden Hochhauskategorien (HH\_E und HH\_F) betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl an Einfamilienhäusern mit Kesselgrößen in der relevanten Größe (über 20 kW) im Rahmen der Genauigkeit der vorliegenden Abschätzung vernachlässigt werden kann.

Das Verbesserungspotential der Nichtwohngebäude wird auf der Grundlage des für die Wohngebäude errechneten Potentials ermittelt.

Hierzu wird der folgende Ansatz gewählt:

- Einsparpotential relevante Wohngebäude  
\*(Nettogeschoßfläche Nichtwohngebäude / Wohnfläche relevante Wohngebäude)  
\*50%<sup>22</sup>

#### 4.6.3 Einsparungen Referenzszenario

Bei der Darstellung der Ergebnisse wird eine Differenzierung vorgenommen zwischen

- dem Endenergiebedarf Gas bzw. Heizöl und
- dem Endenergiebedarf Strom (Hilfsenergiebedarf Erzeugung/Verteilung)

Zudem werden im Vergleich zu dem Baselineszenario für den Zeitraum 2014-2016 die folgenden Ergebnisse ermittelt:

- Gesamtendenergieeinsparung
- Gesamtprimärenergieeinsparung
- Gesamt CO<sub>2</sub>-Einsparung

---

<sup>22</sup> Annahme: 50% der Nichtwohngebäude verfügen über Heizkörper als Wärmeübergabe

Tabelle 18 zeigt die Endenergie-, Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen für den Zeitraum 2014-2016.

**Tabelle 18. Ermittelte Einsparungen für das Referenzszenario (Inspektionsintervall 4 Jahre\*), 2014-2016**

		Endenergie-einsparungen [GWh]		Primärenergieeinsparungen [GWh]	CO <sub>2</sub> -Einsparungen [kt CO <sub>2</sub> ]
		Gas/Heizöl	Strom	Gas/ Heizöl/ Strom	Gas/ Heizöl/ Strom
Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung	> 20 kW	839	11	<b>947</b>	204
Wärmeübergabe und hydraulischer Abgleich**	> 20 kW	90	2	<b>104</b>	22
<b>SUMME</b>	<b>&gt; 20 kW</b>	<b>929</b>	<b>13</b>	<b>1.051</b>	<b>226</b>

\*) Ausnahme: Heizölkessel > 100 kW = 2 Jahre, Gaskessel > 100 kW = 4 Jahre

\*\*\*) Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude (Kesselleistung über 20 kW)

Im Referenzszenario werden die höchsten Einsparungen im 3. Jahr des Betrachtungszeitraums erreicht, da das zugrunde gelegte 4-Jahres-Intervall für die angenommenen Inspektionen den 3-Jahres-Betrachtungszeitraum für deren Wirkung übertrifft und deswegen die kumulierten Einsparungen der ersten 3 Jahre wirksam werden.

## 5 Istszenario: Bewertung der deutschen Maßnahmen nach Artikel 14 Absatz 4 Gesamtenergieeffizienzrichtlinie

Im Folgenden werden die nach Artikel 14 Absatz 4 möglichen Ersatzmaßnahmen hinsichtlich ihrer Einsparpotentiale bewertet. Beim Istszenario wird zunächst nur eine Auswahl Ersatzmaßnahmen hinsichtlich Ihrer Wirkungen detailliert quantifiziert, da diese, wie im Folgenden dargestellt, bereits zum Nachweis der Gleichwertigkeit genügen. Bei Bedarf wäre es möglich, weitere, jedoch schwerer zu quantifizierende Maßnahmen zur Nachweiserbringung hinzuzuziehen.

Das Istszenario quantifiziert das Einsparpotential der Ersatzmaßnahmen gemäß Artikel 14, Absatz 4 der EPBD gegenüber dem Baselineszenario. Ziel des Istszenarios ist es, eine möglichst fundierte Quantifizierung der sich aus den Ersatzmaßnahmen ergebenden Reduzierung des Endenergiebedarfs und der damit verbundenen Verminderung des Primärenergiebedarf und der Treibhausgasemissionen darzulegen.

Im Istszenario werden zunächst die Primärenergieeinsparungen berücksichtigt, die sich aus ordnungsrechtlich bewehrten gesetzlichen Regelungen und Verpflichtungen ableiten lassen.

Hierbei handelt es sich um die wiederkehrenden Messungen auf der Grundlage der [1. BImSchV] und die Anforderungen der EnEV.

Die [1. BImSchV] - Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - sieht bei Öl- und Gasfeuerungsanlagen Messungen des Abgasverlustes durch Schornsteinfeger im Intervall von 2 Jahren vor. Bei Feuerungsanlagen, deren Inbetriebnahme oder wesentliche Änderung < 12 Jahre zurückliegt, beträgt der Intervall 3 Jahre. Im Falle einer Nichteinhaltung der Grenzwerte erfolgt zunächst eine Nachmessung. Bei einer weiteren Grenzwertüberschreitung wird der Anlagenbetreiber zu Nachbesserungen aufgefordert. Hält die Anlage die Anforderungen dennoch nicht ein, wird ein Austausch erforderlich.

Des weiteren zu berücksichtigen sind die durch die EnEV vorgegebenen Überprüfungen, die durch die Schornsteinfeger nach § 26b EnEV vollzogen werden:

- Nachrüstpflichten des § 10 Absätze 1 und 2 der EnEV
- Anforderungen an neu installierte und ersetzte Anlagen § 14 Absatz 1, 3 und 5 der EnEV

sowie die Pflicht zur Aufrechterhaltung der energetischen Qualität gemäß § 11 Absatz 3 der EnEV.

Die oben genannten gesetzlichen Regelungen und Verpflichtungen, die auf die Effizienz von Heizungsanlagen abzielen, bestehen in Deutschland überwiegend schon seit langer Zeit und sind teilweise mit Bußgeldern bewehrt. Die lange Existenz führt dazu, dass deren Einsparpotentiale im Betrachtungszeitraum 2014 bis 2016 durch Sättigungseffekte stark minimiert sind.

Eigentlich müssten auch die Effekte bei Ersteinführung dieser Maßnahmen dem Istszenario zugerechnet werden, da sie als Ersatzmaßnahmen im Sinne des Artikels 14 (EPBD) bzw. der vorherigen Regelung nach Artikel 8 der Richtlinie 2002/91/EG anzusehen sind.

Der beschriebene Sättigungseffekt betrifft vor allem einige Regelungen der EnEV, z.B. die Austauschverpflichtungen alter Heizkessel, die vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut wurden.

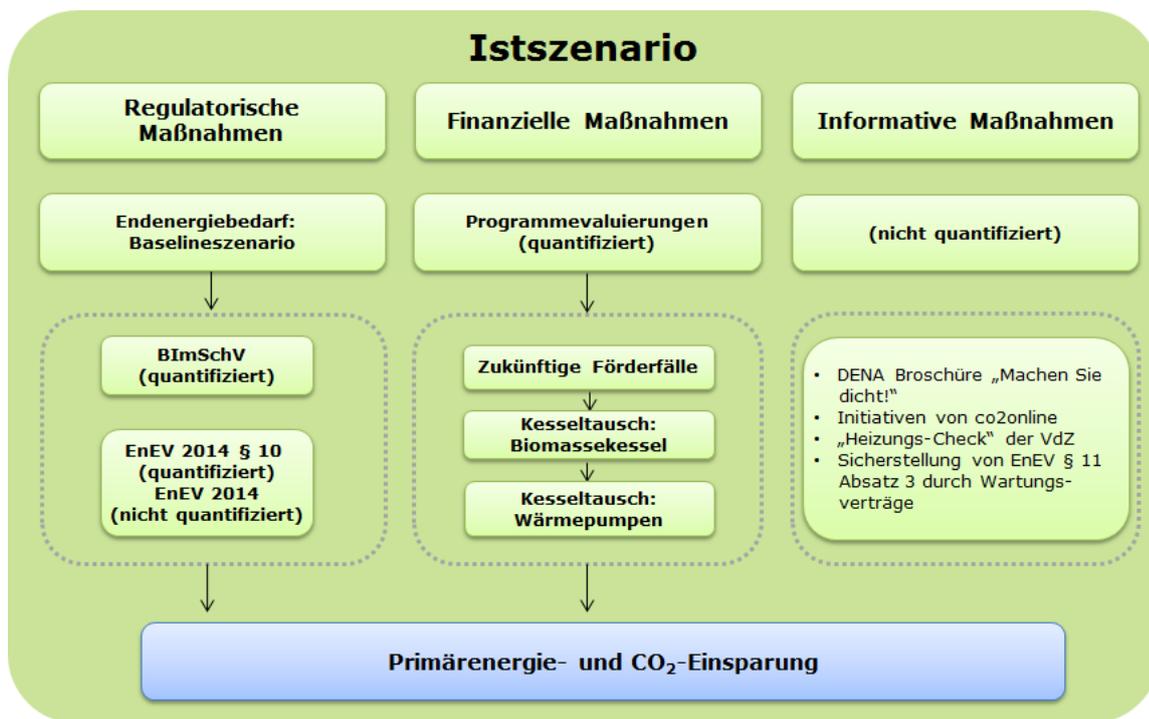
Im Istszenario wird im Sinne einer (weiteren) Untergrenzenbetrachtung der Effekt, der durch die EnEV Regelungen erreicht werden wird, nicht näher quantifiziert.

Als relevante neue Regelung gem. [EnEV 2013] § 10 Absatz 1 sind mit Jahresbeginn 2015 in allen Mehrfamilienhäusern und Ein- und Zweifamilienhäusern, die nach 2002 den Besitzer gewechselt haben, alle Konstanttemperaturkessel auszutauschen, die älter als 30 Jahre sind. Da diese Regelung insbesondere in 2014, aber auch noch danach, einen erheblichen Einspareffekt haben wird, wird dieser in einer separaten Betrachtung abgeschätzt.

Die berücksichtigten Maßnahmenpakete (getrennt nach Brennstoff und Strom) sind in Kapitel 5.2 zusammengefasst. Die Endenergiebedarfsreduktion durch die Implementierung der Maßnahmen ist durch die Häufigkeit der Umsetzbarkeit des Paketes in der jeweiligen Klasse (vgl. Kapitel 5.3) beeinflusst. Die Messintervalle sind durch die [1. BImSchV] vorgegeben (vgl. Kapitel 5.4).

Zusätzlich zu den Primärenergieeinsparungen, die sich aus dem Vollzug der oben genannten gesetzlichen Regelungen und Verpflichtungen ergeben, werden die Primärenergieeinsparungen des Programms „Energieeffizient Sanieren“ der KfW-Teil des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms und die Einsparungen des BAFA-Teils des Marktanzreizprogramms auf Grundlage der publizierten Programmevaluierungen quantifiziert und als Ersatzmaßnahmen im Rahmen des Istszenarios betrachtet.

Abbildung 11 illustriert die Vorgehensweise zur Berechnung der Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung im Istszenario.



**Abbildung 11: Vorgehensweise zur Berechnung der Endenergie-/Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Einsparung im Istscenario**

Die grundsätzliche Herangehensweise orientiert sich am Kapitel zur Bewertung der hypothetischen Inspektion nach Artikel 14, Absatz 1-3 (Kapitel 4). Im Gegensatz dazu werden aber nicht alle beschriebenen Maßnahmen quantifiziert. Dies begründet sich zum einen mit der im Folgenden dargestellten bereits sehr hohen Wirksamkeit der für die Quantifizierung ausgewählten Ersatzmaßnahmen, zum anderen mit der teilweise unsicheren Datenlage zur Abschätzung einiger Maßnahmen.

Da zunächst für diese Untersuchung nur die quantifizierten Ersatzmaßnahmen berücksichtigt werden, stellen die angegebenen berechneten Einsparungen die **Untergrenze der möglichen Einsparungen dar**. Die tatsächlichen Einsparungen in der Summe aller – auch der nicht separat quantifizierten – Ersatzmaßnahmen werden höher sein. Dieser konservative Ansatz garantiert, den Gesamteffekt der Ersatzmaßnahmen nicht zu überschätzen. Tabelle 19 gibt einen Überblick darüber, welche Maßnahmen in welcher Form berücksichtigt werden.

**Tabelle 19. Übersicht der Ersatzmaßnahmen**

Maßnahme	Quantifiziert/ Nicht separat quantifiziert	Beschreibung
[1. BImSchV]: Wiederkehrende Überwachung von Heizkesseln auf Grund der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen	Quantifiziert	Gute Datengrundlage, [ZIV] Wichtige Maßnahme, da aufgrund des verpflichtenden Charakters ein Großteil der Heizkessel inspiziert wird und bei einer Grenzwertüberschreitung der Abgasuntersuchungen Maßnahmen durchgeführt werden müssen.
[EnEV 2013] § 10, Absatz 1: Nachrüstung bei Anlagen und	Quantifiziert	<u>Neu</u> : Mit Jahresbeginn 2015 sind in allen Mehrfamilienhäusern und Ein- und

Maßnahme	Quantifiziert/ Nicht separat quantifiziert	Beschreibung
Gebäuden		Zweifamilienhäusern, die nach 2002 den Besitzer gewechselt haben alle Konstanttemperaturkessel auszutauschen, die älter als 30 Jahre sind.
[EnEV 2013] § 10, Absatz 1: Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden	Nicht separat quantifiziert	Alt: Die seit der EnEV 2002 geltende Austauschpflicht der Heizkessel, die vor dem 01.10.1978 aufgestellt worden sind, wird inzwischen keine signifikanten Auswirkungen mehr haben.
[EnEV 2013] § 10, Absatz 2: Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden		Absatz 2 besagt, dass bisher ungedämmte Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen gedämmt werden müssen. Im Gegensatz zu Absatz 1 sehen wir die Wirkung der Vorschrift zur Dämmung von Warmwasser- und Wärmeverteilungsleitungen als heute noch signifikant an, da im Gegensatz zu (1) hier alle alten Kessel, auch die alten Niedertemperatur- (und Brennwertkessel) betroffen sind.
[EnEV 2013] § 11, Absatz 3: Aufrechterhaltung der energetischen Qualität		Zielt auf die Aufrechterhaltung der energetischen Qualität, genauso wie Artikel 14 der EPBD. Der Effekt ist bei beiden Szenarien deckungsgleich.
[EnEV 2013] § 14: Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen		§ 14 schreibt die Vorsehung von effizienten Regeleinrichtungen von neuen und ausgetauschten Anlagen vor.
[EnEV 2013] § 26a, Absatz 1, Nr.3: Private Nachweise		Unternehmererklärung an Eigentümer nötig, dass Einbau des Wärmeerzeugers EnEV-konform durchgeführt wurde.
[EnEV 2013] § 26b: Aufgaben des bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegers		Beschreibung der Feuerstättenschau des bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegers und der damit verbundenen Aufgaben.
[EnEV 2013] § 27, Absatz 1, Nr. 4: Ordnungswidrigkeiten		Eine Ordnungswidrigkeit liegt vor, wenn entgegen § 10 Absatz 1 ein alter Heizkessel weiter betrieben wird.
[EnEV 2013] § 27, Absatz 3, Nr. 2: Ordnungswidrigkeiten		Eine Ordnungswidrigkeit liegt vor, wenn entgegen § 26a Absatz 1 eine Unternehmererklärung nicht vorgenommen wird.
Förderung im Rahmen des CO <sub>2</sub> Gebäudesanierungsprogramms (gefördert durch KfW)	Quantifiziert	Effekte gut quantifizierbar auf der Datengrundlage von [Diefenbach, Stein et al. 2013] Überschneidungen mit anderen Maßnahmen sind nicht auszuschließen
Förderung im Rahmen des Marktanzreizprogramms (gefördert durch BAFA und KfW)	Quantifiziert	Effekte gut quantifizierbar auf der Datengrundlage von [Langniß, Sperber et al. 2014] Überschneidungen mit anderen Maßnahmen sind nicht auszuschließen
Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit (Bundesregierung, Verbände, Initiativen)	Nicht separat quantifiziert	Die Effekte von Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen sind in der Regel nur schwer messbar. Es gibt hierzu nur wenige Dokumentationen. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen müsste daher auf Basis von meist nur recht allgemeinen Informationen z.B. Auflagengröße sinnvoll abgeschätzt werden. Die daraus resultierende Unsicherheit ist recht groß. Überschneidungen mit anderen Maßnahmen sind nicht auszuschließen.

## 5.1 Ersatzmaßnahmen

Im Folgenden werden die einzelnen Ersatzmaßnahmen näher beschrieben.

### 5.1.1 Regulatorische Maßnahmen

#### 5.1.1.1 Wiederkehrende Messungen von Feuerungsanlagen auf Grund der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen

Die Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ([1. BImSchV] - Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen) stellt Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von kleinen und mittleren Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung > 4 kW, die keiner immissionsschutzrechtlichen Genehmigung bedürfen. Es werden unter anderem Emissionsgrenzwerte sowie die Häufigkeit und die Art der Messungen der Feuerungsanlagen festgelegt. Die hier betrachteten Öl- und Gasfeuerungsanlagen unterliegen einem Intervall der wiederkehrenden Messungen von 2 Jahren. Bei Feuerungsanlagen, deren Inbetriebnahme oder wesentliche Änderung < 12 Jahre zurückliegt, beträgt der Intervall 3 Jahre. Die wiederkehrende Messung erfolgt durch den Schornsteinfeger. Dabei kann der Betreiber zwar einen Schornsteinfeger seiner Wahl mit der eigentlichen messtechnischen Überprüfung seiner Anlage beauftragen, ein von der zuständigen Behörde eingesetzter „bevollmächtigter Bezirksschornsteinfeger“ überwacht aber die ordnungsgemäße und rechtzeitige Durchführung der messtechnischen Überprüfungen anhand des von ihm geführten „Kehrbuchs“ der Feuerungsanlagen in seinem Bezirk. Einer der im Rahmen regelmäßiger Messungen bestimmten Kennwerte ist der Abgasverlust (nicht möglich bei Brennwertkesseln), aus dem der feuerungstechnische Wirkungsgrad des Kessels bestimmt werden kann.

Im Falle einer Nicht-Einhaltung der Grenzwerte fordert die zuständige Behörde den Anlagenbetreiber zu Nachbesserungen, was in der Folge (bei erneuter Nichteinhaltung der Grenzwerte) zu einem Kesseltausch führen kann. Auch die Umsetzung der vorgenannten Abhilfemaßnahmen wird durch den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger überwacht.

Die [1. BImSchV] ist somit ein wirkungsvolles Instrument, da alle Öl- und Gasfeuerungsanlagen, die eine höhere Nennwärmeleistung als 4 kW besitzen, im Vergleich zu den von der EPBD geforderten (> 20 kW-Anlagen), überwacht werden, und so bereits eine deutlich höhere Abdeckung erreicht werden kann als vorgeschrieben.

#### 5.1.1.2 EnEV 2013, § 10, 11, 14, 26a und b, 27

Die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen betreffen insbesondere die entsprechenden Paragraphen der EnEV. Auf eine quantitative Abschätzung der Einsparpotentiale dieser Maßnahmen wird aus den in Tabelle 19 genannten Gründen verzichtet.

---

### **Anforderung an die Außerbetriebnahme von Heizkesseln (§ 10, Abs. 1)**

---

Die [EnEV 2013] schreibt in § 10 Absatz 1 Satz 1 („Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden“) vor, dass Heizkessel, die vor dem 01.10.1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr weiter betrieben werden dürfen. Nebenbedingungen sind dabei, dass die Nennleistung zwischen 4 und 400 kW liegt und es sich nicht bereits um einen Niedertemperatur- oder Brennwertkessel handelt. Weitere Ausnahmen befinden sich in §13 Absatz 3.

Die Pflicht zur Außerbetriebnahme von Heizkessel in § 10 Absatz 1 besteht im Grundsatz seit 2002; für die Mehrheit der hier in Rede stehenden Heizkessel über 20 kW lief die Frist bis zum Ende des Jahres 2006 – im Falle technischer Verbesserung bis zum Ende des Jahres 2008. Für Anlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern, in denen zum Stichtag (Erlass der Vorschrift) eine Wohnung vom Eigentümer selbst genutzt wurde, gilt die Vorschrift zur Außerbetriebnahme nicht. Allerdings entsteht bei solchen Fällen, die auf Grund der ursprünglichen Eigentumsverhältnisse ausgenommen waren, allmählich durch Eigentümerwechsel nachträglich eine Verpflichtung zur Außerbetriebnahme alter Heizkessel, die nach einer jeweils mit dem Eigentümerwechsel beginnenden individuellen Übergangsfrist auch überwacht und ordnungsrechtlich durchgesetzt wird (§ 26b Absatz 1 EnEV).

Die aktuelle [EnEV 2013] schreibt im Unterschied zur vorherigen Version (EnEV 2009) vor, dass zusätzlich ab dem Jahr 2015 in allen Mehrfamilienhäusern und in solchen Ein- und Zweifamilienhäusern, die nicht vom Eigentümer selbst genutzt werden oder die nach 2002 den Besitzer gewechselt haben, alle Konstanttemperaturkessel, die älter als 30 Jahre sind, nicht mehr weiter betrieben werden dürfen.

---

### **Anforderungen an die nachträgliche Dämmung von Rohrleitungen (§ 10, Abs. 2)**

---

Der § 10 Absatz 2 der [EnEV 2013] („Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden“) thematisiert die Verpflichtung von Eigentümern, bisher ungedämmte und zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen im unbeheizten Bereich nachträglich zu dämmen. Hinsichtlich der Fristen, Übergangsregelungen und des Vollzuges siehe vorstehendes Kapitel.

---

### **Anforderung an die Wartung von energierelevanten Teilen der Heizungsanlagen (§ 11, Abs. 3)**

---

Zu berücksichtigen ist hierbei der § 11 Absatz 3 der [EnEV 2013] („Aufrechterhaltung der energetischen Qualität“), der dem Betreiber eine regelmäßige, fachkundige Wartung und Instandhaltung derjenigen Komponenten der Anlagen der Heiz-/Kühl- und Raumlufttechnik vorschreibt, die einen wesentlichen Einfluss auf den Wirkungsgrad haben. Auch wenn an dieser Stelle keine genaueren Angaben zur Häufigkeit und dem genauen Umfang der durchzuführenden Wartungsarbeiten gemacht werden, so wird dadurch zumindest die Erhaltung der ursprünglichen/geplanten Effizienz der Anlagen unterstützt.

Das Handwerk stützt sich bei seinen Initiativen zur Etablierung der Wartungsverträge für Heizungsanlagen auf diese Vorschrift (s. 5.1.3, Teil „Aktivitäten des Handwerks zur verstärkten Sicherstellung von § 11 Absatz 3 durch Wartungsverträge“).

---

### **Anforderungen an die Ausstattung von Heizungsanlagen einschließlich der Nachrüstungsanforderungen (§ 14)**

---

Die Anforderungen an die Ausstattung von Heizungsanlagen wird in § 14 der [EnEV 2013] („Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen“) beschrieben und betreffen alle Zentralheizungen mit Wasser als Wärmeträger (d.h. auch Wärmepumpen und Fern- und Nahwärmesysteme). Die Ausstattungsregelungen umfassen die Bereiche Thermostatventile, zeit- und witterungsgeführte Steuerung, Dämmpflicht von Leitungen im unbeheizten Bereich, Pumpen und Speicher.

Deutschland ist in diesem Punkt Vorreiter in Europa, da diese Ausstattungspflichten – im Unterschied zur Situation in vielen anderen Mitgliedsstaaten – z.T. bereits seit 1978 bestehen.

### **Vollzugsregelungen zu den vorstehend unter den Nummern 3 bis 5 genannten Vorschriften (§ 26a, Abs. 1, Nr. 3; § 26b; § 27 Abs. 3)**

---

Die Paragraphen der [EnEV 2013], die den Vollzug regeln (§ 26a Abs. 1 Nr. 3, § 26b und § 27 Absatz 3) schreiben die folgenden Verpflichtungen vor:

- Die Fachkräfte, die die obigen Maßnahmen durchführen, sind demnach verpflichtet, dem Eigentümer Bescheinigungen über die ordnungsgemäße Ausführung (sog. „Unternehmererklärung“) auszustellen, die der Eigentümer mind. 5 Jahre aufbewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorlegen muss.
- Die Pflichten sind bußgeldbewehrt und sind in aller Regel Gegenstand wiederkehrender Prüfungen durch den Bezirksschornsteinfeger. Dem Vollzug liegt bei Anlagen mit Heizkesseln eine Vollerfassung aller Feuerstätten Deutschlands in einem Kataster zugrunde ([Bundesregierung 2010]).

## **5.1.2 Finanzielle Maßnahmen**

### **5.1.2.1 Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub> Gebäudesanierungsprogramms (gefördert durch KfW)**

Das **CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm** der Bundesregierung finanziert die Förderprogramme der KfW zum energieeffizienten Bauen und Sanieren.

Für die Heizungserneuerung werden die folgenden in diesem Rahmen aufgelegten KfW-Programme näher betrachtet:

- Energieeffizient Sanieren – Kredit (151/152)
- Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss (430)

Weiterführende Informationen zu den Programmen, insbesondere in Bezug auf Förderfälle und Primärenergieeinsparungen durch die Programme finden sich in Kapitel 5.2.3.

### **5.1.2.2 Förderung im Rahmen des Marktanreizprogramms (gefördert durch BAFA und KfW)**

Das Marktanreizprogramm setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

- I. Investitionszuschüsse (über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA))
- II. Darlehen und Tilgungszuschüsse (KfW-Programm Erneuerbare Energien, Premium)

Weiterführende Informationen zum Marktanreizprogramm - insbesondere in Bezug auf Förderfälle und Primärenergieeinsparungen - finden sich in Kapitel 5.2.4.

### **5.1.3 Informative Maßnahmen**

#### **Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit**

Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit erreichen eine breite Zielgruppe. Wie in Tabelle 19 beschrieben, sind diese nur sehr schwer quantifizierbar. Da diese Maßnahmen jedoch ein wichtiger Baustein zur Minderung des Endenergiebedarfs sind, werden diese im Folgenden beschrieben, jedoch nicht quantifiziert.

#### ***DENA Broschüre „Machen Sie dicht!“***

---

Die Broschüre der dena „Machen Sie dicht: Energiesparen in Gebäuden“ [Dena 2009] thematisiert u.a. auch die Optimierung der Heizungsanlage mit Hinweisen zu Kessel, Pumpen, Reglern, Thermostatventilen und Heizkörpern. Die Broschüre fokussiert durchweg auf Maßnahmen mit geringem Investitionsbedarf. Jährlich werden ca. 90.000 Exemplare dieser Broschüre vertrieben, so dass eine breite Öffentlichkeit erreicht wird.

Die DENA-Broschüre „Machen Sie dicht“ wurde mit Zuwendungen des früheren Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erstellt und bis einschließlich 2013 im Vertrieb unterstützt. Es besteht die Absicht, in Nachfolge der Förderung durch BMVBS, den Vertrieb und die Fortschreibung auch weiterhin durch staatliche Zuwendungsmittel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) zu unterstützen.

#### ***Initiativen der co2online gGmbH***

---

Insbesondere der interaktive Modernisierungsratgeber auf der Homepage der gemeinnützigen GmbH co2online soll das Modernisierungstempo in Deutschland erhöhen.

Eine Umfrage von [Jahnke, Verhoog 2012] (co2online gGmbH) mit mehr als 1000 Teilnehmern zeigt, dass ein Drittel der Befragten durch den Modernisierungsratgeber in ihrer Entscheidung zu sanieren bekräftigt wurde, für jeden Fünften war er sogar ausschlaggebend. Außerdem zeigt sich, dass die für das vorliegende Projekt relevante Heizungserneuerung mit ca. **3,2 %/Jahr** die am häufigsten umgesetzte Sanierungsmaßnahme überhaupt ist.

**Tabelle 20. Vergleich jährlicher Modernisierungsraten von Bauteilen (co2online und IWU/BEI), Quelle: [Jahnke, Verhoog 2012], interaktiver Modernisierungsratgeber**

Maßnahmen	Jährliche Modernisierungsraten co2online [%/a]	Jährliche Modernisierungsraten IWU/BEI [%/a]
Heizung	3,17	2,80...3,50
Fassade	0,87*	0,82...1,06
Dach/OG	1,43	1,32...1,65
Keller	0,49	0,34...0,42
Fenster	1,56*	1,34...1,80

\*) flächengewichtet, d.h. unter Berücksichtigung von Teilsanierungen

Aber auch weitere Initiativen, wie z.B. die Kampagne „Meine Heizung kann mehr“, mit dem Fokus auf den hydraulischen Abgleich, können große Erfolge dokumentieren (bereits unter 20.000 Experten bekannt)<sup>23</sup>.

Die co2online-Initiativen werden durch Zuwendungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) unterstützt.

Neben den zuvor beschriebenen, durch öffentliche Zuwendungen unterstützen Initiativen gibt es auch eine Vielzahl weiterer relevanter Initiativen, von denen im Folgenden zwei wesentliche näher beschrieben werden:

### „Heizungs-Check“ der VdZ

Das „Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik“ (bisher „Verband deutscher Zentralheizungswirtschaft“ - VdZ) informiert den Verbraucher über eine kostenfrei herunterladbare Informationsbroschüre (ca. 68.000 im Jahr 2010). Die Langfassung der Informationsbroschüre ist der „Leitfaden zum Heizungs-Check nach DIN EN 15378“ [VdZ 2010]; sie behandelt ausführlich die Kapitel Wärmeerzeugung, -verteilung und -übergabe und gibt für jedes Kapitel dezidierte Modernisierungsempfehlungen. Der Heizungs-Check betrachtet als erstes standardisiertes und neutrales Checklisten-Verfahren die gesamte Heizungsanlage. Die zuständigen Gremien des Deutschen Instituts für Normung (DIN) haben die detaillierte Beschreibung dieses Verfahrens in den nationalen Anhang zu DIN EN 15378 aufgenommen. Der „Heizungs-Check“ dient als Hilfestellung für die Fachbetriebe und standardisiert anhand eines Punktesystems die Berichterstattung des Fachbetriebs an den Heizungsbetreiber.

<sup>23</sup> <http://www.meine-heizung.de/news-einzelansicht/article/6114/kampagne-zieht-positive-zwischenbilanz/>

### ***Aktivitäten des Handwerks zur verstärkten Sicherstellung von § 11 Absatz 3 durch Wartungsverträge***

---

Der § 11 Absatz 3 der [EnEV 2013] betrachtet die Wartung/Instandhaltung wesentlicher Komponenten u.a. der Heizungsanlage. Auch im Eigeninteresse verfolgen Akteure im Handwerk unterschiedliche Aktivitäten zur forcierten Umsetzung des § 11 Absatz 3 insbesondere durch den Abschluss von Wartungsverträgen.

Der Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) gibt als Quote der Heizungsanlagen für die Wartungsverträge abgeschlossen werden einen Wert von 60% an ([ZVSHK 2013]).

## 5.2 Methodik zur Bestimmung der Energieeinsparpotentiale

Wie am Anfang dieses Kapitels beschrieben, werden die Einsparpotentiale der folgenden Ersatzmaßnahmen quantifiziert.

1. Wiederkehrende Messungen von Feuerungsanlagen auf Grund der [1. BImSchV]
2. Neue Regelung gem. § 10 der EnEV zum Austausch von 30 Jahre alten Konstanttemperaturkesseln
3. Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub> Gebäudesanierungsprogramms (gefördert durch KfW)
4. Förderung im Rahmen des Marktanzreizprogramms (gefördert durch BAFA und KfW)

### 5.2.1 Wiederkehrende Messungen von Heizkesseln auf Grund der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)

In diesem Arbeitsschritt werden die pro Maßnahme (siehe Kapitel 4.1) erzielbaren technisch möglichen Einsparpotentiale durch die wiederkehrenden Messungen gemäß [1. BImSchV] bestimmt. Diese werden, wie im Referenzszenario nach den unter Kapitel 4.1 spezifizierten Kategorien differenziert (z.B. insb. sinnvoll für Typen-, Alters- und Größenklassen). Es werden neben dem Erwartungswert auch die möglichen Bandbreiten der Potentiale, die später für die Sensitivitätsanalyse (vgl. Kapitel 1) herangezogen werden, angegeben.

Eventuelle Effizienzsteigerungen bei verbundenen Warmwasseranlagen, die nicht Gegenstand von Artikel 14 sind, werden nicht berücksichtigt. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass in Deutschland Warmwasserbereiter mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 28 kW vergleichbaren Regelungen über wiederkehrende Messungen unterliegen. Diese Regelungen führen ebenfalls zur Erhöhung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden gemäß EU-Richtlinie 2010/31/EU.

Die Maßnahmenpakete führen zu einer:

- Verbesserung der Erzeugeraufwandszahl (Gas, Heizöl)
- Verringerung von Verteilverlusten (Gas, Heizöl)
- Verringerung von Hilfsenergiebedarf Erzeugung (Strom)
- Verringerung von Hilfsenergiebedarf Verteilung (Strom)

Für die Quantifizierung der über die [1. BImSchV] erzielbaren Primärenergieeinsparungen werden die verfügbaren Daten des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband ZIV - herangezogen. Auf Basis der dokumentierten Abgasverluste, den Grenzwertüberschreitungen und den Kesselgrößen können Rückschlüsse auf die erzielbaren Primärenergieeinsparungen durch den bei Grenzwertüberschreitung notwendigen bzw. durch die Beratung initiierten freiwilligen Kesseltausch gezogen werden. Hierbei werden die möglichen Primärenergieeinsparungen pro Kesseltyp über die Wirkungsgraddifferenzen des alten Kessels zu einem typischen neuen Kessel (i.d.R. mit Brennwerttechnik) und den über die typischen Vollaststundenzahlen und die Auslegungsleistung errechneten Heizenergiebedarf bestimmt.

Tabelle 21 gibt eine Übersicht über die möglichen Einsparungen durch die gewählten Maßnahmenpakete nach Leistungsklasse und Altersklasse. Die Verbesserungen basieren auf [DIN V 4701-12: 2004-06] (Kessel, Speicher), [PAS 1027] (Verteilung, Übergabe) und Experteneinschätzungen von Ecofys.

Da es sich bei dem auszutauschenden Kessel um einen ineffizienten Kessel handeln muss, werden hierbei für die Einsparungsberechnung die Effizienzdifferenzen zwischen der Kesselaltersklasse 1983-1990 gegenüber einem Brennwertkessel (dominierende Lösung) als Grundlage verwendet. Der Austausch eines alten Heizkessels gegen eine Wärmepumpe führt - zumindest auf Endenergieebene - regelmäßig zu höheren Einsparungen im Vergleich zum Ersatz eines Brennwertkessels. Die Annahme eines Brennwertkessels als neuen Heizkessel stellt somit eine konservative Annahme dar.

**Tabelle 21. Einsparpotentiale der Maßnahmenpakete gem. [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027] und Experteneinschätzungen, Istszenario**

Leistungs- klasse	Alters- klasse	Paket- Verbesserung Erzeuger- Aufwands- zahl	Paket- Verbesserung Verteil- verluste	Paket- Verbesserung Hilfsenergiebe- darf Erzeugung	Paket- Verbesserung Hilfsenergiebe- darf Verteilung
> 4 - 11 kW	< 1979				
> 4 - 11 kW	1979 - 1982				
> 4 - 11 kW	1983 - 1990				
> 4 - 11 kW	1991 - 1997	20%	54%	42%	11%
> 4 - 11 kW	1998 - 2012	20%	54%	42%	11%
> 4 - 11 kW	2013				
> 11 - 20 kW	< 1979				
> 11 - 20 kW	1979 - 1982				
> 11 - 20 kW	1983 - 1990				
> 11 - 20 kW	1991 - 1997	19%	72%	20%	0%
> 11 - 20 kW	1998 - 2012	19%	72%	20%	0%
> 11 - 20 kW	2013				
> 20 - 50 kW	< 1979				
> 20 - 50 kW	1979 - 1982				
> 20 - 50 kW	1983 - 1990				
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	19%	72%	20%	0%
> 20 - 50 kW	1998 - 2012	19%	72%	20%	0%
> 20 - 50 kW	2013				
> 50 - 100 kW	< 1979				
> 50 - 100 kW	1979 - 1982				
> 50 - 100 kW	1983 - 1990				
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	18%	75%	0%	-25%
> 50 - 100 kW	1998 - 2012	18%	75%	0%	-25%
> 50 - 100 kW	2013				
> 100 kW	< 1979				
> 100 kW	1979 - 1982				
> 100 kW	1983 - 1990				
> 100 kW	1991 - 1997	18%	75%	0%	-25%
> 100 kW	1998 - 2012	18%	75%	0%	-25%
> 100 kW	2013				

\*) Die Hilfsenergie für die Verteilung ist laut [DIN V 4701-12: 2004-06] und [PAS 1027] für neuere Altersklassen gleichhoch oder sogar höher als in den älteren. Der Grund liegt darin, dass die Umlaufwassermengen, die durch die Heizungspumpen

umgewälzt werden müssen, bei neueren Kesseln höher sind, um auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen die benötigte Heizleistung bereitstellen zu können.

### 5.2.2 Neue Regelung gem. § 10 der EnEV zum Austausch von 30 Jahre alten Konstanttemperaturkesseln

Die aktuelle [EnEV 2013] schreibt im Unterschied zur vorherigen Version (EnEV 2009) vor, dass ab dem Jahr 2015 in allen Mehrfamilienhäusern und in solchen Ein- und Zweifamilienhäusern, die nicht vom Eigentümer selbst genutzt werden oder die nach 2002 den Besitzer gewechselt haben, alle Konstanttemperaturkessel, die älter als 30 Jahre sind, nicht mehr weiter betrieben werden dürfen.

Im Folgenden wird die Herleitung der in diesem Zusammenhang mindestens 23.600 betroffenen, im Betrachtungszeitraum von 2015-2016 auszutauschenden Konstanttemperaturkessel dargestellt.

**Tabelle 22. Grundlagen zur Ermittlung der potentiellen Kessel-Austauschraten (Gas und Heizöl) gem. Neuerung von [EnEV 2013] § 10, im Betrachtungszeitraum von 2015-2016**

Leistungs- klasse	1979-1985 Anzahl messpflicht ige Kessel	Abschätzung Anteil Konstant- temperatur- kessel §10, (1)	Abschätzung Anteil Eigentümer- wechsel nach 2002 §10, (4)	Abschätzung Praktische Umsetzungs- häufigkeit §10, (5)	1979-1985 Anzahl auszutauschender Konstanttemperatur kessel
> 4 - 11 kW	66.542	29%	10%	50%	<b>949</b>
> 11 - 20 kW	259.290	29%	10%	50%	<b>3.698</b>
> 20 - 50 kW	300.810	29%	10%	50%	<b>4.290</b>
> 50 - 100 kW	43.117	29%	100%	70%	<b>8.609</b>
> 100 kW	30.188	29%	100%	70%	<b>6.028</b>
<b>Summe</b>	<b>699.946</b>				<b>23.574</b>

Da die Pflicht der EnEV erst ab dem Jahr 2015 für Konstanttemperaturkessel wirksam wird, die älter als 30 Jahre sind, sind nur die Jahre 2015 und 2016 des Betrachtungszeitraums relevant (ab 2015: Außerbetriebnahme der Baujahre 1979-1984; ab 2016: zusätzlich Außerbetriebnahme des Baujahres 1985). Es werden lediglich Kessel ab dem Baujahr 1979 betrachtet, da davon ausgegangen werden muss, dass durch das langjährige Bestehen der Pflicht, Kessel auszutauschen (EnEV 2009), Konstanttemperaturkessel, die vor dem 01. Oktober 1978 betrieben wurden, nicht mehr relevant sind.

Die Gesamtanzahl der bis in das Jahr 2016 extrapolierten Bestände der Konstant- und Niedertemperaturkessel (Gas und Heizöl) gem. [ZIV] bildet mit ca. **700.000 Kesseln** den Ausgangswert der Betrachtung in Tabelle 22.

Ausgehend von der Gesamtkesselzahl wird zunächst der Anteil der Konstanttemperaturkessel abgeschätzt. Gemäß der Studie [SHELL/BDH 2013] beträgt der Gesamtanteil der Konstanttemperaturkessel im Wohngebäudebestand 29 %. Obwohl davon auszugehen ist, dass der Anteil für die relevanten Jahrgänge 1979-1985 erheblich höher sein wird, wird für die vorliegende Studie nur von einem Mindestanteil von Konstanttemperaturkesseln von 29 % ausgegangen.

Im Gegensatz zu den Mehrfamilienhäusern gilt die Pflicht gemäß §10 für Ein- und Zweifamilienhäuser nur, wenn bei diesen nach 2002 der Eigentümer gewechselt hat (§10 (4)). Da im Ein- und Zweifamilienhausbereich gemäß [Loga et al. 2011] im Zeitraum 1958-1978 die Bautätigkeit hoch war, ist davon auszugehen, dass altersstrukturbedingt seit dem Jahr 2002 ein nicht unerheblicher Teil dieser Gebäudeklasse den Eigentümer gewechselt hat. Ein Anteil von **10 %** kann daher als realistisch betrachtet werden.

Genauere Informationen der Aufteilung von betroffenen Kesseln in die Klasse der Ein- und Zweifamilienhäuser und in die Klasse der Mehrfamilienhäuser liegen nicht vor. Eine vollständige Zuordnung der zahlenmäßig hohen Kessel-Leistungsklassen bis 50 kW zur Klasse der Ein- und Zweifamilienhäuser führt zu einer Untergrenzen-Potentialabschätzung.

In Bezug auf die praktische Umsetzungshäufigkeit wird, trotz ordnungsrechtlich bewehrter regulatorischer Verpflichtung, wiederum konservativ von einer Umsetzungsrate von lediglich **70 %** ausgegangen. Bei den Ein- und Zweifamilienhäusern ist es möglich, dass einige Eigentümer sich auf den §10 (5) berufen (Einsparungen aus Absatz 2-4 müssen in angemessener Frist erwirtschaftet werden können). Dazu muss jedoch ein Befreiungsantrag gestellt werden. Es ist daher davon auszugehen, dass die praktische Umsetzungshäufigkeit mindestens **50 %** beträgt.

Bei der Herleitung wurden, wie dargestellt, für alle Parameter teilweise sehr konservative Annahmen getroffen, so dass davon auszugehen ist, dass das tatsächliche Potential deutlich höher sein wird. Eine veröffentlichte Schätzung des BDHs [Backhaus, Wellkamp 2014] zum Potential der im Rahmen von EnEV §10 still zu legenden Kessel geht beispielweise von ca. 400.000 statt der in dieser Untersuchung berücksichtigten Untergrenze von 23.600 Kesseln aus.

### 5.2.3 Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms (Förderung durch Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Das CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm wurden zuletzt durch [Diefenbach, Stein et al. 2013] für das Jahr 2012 evaluiert. Für das Jahr 2012 wurden in der Gesamtheit 87.708 Förderzusagen verzeichnet, wobei die in der folgenden Tabelle dargestellten Energieträgerhäufigkeiten vor und nach der Modernisierung festgestellt wurden (Stichprobe > 750 Förderzusagen).

**Tabelle 23. Ermittelte Energieträgeranteile vor/nach energetischer Sanierung gem. „Energieeffizient Sanieren“**

Energieträger	Vor Modernisierung	Nach Modernisierung	Differenz
Erdgas/Flüssiggas	45,8%	59,6%	<b>13,8%</b>
Heizöl	48,1%	26,5%	<b>-21,6%</b>
Biomasse	1,1%	7,6%	<b>6,5%</b>
Wärmepumpe	3,9%	2,5%	<b>-1,4%</b>
Fernwärme	0,0%	1,4%	<b>1,4%</b>
El. Direktheizung	0,9%	0,0%	<b>-0,9%</b>
Kohle	0,2%	0,6%	<b>0,4%</b>
BHKW	0,0%	1,8%	<b>1,8%</b>

Die in der letzten Spalte dargestellten Differenzen vor/nach der Modernisierung werden verwendet, um die gestiegene Anzahl an Biomassekesseln und Wärmepumpen nach den Modernisierungen abzuschätzen.

Da sich gemäß Hochrechnung von [Diefenbach, Stein et al. 2013] für Wärmepumpen in 2012 eine geringere Anzahl von nach der KfW geförderten Sanierung ergibt, wird die Wirkung der Ersatzmaßnahme „Austausch eines fossilen Kessels durch eine Wärmepumpe“ nicht berücksichtigt.

#### 5.2.4 Förderung im Rahmen des Marktanzreizprogramms (Förderung durch Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle und Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Das Marktanzreizprogramm wurde zuletzt von [Langniß, Sperber et al. 2014] für das Förderjahr 2012 evaluiert (unveröffentlichter Zwischenbericht, Stand Februar 2014). In der vorliegenden Untersuchung wird ausschließlich Teil I des MAP betrachtet, da in Teil II die Heizkessel nicht betroffen sind (Wärmenetze, große Biomasse-Anlagen, etc.).

Ein Vergleich der ausgelösten Investitionen durch die eingesetzten Fördermittel zeigt die folgende Tabelle aus dem Evaluationsbericht von [Langniß, Sperber et al. 2014].

**Tabelle 24. Ausgelöste Investitionen und eingesetzte Fördermittel 2009-2012, [Langniß, Sperber et al. 2014]**

In Mio. €	Ausgelöste Investitionen					Fördermittel*				
	2009	2010	2011	2012	Veränderung 11/12	2009	2010	2011	2012	Veränderung 11/12
KfW	432	269	357	599	68 %	96	68	98	150	53 %
BAFA	2.050	601	835	800	- 4 %	321	89	135	121	- 10 %
<b>Gesamt</b>	<b>2.482</b>	<b>870</b>	<b>1.191</b>	<b>1399</b>	<b>17 %</b>	<b>417</b>	<b>156</b>	<b>233</b>	<b>271</b>	<b>17 %</b>

\*) Fördermittel KfW-Teil ab 2011: Tilgungszuschuss + Zinsvorteil

In Bezug auf den ersten Teil des Förderprogramms durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) werden zunächst die geförderten Biomasseanlagen und Wärmepumpen<sup>24</sup> aus den Jahren 2008 bis 2012 betrachtet, wie die folgende Tabelle zeigt.

<sup>24</sup> Nicht berücksichtigt wurde die Wirkung der ebenfalls im Rahmen des MAP Programms geförderten Maßnahme „Kesseltauschbonus“ (Austausch alter Heizkessel durch Brennwertkessel + Solarkollektor). Bei Quantifizierung der Wirkung dieser Maßnahme müssten ggf. größere Überschneidungen mit anderen Instrumenten berücksichtigt werden.

**Tabelle 25. Anzahl errichteter Anlagen (Biomasse, Wärmepumpen) mit MAP-Förderung über BAFA 2008-2012, [Langniß, Sperber et al. 2014]**

	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Biomasse GESAMT	53.736	51.000	13.912	21,139	29.185
Anzahl Wärmepumpen GESAMT	31.844	29.089	5.009	4,347	4.451

Die Ursachen der Entwicklung der Förderzahlen sind vielschichtig. Sie sind nicht nur von den Förderbedingungen selbst, sondern auch generell vom wirtschaftlichen Umfeld (Technologie- und Energiekosten) abhängig.

Aufgrund der schwierigen Vorhersehbarkeit werden für die Abschätzung der Untergrenze des Einsparpotentials analog zum ersten Gutachten die folgenden konservativen Annahmen getroffen:

- Zunächst wird aus den Erkenntnissen der Jahre 2008 bis 2012 für die Jahre des Betrachtungszeitraums (2014 bis 2016) jeweils die geringste Anzahl errichteter Anlagen für Biomasse (13.912) und Wärmepumpen (4.347) berücksichtigt.
- Die Gesamtheit der Förderzusagen wird dann für die Berechnung der Primärenergieeinsparungen verwendet.

### 5.3 Häufigkeit von Kesselerneuerungen infolge der wiederkehrenden Messungen gemäß 1. BImSchV

Bei den wiederkehrenden Abgasverlustmessungen durch die [1. BImSchV] werden laut der ZIV-Erhebungen regelmäßig Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Im Falle einer Überschreitung der Grenzwerte erhält der Betreiber die Möglichkeit, Maßnahmen zu ergreifen, um die erhöhten Abgasverluste zu reduzieren. Dies können Wartungsarbeiten, aber auch ein Kessel- oder Brennertausch sein. Werden nach einer Wartung bei der Nachmessung erneut Grenzwertüberschreitungen festgestellt, wird der Anlagenbetreiber zu weiteren Nachbesserungen aufgefordert. In der Regel wird nun ein Austausch erforderlich.

In diesem Zusammenhang zu berücksichtigen ist – wie bereits in Kapitel 2.2 dargelegt - außerdem, dass die Schornsteinfeger in der Praxis als allgemein anerkannte unabhängige Berater, im Rahmen der wiederkehrenden Messungen die Anlagenbetreiber auf ineffiziente Heizungsanlagen hinweisen, selbst wenn deren Abgasverlustgrenzwerte (noch) nicht überschritten werden.

Alles in allem ist daher davon auszugehen, dass bei dem weit überwiegenden Teil der in Deutschland durchgeführten Austausche alter Heizkessel diese aus zwei möglichen Gründen im Zusammenhang mit den wiederkehrenden Abgasverlustmessungen der 1. BImSchV zu sehen sind:

- Direkter Einfluss  
Aktionszwang aufgrund des Überschreitens der Abgasverlustgrenzwerte, bei der nächsten Messung die Grenzwerte wieder einzuhalten (Nachbesserung oder Kesseltausch).
- Indirekter Einfluss  
Beratung durch den Schornsteinfeger, dass ein Austausch des Kessels eine sinnvolle Maßnahme darstellt.

Wie in Kapitel 2.2 dargestellt, belaufen sich die Abgasgrenzwertüberschreitungen von Gas- und Ölfeuerungsanlagen der „Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2013“ im Jahr 2013 auf **2,1 %** für Gasfeuerungsanlagen bis **3,0 %** für Ölfeuerungsanlagen. Diese prozentualen Anteile korrelieren mit den jährlichen Kesselaustauschraten gemäß [BDH 2013] und [Diefenbach, Cischinsky et al. 2010], die im Bereich von **2,5 % und 3 %** liegen. Zusätzlich bestätigen [Jahnke, Verhoog 2012] diese Größenordnung in einer umfassenden Gebäudemodernisierungsumfrage mit mehr als 1000 Teilnehmern, in der jährliche Heizungsmodernisierungsraten von **3,2 %** pro Jahr ermittelt wurden.

Für die folgenden Betrachtungen wird konservativ davon ausgegangen, dass **1,6 % der Heizkessel** direkt oder indirekt im Zusammenhang mit wiederkehrenden Messungen gemäß [1. BImSchV] ausgetauscht werden. Aufgrund der sinkenden beobachteten Grenzwertüberschreitungen (vgl. Kapitel 2.2, Tabelle 2) erschien es sinnvoll, für den Untersuchungszeitraum 2014-2016 eine geringere Austauschrate vorauszusetzen als die 2,0 % aus dem ersten Gutachten.

Wie im ersten Gutachten wird davon ausgegangen, dass beim Austausch immer ein entsprechender Brennwertkessel eingesetzt wird. Unter Berücksichtigung der Angaben des BDH [Shell/BDH 2013], der bei den Marktdaten der Wärmeerzeuger in 2012 einen Anteil von Wärmepumpen und Biomassekessel von 13,7 % (Tendenz steigend) und bei den Öl- und Gas-Niedertemperaturkesseln

von 20,1 % (Tendenz sinkend) verzeichnet, ist dies eine konservative Annahme. Die gegenüber Brennwertkesseln erzielbaren Primärenergiereduktionen von Wärmepumpen und Biomassekessel sind deutlich höher einzuschätzen als die Mehrverbräuche durch den Einsatz von Niedertemperaturkesseln.

Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die angegebene Austauschrate von 1,6 % unabhängig von der Kesselgröße und dem Kesselalter ist (s. Tabelle 26). Auch diese Annahme ist sicher konservativ, da davon auszugehen ist, dass bei älteren Kesseln höhere Austauschraten vorliegen.

**Tabelle 26: Häufigkeit von Kesselerneuerungen nach Alters- und Leistungsklasse, aufgrund der wiederkehrenden Messungen gemäß [1. BImSchV]**

Leistungsklasse	Altersklasse	Umsetzungshäufigkeit (sinnvolle Umsetzung)
> 4 - 11 kW	< 1979	
> 4 - 11 kW	1979 - 1982	
> 4 - 11 kW	1983 - 1990	
> 4 - 11 kW	1991 - 1997	1,6 %
> 4 - 11 kW	1998 - 2012	1,6 %
> 4 - 11 kW	2013	
> 11 - 20 kW	< 1979	
> 11 - 20 kW	1979 - 1982	
> 11 - 20 kW	1983 - 1990	
> 11 - 20 kW	1991 - 1997	1,6 %
> 11 - 20 kW	1998 - 2012	1,6 %
> 11 - 20 kW	2013	
> 20 - 50 kW	< 1979	
> 20 - 50 kW	1979 - 1982	
> 20 - 50 kW	1983 - 1990	
> 20 - 50 kW	1991 - 1997	1,6 %
> 20 - 50 kW	1998 - 2012	1,6 %
> 20 - 50 kW	2013	
> 50 - 100 kW	< 1979	
> 50 - 100 kW	1979 - 1982	
> 50 - 100 kW	1983 - 1990	
> 50 - 100 kW	1991 - 1997	1,6 %
> 50 - 100 kW	1998 - 2012	1,6 %
> 50 - 100 kW	2013	
> 100 kW	< 1979	
> 100 kW	1979 - 1982	
> 100 kW	1983 - 1990	
> 100 kW	1991 - 1997	1,6 %
> 100 kW	1998 - 2012	1,6 %
> 100 kW	2013	

Für die später beschriebene Sensitivitätsanalyse werden – neben dem Erwartungswert der Häufigkeit – jeweils auch der obere und untere Grenzwert abgeschätzt.

## 5.4 Messintervall gemäß 1. BImSchV

Die [1. BImSchV] schreibt folgende Messintervalle für Öl- und Gaskessel vor:

- Kessel älter als 12 Jahre: 2 Jahre
- Kessel 12 Jahre oder jünger: 3 Jahre

Die Messungen werden analog zum Referenzszenario in der Istszenariorechnung gleichmäßig über die einzelnen Jahre verteilt. Dies bedeutet, dass z.B. bei dem Zwei-Jahres-Intervall jedes Jahr 50 % aller relevanten Kessel in Deutschland gemessen werden.

Die Gesamtheit aller messpflichtigen Kessel beläuft sich auf ca. 13,9 Millionen.

In dieser Untersuchung werden lediglich Messungen betrachtet, die im Untersuchungszeitraum 2014 bis 2016 liegen.

## 5.5 Bestimmung des jährlichen Einsparpotentials

Die Primärenergieeinsparungen der Ersatzmaßnahmen im Istszenario werden auf der Grundlage der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Annahmen berechnet. Die detaillierte Vorgehensweise zur Berechnung der Primärenergieeinsparungen wird in Kapitel 5.5.1 (wiederkehrende Messungen von Heizkesseln auf Grund der „Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen“ - [1. BImSchV]), in Kapitel 5.5.3 (Neue Regelung gem. § 10 der EnEV zum Austausch von 30 Jahre alten Konstanttemperaturkesseln) und in Kapitel 5.2.3 (Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungs- und des Marktanzreizprogramms) beschrieben.

Alle Annahmen sind konservative Annahmen, die in der Tendenz zu einer Unterschätzung der erzielten Wirkungen durch die Ersatzmaßnahmen führen.

### 5.5.1 Wiederkehrende Messungen von Heizkesseln auf Grund der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)

Der Status Quo des Endenergiebedarfs 2014 wird durch die wiederkehrenden messtechnischen Überprüfungen der Heizkessel auf Grund der „Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - [1. BImSchV] durch sinnvolle Pakete verbessert. Dabei werden jeweils sinnvolle Kombinationen aus Leistungsklasse und Kesselalter erstellt (bspw. 20-50 kW und 1991-1997).

Die sich durch die Maßnahmenpakete ergebenden Primärenergieeinsparungen werden von den folgenden - in den vorangegangenen Kapiteln besprochenen - Parametern beeinflusst.

1. Mögliche Endenergiebedarfsreduktion bei Implementierung der sich aus den Messungen ergebenden sinnvollen Maßnahmenpakete (getrennt nach Brennstoff und Strom) (Kapitel 5.2)
2. Häufigkeit einer sinnvollen Umsetzung des Paketes in der jeweiligen Klasse (Kapitel 5.3)
3. Messintervalle (vgl. Kapitel 5.4)
4. Primärenergiefaktoren (vgl. Kapitel 3.3.2)

Die jährlichen Primärenergieeinsparungen der Klassen werden durch Multiplikation der Punkte 1) bis 4) errechnet und aufsummiert.

Für mögliche Verbesserungsmaßnahmen wird angenommen, dass diese nach der messtechnischen Überprüfung unverzüglich erfolgen. Soweit in der Praxis kleine Verzögerungen z. B. wegen der Auftragserteilung auftreten, sind deren Auswirkungen auf die Energieeinsparung in einer hier vernachlässigbaren Größenordnung.

Sobald die Effizienz der Heizungsanlage durch ein Maßnahmenpaket verbessert wird, wird der Endenergiebedarf als konstant angenommen. Dies folgt aus der Annahme dass erstens keine Verschlechterung der Effizienz über die weitere Lebensdauer stattfindet (gemäß [EnEV 2013] §11, Absatz 3) und jede weitere Messung keine zusätzliche vergleichbare Effizienzverbesserung generieren würde.

### **5.5.2 Neue Regelung gem. § 10 der EnEV zum Austausch von 30 Jahre alten Konstanttemperaturkesseln**

Aus den erwarteten Anzahlen der Konstanttemperaturkesselklassen (siehe Kapitel 5.2.2), die ausgetauscht werden, werden die Einsparungen errechnet, die sich beim Austausch durch einen Brennwertkessel in Folge einer Wirkungsgradverbesserung ergeben. Es wird angenommen, dass im Jahr 2015 die betroffenen Konstanttemperaturkessel der Baujahre 1979-1984 ausgetauscht werden und im Jahr 2016 zusätzlich noch diejenigen aus dem Jahre 1985.

Die sich aus den oben genannten Annahmen ergebenden Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen sind in der Tabelle 27 aufgeführt.

Doppelbilanzierungen bei berechneten Primärenergieeinsparungen durch Überschneidungen der regulatorischen und finanziellen Maßnahmen sind grundsätzlich möglich. Der Überschneidungsanteil wird jedoch mit unter 50 % abgeschätzt und ist damit wahrscheinlich immer noch geringer als der Anteil der durch konservative Annahmen zur Wirkung der neuen Regelung erst gar nicht berücksichtigt wird.

### **5.5.3 Förderung im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungs- und des Marktanreizprogramms**

Für die Abschätzung der Einsparpotentiale durch Förderungen im Rahmen des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms (KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“) und des Marktanreizprogramms wird, wie in Kapitel 5.2.3 beschrieben, ein separater Ansatz gewählt. Dieser wird im Folgenden erläutert.

Die Abschätzung basiert auf den Programmevaluierungen von [Diefenbach, Stein et al. 2013] und [Langniß, Sperber et al. 2014] sowie auf Annahmen bzgl. zukünftiger Förderfälle und Austausche der Kessel. Für die Abschätzung des Einsparpotentials der betroffenen Kessel werden durchweg konservative Annahmen getroffen. Beispielsweise wird der Vergleich des Primärenergiebedarfs der Biomassekessel und Wärmepumpen lediglich zu einem Brennwertkessel angestellt, in der Annahme, dass ohne die Fördermittel in absehbarer Zeit der alte fossile Kessel durch einen Brennwertkessel ausgetauscht worden wäre.

Sowohl für die Brennwertkessel-, als auch für die Biomasse- und Wärmepumpen-Variante wird in einem nächsten Schritt die Endenergie<sup>25</sup> ermittelt. Diese errechnete sich aus der jeweiligen Anzahl, einer Nutzenergieannahme (Nutzenergiebedarf gem. Kessel der Leistungsklasse 11-20 kW der Hauptuntersuchung, da nur Wohngebäude betroffen sind) und Erzeuger-Aufwandszahlen<sup>26</sup>.

---

<sup>25</sup> Die Hilfsenergieeinsparungen der Verteilung und Erzeugung werden auf Grundlage der Erkenntnisse aus den Szenariorechnungen (Referenz-/Istszenario) für das KfW- und das MAP-Programm vernachlässigt.

<sup>26</sup> Brennwertkessel = 0,98; Biomassekessel = 1,11; Wärmepumpe = 0,30

Mit Hilfe der Endenergie werden im abschließenden Schritt mit den jeweiligen Primärenergie<sup>27</sup>- und CO<sub>2</sub><sup>28</sup>-Faktoren die entsprechenden Einsparungen ermittelt.

Prinzipiell sind Doppelbilanzierungen bei berechneten Primärenergieeinsparungen der regulatorischen und finanziellen Maßnahmen möglich, da die Wirkung nicht eindeutig auf ihre Ursache zurückzuführen ist. Im Kontext der absolut berechneten Primärenergieeinsparungen relativiert sich jedoch der Anteil aus den untersuchten finanziellen Förderinstrumente (vgl. Tabelle 27, ca. 10 %).

#### 5.5.4 Einsparungen Istszenario

Es werden folgende Parameter differenziert

- Endenergiebedarf Gas bzw. Heizöl und
- Endenergiebedarf Strom (Hilfsenergiebedarf Erzeugung/Verteilung)

Zudem werden im Vergleich zu dem Baselineszenario die folgenden Kennwerte ermittelt:

- Gesamtendenergieeinsparung 2014-2016
- Gesamtprimärenergieeinsparung 2014-2016
- Gesamt CO<sub>2</sub>-Einsparung 2014-2016

**Tabelle 27. Ermittelte Einsparungen Istszenario, Betrachtungszeitraum 2014-2016**

	Endenergieeinsparungen [GWh]		Primärenergieeinsparungen [GWh]	CO <sub>2</sub> -Einsparungen [kt CO <sub>2</sub> ]
	Gas/ Heizöl	Strom	Gas/ Heizöl/ Strom	Gas/ Heizöl/ Strom
<b>1. BImSchV</b> Intervall: 2-3 Jahre *	1.921	5	<b>2.123</b>	441
<b>KfW,</b> Energieeffizient Sanieren ***	-27	**	<b>174</b>	53
<b>BAFA,</b> Marktanreizprogramm ***	41	**	<b>632</b>	142
<b>EnEV 2013 §10 ***</b>	846	**	<b>931</b>	198
<b>SUMME</b>	<b>2.781</b>	<b>5</b>	<b>3.860</b>	<b>834</b>

\*) gem. BImSchV: 2 Jahre für Kessel älter als 12 Jahre, 3 Jahre für Kessel jünger als 12 Jahre

\*\*) Für diese Programme wird aus Marginalitätsgründen davon abgesehen, den Hilfsstrom mit zu berücksichtigen.

\*\*\*) Doppelzählung wegen Überschneidung mit aus BImSchV resultierender Maßnahmen möglich, Anteil wird jedoch mit < 50 % abgeschätzt und ist damit wahrscheinlich immer noch geringer als der Anteil der durch konservative Annahmen zur Wirkung der neuen Regelung erst gar nicht berücksichtigt wird.

<sup>27</sup> s. Kapitel 3.3.2

<sup>28</sup> s. Kapitel 3.3.2, Heizöl = 266 g/kWh

Die höchsten Endenergieeinsparungen werden beim Istszenario im zweiten Jahr erzielt, da die Kessel, die älter als 12 Jahre sind, in den ersten 2 Jahren messtechnisch überprüft werden. In den ersten zwei Jahren werden sowohl die Einsparungen der verbesserten Kessel aus 2014, als auch der Kessel aus 2015 wirksam.

## 6 Sensitivitätsbetrachtung

Mit der im Folgenden beschriebenen Sensitivitätsbetrachtung soll der Einfluss möglicher Abweichungen der Eingangsparameter auf die Berechnungsergebnisse bestimmt und bewertet werden. Die Sensitivitätsbetrachtung wird nur für die Endenergieeinsparungen im Zeitraum 2014 bis 2016 der zwei **Hauptszenarien** (Referenzszenario und Wirkungen durch die wiederkehrenden Messungen der 1. BImSchV) durchgeführt.

Da der relevante Primärenergiebedarf unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren direkt aus dem Endenergiebedarf abgeleitet wird und keine relevanten Besonderheiten bei den unterschiedlichen Energieträgern zu erwarten sind, ist es ausreichend, die Sensitivitätsbetrachtung für den Endenergiebedarf durchzuführen. Es ist des Weiteren davon auszugehen, dass sich durch eine mögliche Berücksichtigung untergeordneter Einsparpotentialquellen oder durch einen erweiterten Betrachtungszeitraum keine wesentlichen Veränderungen ergeben.

Die Erhebungen des [ZIV], aus der das Mengengerüst entwickelt wird, kann als fundierte Datengrundlage angesehen werden, da diese auf der Grundlage von langjährig wiederkehrenden Ortsterminen beruhen, die durch die Schornsteinfeger im Rahmen der 1. BImSchV für die messpflichtigen Kessel durchgeführt werden.

Bei der Sensitivitätsbetrachtung müssen daher insbesondere die folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- Einsparung durch die Maßnahmenpakete (E)
- Sinnvolle Umsetzungshäufigkeit (H)
- Praktische Umsetzungshäufigkeit (W)

Für jeden Parameter wird jeweils eine relative Abweichung vom Erwartungswert angenommen:

- Relative Abweichung der Einsparung (dE): 20%
- Relative Abweichung der sinnvollen Umsetzungshäufigkeit (dH): 25%
- Relative Abweichung der praktischen Umsetzungshäufigkeit (dW): 30%

Die Berechnung wird mittels des Fehlerfortpflanzungsgesetzes durchgeführt. Die Gleichung für die Ermittlung der Varianzen der Gesamteinsparung dG lautet demnach<sup>29</sup>:

$$dG = \sqrt{((H * W * dE)^2 + (E * W * dH)^2 + (E * H * dW)^2)}$$

Daraus resultieren die in der folgenden Tabelle dargestellten möglichen Varianzen in der Gesamteinsparung der Szenarien.

---

<sup>29</sup> W und dW sind nur relevant für das Referenzszenario. Beim IstszENARIO sind W=1 und dW =0 zu setzen.

**Tabelle 28. Sensitivitätsbetrachtung der Endenergiegesamteinsparung der Szenarien, 2014-2016 in GWh**

		Erwartungswert		Varianz	
		Endenergieeinsparungen		Endenergieeinsparungen	
		Gas/ Heizöl	Strom	Gas/ Heizöl	Strom
Referenzszenario <sup>30</sup>	SUMME	893	11	± 368	± 6
Intervall: 4 Jahre					
Istszenario <sup>31</sup>	SUMME	1.921	5	± 615	± 4
Intervall: 2-3 Jahre					

Die Tabelle zeigt Varianzen von etwa 41 % für das Referenzszenario (Endenergieeinsparungen gemäß Artikel 14 der EPBD) bzw. ca. 32 % für die Endenergieeinsparungen, die sich aus den wiederkehrenden Messungen gem. [1. BImSchV] ergeben (Istszenario).

Die Varianz der Differenz dD der beiden Szenarien wird bestimmt durch:

$$dD = \sqrt{((G_I) + (dG_R))^2}$$

mit

dG<sub>I</sub>: Varianz des Istszenarios (= 615+4 GWh)

dG<sub>R</sub>: Varianz des Referenzszenarios (= 368+6 GWh)

Für die Varianz der Differenz ergibt sich demnach ein Wert von 723 GWh.

Da die Varianz kleiner als die Differenz (= 1.022 GWh) ist, kann davon ausgegangen werden, dass allein durch Einsparungen, die sich aus den wiederkehrenden Messungen gem. [1. BImSchV] ergeben, die Einsparungen, die sich aus den Anforderung für die Inspektionen aus Artikel 14 Absätze 1 bis 3 der EPBD ergeben würden, bereits mehr als kompensiert werden. Dies gilt für die Endenergieeinsparungen ist qualitativ jedoch, wie zuvor beschrieben, auf die Primärenergieeinsparungen übertragbar<sup>32</sup>.

<sup>30</sup> Ohne Berücksichtigung der Einsparungen im Bereich Wärmeübergabe und hydraulischer Abgleich

<sup>31</sup> Ohne Berücksichtigung der Einsparungen aus den KfW- und BAFA-Programmen und den Neuerungen von §10 der EnEV

<sup>32</sup> **Anmerkung:** Allgemein wird in den Berechnungen vereinfachend – unter Berücksichtigung der jeweiligen Umsetzungshäufigkeiten – nach erfolgter Inspektion bzw. Messung immer von einer sofortigen Umsetzung der Maßnahmen ausgegangen. Dies entspricht natürlich nicht der Realität, in der die Spanne zwischen Inspektion/Messung und Umsetzung Wochen oder Jahre betragen kann. Bei einer angenommenen mittleren Zeitverzögerung zwischen Inspektion/Messung und Umsetzung von 6 Monaten ergäbe sich innerhalb des Betrachtungszeitraumes von 3 Jahren eine Überschätzung der oben genannten Einsparungen um ca. 17 %. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die freiwilligen Maßnahmen - resultierend aus den Heizungsinspektionen gemäß EU Richtlinie - in der Regel später umgesetzt werden als die teilweise ordnungsrechtlich bewährten Maßnahmen der [1. BImSchV]. In der Realität wird daher der oben dargestellte Unterschied der Einsparungen noch größer sein.

## 7 Gegenüberstellung der Ergebnisse

Die abschließende Beurteilung und Dokumentation erfolgt einerseits für den **Primärenergiebedarf**, da es sich dabei um das Hauptkriterium der Gesamtenergieeffizienzrichtlinie handelt, andererseits werden, in Anlehnung an den – von der EU als Referenz für die Gleichwertigkeitsnachweise genannten – Bericht des Vereinigten Königreiches ([Young, Olloqui, Hartless 2010]) und die im Zuge der Concerted Action (CA) EPBD<sup>33</sup> ausgearbeitete Rahmenvereinbarung [Fant, Schettler-Köhler et al. 2014] als weitere Kenngröße auch die klimarelevanten resultierenden **CO<sub>2</sub>-Emissionen** herangezogen.

Die akkumulierten End-/ Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen für das Referenz- und Istszenario (siehe Kapitel 4 und 5) und die zusätzlich quantifizierten Einsparungen (ausgegraut) für den Zeitraum 2014-2016 werden in Tabelle 29 dargestellt.

**Tabelle 29. Akkumulierte Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen für den Zeitraum 2014-2016**

	Primärenergie- einsparungen [GWh]	CO <sub>2</sub> - Einsparungen [kt CO <sub>2</sub> ]
	Gas/Heizöl/Strom	Gas/Heizöl/Strom
<b>Istszenario (1. BImSchV)</b> Intervall: 2-3 Jahre *	<b>2.123</b>	441
KfW, Energieeffizient Sanieren ***	174	53
BAFA, Marktanreizprogramm ***	632	142
EnEV 2013 §10 ***	931	198
<b>SUMME</b>	<b>3.860</b>	<b>834</b>
<b>Referenzszenario (Inspektionen gem. Artikel 14)</b> Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung Intervall: 4 Jahre ****	<b>947</b>	204
Wärmeübergabe und hydraulischer Abgleich	104	22
<b>SUMME</b>	<b>1.051</b>	<b>226</b>

\*) gem. BImSchV: 2 Jahre für Kessel älter als 12 Jahre, 3 Jahre für Kessel jünger als 12 Jahre

\*\*) Für diese Programme wird aus Marginalitätsgründen davon abgesehen, den Hilfsstrom mit zu berücksichtigen.

\*\*\*) Doppelzählung wegen Überschneidung mit aus BImSchV resultierender Maßnahmen möglich, Anteil wird jedoch mit < 50 % abgeschätzt und ist damit wahrscheinlich immer noch geringer als der Anteil der durch konservative Annahmen zur Wirkung der neuen Regelung erst gar nicht berücksichtigt wird.

\*\*\*\*) Ausnahme: Heizölkessel > 100 kW = 2 Jahre, Gaskessel > 100 kW = 4 Jahre

<sup>33</sup> <http://epbd-ca.eu/>

Selbst ohne die Einsparungen, die sich aus den KfW-/BAFA Programmen und der Neuerung der EnEV 2013 §10 ergeben- übertreffen bereits die aus der Ersatzmaßnahme „wiederkehrenden Messungen der 1. BImSchV“ resultierenden Primärenergieeinsparungen diejenigen des Referenzszenarios (Heizungsinspektionen gemäß Artikel 14 der EPBD) signifikant. Auch unter Berücksichtigung der sich aus den Unsicherheiten der Eingabeparameter ergebenden Varianz (siehe Kapitel 6) ist mindestens eine Gleichwertigkeit sichergestellt. Diese Ergebnisse sind direkt auf die ebenfalls dargestellten Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen übertragbar.

Für die abschließende Einschätzung der Einsparungen des Referenzszenarios im Vergleich zu denen des Istszenarios, soll an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen werden, dass bereits im Laufe der Betrachtung **viele konservative Annahmen** getroffen werden.

Das betrifft u.a. hohe Umsetzungshäufigkeiten, ein kurzes Inspektionsintervall von 4 Jahren im **Referenzszenario**, sowie die fehlende gesetzliche Grundlage für ein Zutrittsrecht in Mehrfamilienhäusern. Zudem wird im **Istszenario** generell davon ausgegangen, dass im Falle eines Kesseltausches lediglich ein Brennwertkessel und nicht ein primärenergetisch noch günstigeres Ersatzsystem eingesetzt wird (bspw. Wärmepumpe oder Biomassekessel). Auch die Hauptannahmen im Istszenario mit 1,6% Kesseltauschraten oder aus einer Grenzwertbetrachtung ermittelten Anzahl von lediglich ca. 23.600 Konstanttemperaturkessel, die aufgrund des neuen [EnEV 2013] §10 ausgetauscht werden, führen zu einer Unterschätzung der Wirkung des Istszenarios.

Schließlich müssten auch noch die folgenden deutschen Ersatzmaßnahmen berücksichtigt werden, die aufgrund der hohen Wirkung der näher betrachteten Maßnahmen der erst gar nicht weiter Quantifiziert werden mussten:

- Regulatorische Maßnahmen der [EnEV 2013]
  - EnEV § 10 (alt), 11, 14, 26a und b, 27
  - Historisch erzielte Einsparungen durch regulatorische Maßnahmen
    - [1. BImSchV]: Existiert seit 1974.
    - [EnEV 2013]: Existiert seit 1982 (Wärmeschutzverordnung). Seit 2002 in der heutigen Bezeichnung (Energieeinsparverordnung).
- Informative Maßnahmen (Bundesregierung, Verbände, Initiativen)

Aus den obigen Darstellungen wird deutlich, dass die aus Ersatzmaßnahmen erzielbaren Einsparungen die theoretisch durch die Umsetzung der Inspektion von Heizungsanlagen gemäß Artikel 14 der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU) maximal erzielbaren Einsparungen, sowohl hinsichtlich des Primärenergiebedarfs, als auch hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen, klar übertreffen.

**Zusammenfassend lässt sich daher feststellen, dass die geforderte Gleichwertigkeit der Wirkungen der Ersatzmaßnahmen gemäß Artikel 14 Absatz 4 der Gesamtenergieeffizienzrichtlinie für Deutschland sichergestellt ist.**

## 8 Literaturverzeichnis

- 1. BImSchV.** *Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes- Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV).* Regierung der Bundesrepublik Deutschland. 2010  
[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv\\_1\\_2010/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_1_2010/gesamt.pdf)  
(Zugriff: 16.09.2014)
- AG Energiebilanzen 2013.** *Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2010 und 2011.* AG Energiebilanzen. BMWi. 2013  
[http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=ageb\\_endbericht\\_anwendungsbilanzen\\_2010\\_2011.pdf](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ageb_endbericht_anwendungsbilanzen_2010_2011.pdf)  
(Zugriff: 16.09.2014)
- AG Energiebilanzen 2014.** *Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012.* AG Energiebilanzen. BMWi. 2014  
[http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=ageb\\_endbericht\\_anwendungsbilanzen\\_2011-2012\\_endg.pdf](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=ageb_endbericht_anwendungsbilanzen_2011-2012_endg.pdf)  
(Zugriff: 16.09.2014)
- Agethen et al. 2008.** *Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte.* Bund Technischer Experten e.V. 2008  
<http://www.svrenz.de/downloadfile.php?file=lebensdauer-von-bauteilen,-zeitwerte.pdf>  
(Zugriff: 16.09.2014)
- Backhaus, Wellkamp 2014.** *EnEV 2013 im Detail - spürbare Kurskorrektur.* EnEV aktuell Heft 2/2014. Deutsches Institut für Normung (DIN). 2014  
<http://www.beuth.de/de/publikation/enev-2013-im-detail-spuebare-kurskorrektur-beitrag-in-enev-aktuell-heft-2-2014/206361897>  
(Zugriff: 16.09.2014)
- BDH 2013.** *Telefonat und E-Mail-Kontakt mit Herrn Kiryk am 20.09.2013.* Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. 2013
- BEAM.** Kalkulations- und Analysetool BEAM2. Ecofys Germany GmbH. 2010  
<http://www.ecofys.com/de/presse/kalkulations-und-analysetool-beam2-von-ecoys-zeigt/>  
(Zugriff: 16.09.2014)
- BMVBS 2009.** *Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand, 30.7.2009.* Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). 2009  
<http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/Bekanntmachungen/Download/WGDatenaufnahme.html>  
(Zugriff: 16.09.2014)
- BMVBS 06/2012.** *Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012 - Anforderungen an die Anlagentechnik in Bestandsgebäuden.* BMVBS-Online-Publikation Nr. 06/2012  
[http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/EnEV2013/Begleitgutachten/Anforderung/\\_gutachten/Anlagentechnik/04\\_veroeffentlichungen.html?nn=738986](http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/EnEV2013/Begleitgutachten/Anforderung/_gutachten/Anlagentechnik/04_veroeffentlichungen.html?nn=738986)  
(Zugriff: 16.09.2014)
- BMVBS 19/2013.** *Gutachten zur Umsetzung von Artikel 14 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.* Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). 2013  
[http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL\\_ON192013.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON192013.pdf?__blob=publicationFile&v=2)  
(Zugriff: 16.09.2014)

**Bundesregierung 2010.** *Bericht über die Gleichwertigkeit des Ansatzes gemäß des Artikels 8 Buchstabe b) der Richtlinie 2002/91/EG.* Regierung der Bundesrepublik Deutschland. 2010  
[http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/article4/2014\\_article4\\_de\\_germany.pdf](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/article4/2014_article4_de_germany.pdf)  
(Zugriff: 16.09.2014)

**Dena 2009.** *Machen Sie dicht: Energiesparen in Gebäuden.* Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). 2009  
[http://www.zukunft-haus.info/uploads/tx\\_zrwshop/2086\\_Machen\\_Sie\\_dicht\\_web\\_01.pdf](http://www.zukunft-haus.info/uploads/tx_zrwshop/2086_Machen_Sie_dicht_web_01.pdf)  
(Zugriff: 16.09.2014)

**DEPV 2014.** *Pelletfeuerungen in Deutschland.* Per E-Mail am 14.07.2014 von DEPV erhalten. Deutsches Pelletinstitut GmbH (Quellen: DEPI, ZIV, HKI). 2014

**Diefenbach, Cischinsky et al. 2010.** *Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand.* Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU). Darmstadt, 2010.  
[http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht\\_Datenbasis.pdf](http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf)  
(Zugriff: 16.09.2014)

**Diefenbach, Gabriel et al. 2012.** *Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2011.* Institut Wohnen und Umwelt GmbH. 2012.  
<https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoring-EBS-2011.pdf>  
(Zugriff: 16.09.2014)

**Diefenbach, Stein et al. 2013.** *Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2012.* Institut Wohnen und Umwelt GmbH. 2013.  
<https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-alle-Evaluationen/Monitoring-EBS-2012.pdf>  
(Zugriff: 16.09.2014)

**DIN V 18599-5:2007.** *Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen.* DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2007

**DIN V 18599-1:2011-12.** *Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger.* DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2011

**DIN V 4701-12: 2004-06.** *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand. Teil 12: Wärmerezeuger und Trinkwassererwärmung.* DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2004

**DIN EN 15378: 2008-07.** *Heizungssysteme in Gebäuden - Inspektion von Kesseln und Heizungssystemen.* DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2008

**EnEV 2013.** *Energieeinsparverordnung – Nichtamtliche Lesefassung – zur Zweiten Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013 (BGBl. I S. 3951).* 2013  
[http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/EnEV2013/Download/Lesefassung\\_EnEV2013.pdf?\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/EnEV2013/Download/Lesefassung_EnEV2013.pdf?_blob=publicationFile&v=2)  
(Zugriff: 16.09.2014)

**EEWärmeG 2012.** *Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG-Erfahrungsbericht).* BMU. 2012  
[http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/erfahrungsbericht\\_der\\_bundesregierung\\_zum\\_erneuerbare\\_energien\\_waermegesetz.pdf?\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/erfahrungsbericht_der_bundesregierung_zum_erneuerbare_energien_waermegesetz.pdf?_blob=publicationFile&v=4)  
(Zugriff: 16.09.2014)

**Fant, Schettler-Köhler et al. 2014.** *Framework for comparing alternative measures with inspections.* Concerted Action (CA) European Performance of Buildings Directive (EPBD). 2014

**Jahnke, Verhoog 2012.** *co2online Trendreport Energie 3 – Gebäudemodernisierung: Massnahmen, Motivationen, Hemmnisse.* co2online gemeinnützige GmbH. 2012  
<http://www.co2online.de/service/publikationen/trendreport-energie/modernisierung-motivation-und-hemmnisse/>

(Zugriff: 16.09.2014)

**Kirchner, Matthes 2009.** *Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken.* WWF. 2009

[http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF\\_Modell\\_Deutschland\\_Endbericht.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Modell_Deutschland_Endbericht.pdf)

(Zugriff: 16.09.2014)

**Langniß, Nast et al. 2012.** *Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009-2011.* Evaluierung des Förderjahres 2011. BMU. 2012

[http://www.fichtner.de/fileadmin/pdf/MAP-Evaluierungsbericht\\_2011.PDF](http://www.fichtner.de/fileadmin/pdf/MAP-Evaluierungsbericht_2011.PDF)

(Zugriff: 16.09.2014)

**Langniß, Sperber et al. 2014.** *Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012-2014.* Evaluierung des Förderjahres 2012. Unveröffentlichter Zwischenbericht. BMU. Stand Februar 2014.

**Loga et al. 2011.** *Deutsche Gebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden (erarbeitet im Rahmen des EU Projektes „Typology Approach for Building Stock Energy Assessment“ - TABULA).* Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, Germany. 2011.

[http://www.building-typology.eu/downloads/public/docs/brochure/DE\\_TABULA\\_TypologyBrochure\\_IWU.pdf](http://www.building-typology.eu/downloads/public/docs/brochure/DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf)

(Zugriff: 16.09.2014)

**PAS 1027: 2004-02.** *Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand, Ergänzung zur DIN 4701-12 Blatt 1.* 2004

**SHELL/BDH 2013.** *Shell BDH Hauswärme-Studie KLIMASCHUTZ IM WOHNUNGSSEKTOR – WIE HEIZEN WIR MORGEN?.* Shell Deutschland, Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik (BDH), Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI), Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH (iTG). 2013

<http://s08.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/country/deu/downloads/pdf/comms-shell-bdh-heating-study-2013.pdf>

(Zugriff: 16.09.2014)

**UBA 2007.** *Einheitliche Stoffwerte für Emissionsfaktoren, Heizwerte und Kohlenstoffgehalte für Brennstoffe, Rohstoffe und Produkte.* Umweltbundesamt (UBA). 2007

**UBA 2013.** *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012.* Climate Change 07/2013. Umweltbundesamt (UBA). 2013

[http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/climate\\_change\\_07\\_2013\\_icha\\_co2emissionen\\_des\\_dt\\_strommixes\\_webfassung\\_barrierefrei.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/climate_change_07_2013_icha_co2emissionen_des_dt_strommixes_webfassung_barrierefrei.pdf)

(Zugriff: 16.09.2014)

**VdZ 2010.** *Leitfaden zum Heizungs-Check.* Vereinigung der deutschen Zentralheizungswirtschaft e.V.. Bonn, 2010.

[http://www.heizcheck-online.de/file/VdZ\\_HC\\_Leitfaden\\_090210.pdf](http://www.heizcheck-online.de/file/VdZ_HC_Leitfaden_090210.pdf)

(Zugriff: 16.09.2014)

**Wolff, Teuber et al. 2004.** *Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwertkesseln.* Fachhochschule Braunschweig Wolfenbüttel, Fachbereich Versorgungstechnik, Institut für Heizungs- und Klimatechnik (IfHK). 2004

<http://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-14133.pdf>

(Zugriff: 16.09.2014)

**Young, Olloqui, Hartless 2010.** *Energy Performance of Buildings Directive article 8 equivalence.* Department for Communities and Local Government. 2010

<https://www.gov.uk/government/publications/energy-performance-of-buildings-directive-article-8-equivalence-uk-biennial-reports>

(Zugriff: 16.09.2014)

**Zensus 2011.** *Zensus 2011 – Gebäude und Wohnungen – Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011.* Statistische Ämter des Bundes und der Länder. 2011

<https://www.zensus2011.de/SharedDocs/Aktuelles/Ergebnisse/DemografischeGrunddaten.html?nn=3065474>

(Zugriff: 16.09.2014)

**ZIV.** *Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks.* Jahre 2010 bis 2013. Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV).

<http://www.schornsteinfeger.de/artikel-159.html>

(Zugriff: 16.09.2014)

**ZVSHK 2013.** *Telefonat vom 20.09.2013 mit Herr Frank Ebisch.* Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK). 2013