

## Energieeffizienz- & Klimaschutzwirkung von kurzfristig umsetzbaren Dämmmaßnahmen





## Energieeffizienz- & Klimaschutzwirkung von kurzfristig umsetzbaren Dämmmaßnahmen

**Von: Sven Schimschar, Carsten Petersdorff, Bernhard von Manteuffel**

**Datum: 25. Juli 2014**

**Projekt-Nummer: BUIDE15076**

© Ecofys 2014 beauftragt durch: ISOVER, Knauf Insulation, ROCKWOOL

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Maßnahme 1: Dämmung der Kellerdecke</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Maßnahme 2: Dämmung der obersten Geschossdecke</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Maßnahme 3: Einbringung von Einblasdämmung in zweischaliges Mauerwerk</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Maßnahme 4: Einbringung von Rohrleitungsdämmung in unbeheizten Gebäudebereichen</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Maßnahme 5: Dämmung von Rohren und Einbauteilen im Bereich betriebstechnischer Anlagen von Industrie und Gewerbe</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Zusätzlichkeit gegenüber eines Business-as-Usual Szenarios bis 2020</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>17</b>

# 1 Einleitung

Im Koalitionsvertrag der Bundesregierung wird der Energiewende eine entscheidende Rolle zugerechnet; höchste Priorität hatte die Reformierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) bis zum Sommer 2014. Zentralen Stellenwert werden aber auch dem Klimaschutz und der Energieeffizienz zugemessen:

- ☐ Zum einen werden im Koalitionsvertrag die Klimaschutzziele des Integrierten Klima- und Energiepaket (IEKP) bekräftigt, die nationalen Treibhausgasemissionen um 40% CO<sub>2</sub>-Äquivalent bis 2020 gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren.
- ☐ Zum anderen soll der Senkung des Energieverbrauchs durch mehr Energieeffizienz größeres Gewicht gegeben werden und zur zweiten Säule der Energiewende ausgebaut werden.

In den letzten Monaten sind in beiden Bereichen die nächsten Schritte konkretisiert worden:

- ☐ Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) arbeitet am „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“, welches zusätzliche Minderungspotenziale in den einzelnen Sektoren aufzeigen und kurzfristig wirksame Politikmaßnahmen identifizieren soll. Der Schritt ist notwendig, da der Projektionsbericht 2013, der zur Überprüfung der gemachten Fortschritte im Klimaschutz dient, zu dem Ergebnis kommt, dass die nationalen Ziele für das Jahr 2020 bei unverändert fortgeführter Politik verfehlt werden. Derzeit geht das BMUB davon aus, dass rund 85 Mio. t. CO<sub>2</sub> Äquivalente zusätzlich eingespart werden müssen. In einem ersten Schritt sind im Rahmen dieses Aktionsprogrammes Ressorts, Länder und Verbände aufgerufen, bis Juli Maßnahmenvorschläge, insbesondere mit Fokus auf die Erreichung des 40%-Minderungsziel bis 2020, einzureichen.
- ☐ Darüber hinaus arbeitet das Ministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) an einem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) mit dem Ziel, Instrumente und Verantwortungen im Bereich Energieeffizienz zusammenzufassen. Dabei wird ein sektorübergreifender Ansatz verfolgt, der Gebäude, Industrie, Gewerbe und Haushalte umfassen und dabei Strom, Wärme und Kälte gleichermaßen in den Blick nehmen soll. Um die Strategien in einem gemeinsamen Dialog zu entwickeln, bringt die "Energiewende-Plattform Energieeffizienz" die relevanten Akteure aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft sowie Vertreter der Länder zusammen. Die Ergebnisse der Dialogplattform sollen in den NAPE einfließen. Der erste NAPE soll noch in diesem Jahr erarbeitet werden und von der Bundesregierung beschlossen werden.

In diesem Zusammenhang wurde Ecofys von Isover, Knauf Insulation und Rockwool beauftragt, kurzfristig umsetzbare, niedriginvestive Dämmmaßnahmen zu identifizieren.

Insbesondere im Gebäudebereich werden viele Energieeffizienzmaßnahmen an den Sanierungszyklus der Gebäude gekoppelt. Dies ist sinnvoll, da bei der Sanierung die Energieeffizienzmaßnahmen an ohnehin notwendige Instandhaltungsmaßnahmen gekoppelt und so besonders kosteneffizient umgesetzt werden können. Da im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 aber Maßnahmen identifiziert werden sollen, die kurzfristig umgesetzt werden sollen, damit sie ihre Wirkung noch von 2020 entfalten, und auch die Ziele der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie zunächst bis 2020 formuliert sind,

- ☐ kann entweder die Sanierungsrate insgesamt forciert werden. Hier strebt die Bundesregierung bereits an, die Sanierungsrate auf 2% in etwa zu verdoppeln. Dabei ist sinnvoll, aufgrund des angesprochenen Kopplungsgebotes und der langen Dauer bis die nächste Sanierung ansteht, schon jetzt die zukünftigen Anforderungen an den Gebäudebestand zu erfüllen. Bis 2050 streben die Europäische Kommission und die Bundesregierung einen klimaneutralen Gebäudebestand an.
- ☐ Oder es können Maßnahmen umgesetzt werden, die unabhängig vom Sanierungszyklus umgesetzt werden können und dabei einen relativ geringen Kapitalaufwand in der Einzelmaßnahme erfordern. Auf diese Maßnahmen konzentriert sich die hier vorliegende Untersuchung.

Daher werden die folgenden fünf Maßnahmen analysiert, sowie die dazu notwendigen Investitionen und resultierende Amortisationszeiten in einem konservativen Szenario ermittelt:

- ☐ Dämmung der Kellerdecke,
- ☐ Dämmung der obersten Geschossdecke,
- ☐ Einbringung von Einblasdämmung in zweischaliges Mauerwerk,
- ☐ Einbringung von Rohrleitungsdämmung in unbeheizten Gebäudebereichen,
- ☐ Dämmung von Rohren und Einbauteilen im Bereich betriebstechnischer Anlagen von Industrie und Gewerbe.

## 2 Maßnahme 1: Dämmung der Kellerdecke

### **Kurzbeschreibung der Maßnahme**

Insbesondere Altbauten verlieren viel Heizenergie über ungedämmte Kellerräume. Um die Energieverluste und dementsprechend die Heizkosten eines alten Hauses zu senken, empfiehlt sich daher die nachträgliche Dämmung der Kellerdecke. Dazu gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Dämmmaterialien am Markt, die fachmännisch an die Kellerdecke angebracht werden und somit den Wärmestrom aus der darüber liegenden Etage in den unbeheizten Keller reduzieren.

### **Beschreibung des Ist-Zustandes**

Entsprechend der deutschen Gebäudetypologie<sup>1</sup> besteht der deutsche Wohngebäudesektor aus etwa 3,4 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche, die sich auf unterschiedliche Gebäudetypen und Baualtersklassen aufteilen. Aus weiterführenden Daten aus dem Forschungsprojekt Datenbasis Gebäudebestand<sup>2</sup>, ergeben sich hieraus eine Kellerdeckenfläche im unbeheizten Kellern von rund 865 Mio. m<sup>2</sup>. Für jede der betrachteten Gebäudetypen und Baualtersklassen wurde aus der Datenbasis Gebäudebestand die bereits gedämmten Flächen berechnet und für den Zeitraum 2009 (Basisjahr Datenerhebung) bis 2013 eine zusätzlich gedämmte Fläche von 5% angenommen. Somit ergibt sich ein insgesamt bereits gedämmter Anteil von etwa 35% und resultierend eine noch dämmbare Fläche von etwa 565 Mio. m<sup>2</sup>. Unter Berücksichtigung, dass einige Kellerräume aufgrund sehr niedriger Kellerhöhen nicht dämmbar sind und eines zusätzlichen Dämmrestriktionsfaktors<sup>3</sup> von 70%, ergibt sich im Wohngebäudebereich eine final dämmbare Fläche von etwa 386 Mio. m<sup>2</sup> und aktuelle Transmissionswärmeverluste von etwa 15,7 TWh.

### **Geschätztes Energie- und THG-Minderungspotenzial**

Unter der Annahme, dass in hohen Kellerräumen, in denen Personen mit ca. 1,80 m Körpergröße noch gut aufrecht gehen können, 10 cm Wärmedämmung der WLG 035 eingebracht werden können, sowie in niedrigen Kellern, in denen große Personen gerade noch aufrecht gehen können, 5 cm Dämmung eingebracht werden können, ergibt sich ein resultierender Transmissionswärmeverlust nach Ausschöpfung aller Potenziale von etwa 3,9 TWh. Das Potenzial in sehr niedrigen Kellerräumen wurde hierbei vernachlässigt. Das Nutzenergieeinsparpotenzial beziffert sich somit auf etwa 11,8 TWh. Unter Berücksichtigung der eingesetzten Energieträger zur Bereitstellung der benötigten Raumwärme<sup>4</sup> und allgemein anzuwendenden<sup>5</sup> Systemeffizienzen ergibt sich daraus ein mögliches technisches Endenergieeinsparpotenzial im Wohngebäudebereich von etwa 12,6 TWh.

<sup>1</sup> [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)

<sup>2</sup> [http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht\\_Datenbasis.pdf](http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf)

<sup>3</sup> Im Dämmrestriktionsfaktor sind technische Hemmnisse berücksichtigt, die dazu führen, dass Teile der zur Verfügung stehenden Flächen nicht gedämmt werden können oder die Wirkung der Dämmung eingeschränkt ist (z.B. nicht verlegbare Rohre oder Wärmeübergänge durch Innenwände); bei dem Dämmrestriktionsfaktor handelt es sich um eine Expertenschätzung.

<sup>4</sup> Aus <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch5-eev-nach-anwendungsbereichen,property=blob,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>

<sup>5</sup> [https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009\\_090730\\_datenaufnahme\\_wohnbestand.pdf](https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009_090730_datenaufnahme_wohnbestand.pdf)

Die möglichen Einsparungen im GHD Sektor wurden aufgrund der weitaus spärlicheren Datenverfügbarkeit abgeschätzt, indem das Verhältnis des jeweiligen Energieverbrauchs für Raumwärme in den beiden Sektoren ins Verhältnis gesetzt und dieser mit einem abgeschätzten Korrekturfaktors (in diesem Fall 1) mit dem Potenzial im Wohngebäudebestand multipliziert wurde. Somit ergibt sich ein gesamtes technisches Potenzial für den deutschen Gebäudebestand in Höhe von etwa 17,7 TWh pro Jahr. Unter Anwendung gebäudespezifischer Emissionsfaktoren<sup>6</sup> beziffert sich das CO<sub>2</sub>-äquivalente Minderungspotenzial auf etwa 3,5 Mt pro Jahr.

## Kosten und Amortisationszeit

Zur Ermittlung realistischer Investitionskosten wurde auf Ergebnisse des Forschungsprojektes „Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden“<sup>7</sup> zurückgegriffen. Hieraus ergeben sich für den konkret betrachteten Fall durchschnittliche spezifische Investitionskosten in Höhe von 37€/m<sup>2</sup> und ein Gesamtinvestitionsbedarf von 20 Mrd. Euro.

Zur Berechnung der Amortisationszeit wurden Energiekostenannahmen aus dem deutschen Bericht über die Berechnung des „Kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz“ herangezogen (Preise, mikroökonomisch für Wohngebäude). Der durchschnittlich berechnete Energiepreis von etwa 7,2 ct/kWh führt demnach zu eingesparten Energiekosten pro Jahr in Höhe von etwa 1,3 Mrd. Euro und einer Amortisationszeit von 15,6 Jahren. Geht man von einer Lebensdauer der Maßnahme von 30 Jahren<sup>8</sup> aus, haben sich also die Investitionen nach etwa der Hälfte der Lebensdauer über Energiekosteneinsparungen refinanziert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf konservativen Annahmen beruht: Zum einen sind keine Energiepreissteigerungen berücksichtigt, zum anderen ist die Lebensdauer der Maßnahmen mit 30 Jahren im Vergleich zu anderen Studien<sup>9</sup> moderat angesetzt.

## Ergebnisse für den Wohngebäude + GHD Sektor

<b>Dämmbare Fläche</b>	Mio. m <sup>2</sup>	538,9
<b>Technisches Potenzial Energieeinsparungen</b>	TWh/a	17,7
<b>Technisches Potenzial Emissionsvermeidung</b>	Mt <sub>CO<sub>2e</sub></sub> /a	3,5
<b>Notwendige Investitionskosten</b>	Mrd. EURO	20,0
<b>Spezifische Investitionskosten</b>	EURO / m <sup>2</sup>	37,0
<b>Durchschnittlicher Energiepreis</b>	€/kWh	0,072
<b>Eingesparte Energiekosten pro Jahr</b>	Mrd. EURO/a	1,3
<b>Amortisationszeit</b>	a	15,6

<sup>6</sup> Aus [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de\\_cost-optimal\\_2013\\_de.zip](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de_cost-optimal_2013_de.zip)

<sup>7</sup> [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2012/DL\\_ON072012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2012/DL_ON072012.pdf?__blob=publicationFile&v=2),

<sup>8</sup> BMVBS (Hrsg.): Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Online-Publikation 26/2013. [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL\\_ON262013.pdf](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON262013.pdf)

<sup>9</sup> andere Studien gehen von längeren Lebensdauern aus, z.B. [www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie\\_waermedaemmstoffe.pdf](http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf) von 50 Jahren für z.B. Wärmedämmverbundsysteme

## 3 Maßnahme 2: Dämmung der obersten Geschossdecke

### **Kurzbeschreibung der Maßnahme**

Durch eine Dämmung der obersten Geschossdecke lässt sich oft schon mit einem vergleichsweise geringen Aufwand ein hoher Energiestandard erreichen. Dabei werden Dämmplatten oder -matten auf die vorhandene Decke gelegt. Wenn die oberste Geschossdecke nicht betreten werden muss, kann auch ein loser Dämmstoff aufgebracht werden. Eine solche Maßnahme amortisiert sich oft schon nach einigen Heizperioden. Eigentümer von Häusern, deren Obergeschossdecken noch nicht gedämmt sind, sind nach der Energieeinsparverordnung sogar zur Dämmung verpflichtet, sofern die Dachräume unbeheizt sind und auch das darüber liegende Dach keine Dämmschicht besitzt. Wer bisher noch nicht gedämmt hat, muss dies bis spätestens Ende 2015 nachholen. Die Dämmpflicht gilt sowohl für begehbare oberste Geschossdecken, als auch für nicht begehbare Dachgeschossdecken<sup>10</sup>.

### **Beschreibung des Ist-Zustandes**

Entsprechend der deutschen Gebäudetypologie<sup>11</sup> besteht der deutsche Wohngebäudesektor aus etwa 3,4 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche, die sich auf unterschiedliche Gebäudetypen und Baualterklassen aufteilen. Aus weiterführenden Daten aus dem Forschungsprojekt Datenbasis Gebäudebestand<sup>12</sup>, ergeben sich hieraus eine oberste Geschossdeckenfläche zu unbeheizten Räumen von rund 857 Mio. m<sup>2</sup>. Für jede der betrachteten Gebäudetypen und Baualterklassen wurde aus der Datenbasis Gebäudebestand die bereits gedämmten Flächen berechnet und für den Zeitraum 2009 (Basisjahr Datenerhebung) bis 2013 eine zusätzlich gedämmte Fläche von 5% angenommen. Somit ergibt sich ein insgesamt bereits gedämmter Anteil von etwa 79% und resultierend eine noch dämmbare Fläche von etwa 184 Mio. m<sup>2</sup>. Unter Annahme eines Dämmrestriktionsfaktors von 80% ergibt sich im Wohngebäudebereich eine final dämmbare Fläche von etwa 147 Mio. m<sup>2</sup>. Bei einem durchschnittlichen U-Wert im Bestand von 1,24 W/m<sup>2</sup>K resultieren somit aktuelle Transmissionswärmeverluste in der Größenordnung von etwa 10,2 TWh.

### **Geschätztes Energie- und THG-Minderungspotenzial**

Die EnEV 2014 fordert, dass Eigentümer von Wohn- sowie Nichtwohngebäuden ab dem 31. Dezember 2015 dafür sorgen müssen, dass die Dämmung der Geschossdecke beheizter Räume zu unbeheizten Deckenraum oder des darüber liegenden Daches einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,24 Watt/(m<sup>2</sup>K) nicht überschreiten. Die Verpflichtung betrifft allerdings nur einen Teil des Gebäudebestandes, da Ein- und Zweifamilienhäuser, die seit 2002 vom Eigentümer selbst genutzt werden, nicht

<sup>10</sup> Verbraucherzentrale NRW: <http://www.vz-nrw.de/Daemmung-1>

<sup>11</sup> [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)

<sup>12</sup> [http://datenbasis.iwu.de/dj/Endbericht\\_Datenbasis.pdf](http://datenbasis.iwu.de/dj/Endbericht_Datenbasis.pdf)

betroffen sind<sup>13</sup>. Für die Berechnung des technischen Einsparpotenzials gehen wir von einer durchschnittlich realistischen Dämmstoffstärke von etwa 15 cm aus was einem U-Wert der obersten Geschossdecke nach Realisierung der Maßnahme von 0.2 W/m<sup>2</sup>K entsprechen würde und somit auch den EnEV Anforderungen für den Neubau. Daraus ergibt sich ein resultierender Transmissionswärmeverlust von etwa 1,6 TWh. Das Nutzenergieeinsparpotenzial beziffert sich somit auf etwa 8,5 TWh. Unter Berücksichtigung der eingesetzten Energieträger zur Bereitstellung der benötigten Raumwärme<sup>14</sup> und allgemein anzuwendenden<sup>15</sup> Systemeffizienzen ergibt sich daraus ein mögliches technisches Endenergieeinsparpotenzial im Wohngebäudebereich von etwa 9,2 TWh.

Die möglichen Einsparungen im GHD Sektor wurden aufgrund der weitaus spärlicheren Datenverfügbar abgeschätzt, indem das Verhältnis des jeweiligen Energieverbrauchs für Raumwärme in den beiden Sektoren ins Verhältnis gesetzt und dieser mit einem abgeschätzten Korrekturfaktors (in diesem Fall 0,7) mit dem Potenzial im Wohngebäudebestand multipliziert wurde. Somit ergibt sich ein gesamtes technisches Potenzial für den deutschen Gebäudebestand in Höhe von etwa 11,7 TWh pro Jahr. Unter Anwendung gebäudespezifischer Emissionsfaktoren<sup>16</sup> beziffert sich das CO<sub>2</sub>-äquivalente Minderungspotenzial auf etwa 2,3 Mt pro Jahr.

## **Kosten und Amortisationszeit**

Zur Ermittlung realistischer Investitionskosten wurde auf Ergebnisse des Forschungsprojektes „Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden“<sup>17</sup> zurückgegriffen. Unter der Annahme, dass 50% der Dachböden oberhalb der obersten Geschossdecke begehbar sind, ergeben sich für durchschnittliche spezifische Investitionskosten in Höhe von 36€/m<sup>2</sup> (55 €/m<sup>2</sup> bei begehbaren, 18€/m<sup>2</sup> bei nicht begehbaren Decken) und ein Gesamtinvestitionsbedarf von etwa 6,8 Mrd. Euro.

Zur Berechnung der Amortisationszeit wurden Energiekostenannahmen aus dem deutschen Bericht über die Berechnung des „Kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz“ herangezogen (Preise, mikroökonomisch für Wohngebäude). Der durchschnittlich berechnete Energiepreis von etwa 7,2 ct/kWh führt demnach zu eingesparten Energiekosten pro Jahr in Höhe von etwa 0,8 Mrd. Euro und einer Amortisationszeit von 8 Jahren. Geht man von einer Lebensdauer der Maßnahme von 30 Jahren<sup>18</sup> aus, haben sich also die Investitionen nach etwas mehr als einem Viertel der Lebensdauer über Energiekosteneinsparungen refinanziert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf konservativen Annahmen beruht: Zum einen sind

---

<sup>13</sup> Die geltenden Ausführungsbestimmungen der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz grenzen diese Verpflichtung noch weiter ein

<sup>14</sup> Aus <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch5-eev-nach-anwendungsbereichen,property=blog,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>

<sup>15</sup> [https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009\\_090730\\_datenaufnahme\\_wohnbestand.pdf](https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009_090730_datenaufnahme_wohnbestand.pdf)

<sup>16</sup> Aus [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de\\_cost-optimal\\_2013\\_de.zip](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de_cost-optimal_2013_de.zip)

<sup>17</sup> [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2012/DL\\_ON072012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2012/DL_ON072012.pdf?__blob=publicationFile&v=2)

<sup>18</sup> BMVBS (Hrsg.): Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Online-Publikation 26/2013. [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL\\_ON262013.pdf](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON262013.pdf)

keine Energiepreissteigerungen berücksichtigt, zum anderen ist die Lebensdauer der Maßnahmen mit 30 Jahren im Vergleich zu anderen Studien<sup>19</sup> moderat angesetzt.

## Ergebnisse für den Wohngebäude + GHD Sektor

<b>Dämmbare Fläche</b>	Mio. m <sup>2</sup>	188,1
<b>Technisches Potenzial Energieeinsparungen</b>	TWh/a	11,7
<b>Technisches Potenzial Emissionsvermeidung</b>	Mt <sub>CO<sub>2e</sub></sub> /a	2,3
<b>Notwendige Investitionskosten</b>	Mrd. EURO	6,8
<b>Spezifische Investitionskosten</b>	EURO / m <sup>2</sup>	36,3
<b>Durchschnittlicher Energiepreis</b>	€/kWh	0,072
<b>Eingesparte Energiekosten pro Jahr</b>	Mrd. EURO/a	0,8
<b>Amortisationszeit</b>	a	8,0

<sup>19</sup> andere Studien gehen von längeren Lebensdauern aus, z.B. [www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie\\_waermedaemmstoffe.pdf](http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf) von 50 Jahren für z.B. Wärmedämmverbundsysteme

## 4 Maßnahme 3: Einbringung von Einblasdämmung in zweischaliges Mauerwerk

### **Kurzbeschreibung der Maßnahme**

Ein beachtlicher Teil des Gebäudebestandes, insbesondere in Norddeutschland, verfügt im Außenwandbereich über ein zweischaliges Mauerwerk. Die traditionelle Ausführung einer zweischaligen Wand ist die Ausführung mit innenliegender Luftschicht und ohne Wärmedämmung. Die Dicke der Luftschicht beträgt üblicherweise mindestens 60 mm, unten und oben sind Lüftungsöffnungen angeordnet. Diese Art der Außenwandkonstruktion ermöglicht ein einfach zu erschließendes Einsparpotenzial, indem Wärmedämmung in die innenliegende Luftschicht eingeblasen wird. Somit kann der Charme einer alten Fassade aufrecht erhalten bleiben, während sich die Energieeffizienz des Gebäudes deutlich verbessert.

### **Beschreibung des Ist-Zustandes**

Entsprechend der deutschen Gebäudetypologie<sup>20</sup> besteht der deutsche Wohngebäudesektor aus etwa 3,4 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche, die sich auf unterschiedliche Gebäudetypen und Baualtersklassen aufteilen. Aus weiterführenden Daten aus dem Forschungsprojekt Datenbasis Gebäudebestand<sup>21</sup>, ergibt sich hieraus eine Außenwandfläche von etwa 3,1 Mrd. m<sup>2</sup> und davon mit einem Anteil von etwa 29% eine Wandfläche mit zweischaligem Mauerwerk in Höhe von 918 Mio. m<sup>2</sup>. Unter der Annahme, dass im Zeitraum 2009 (Basisjahr Datenerhebung) bis 2013 zusätzlich 5% der Fläche gedämmt wurde, ergibt sich laut „Datenbasis Gebäudebestand“ bei den Einfamilienhäusern ein bereits gedämmter Anteil von 37%, bei den Mehrfamilienhäusern ein Anteil von etwa 40%. Daraus resultiert eine noch dämmbare Fläche von etwa 349 Mio. m<sup>2</sup>. Unter Annahme eines Dämmrestriktionsfaktors von 50% ergibt sich im Wohngebäudebereich daraus eine final dämmbare Fläche von etwa 175 Mio. m<sup>2</sup>. Bei einem durchschnittlichen U-Wert im Bestand von 1,76 W/m<sup>2</sup>K resultieren somit aktuelle Transmissionswärmeverluste in der Größenordnung von etwa 21,4 TWh.

### **Geschätztes Energie- und THG-Minderungspotenzial**

Für die Berechnung des technischen Einsparpotenzials gehen wir bei den Außenwandflächen mit zweischaligem Mauerwerk von einem durchschnittlichen Zwischenraum von 6 cm aus. Oftmals wird zur Verfüllung eine Einblasdämmung der WL 040 verwendet, woraus sich bei der oben beschriebenen Fläche eine Verbesserung des U-Werts auf etwa 0,53 W/m<sup>2</sup>K ergibt. Dieser Wert erfüllt zwar nicht die direkten Mindestanforderungen der EnEV an die Außenwanddämmung, ist aber aufgrund des Wirtschaftlichkeitsgebotes des EnEGs vertretbar. Die resultierenden Transmissionswärmeverluste können somit auf etwa 6,4 TWh reduziert werden. Das Nutzenergieeinsparpotenzial beziffert sich somit auf etwa 15 TWh. Unter Berücksichtigung der eingesetzten Energieträger zur Bereitstellung der

<sup>20</sup> [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)

<sup>21</sup> [http://datenbasis.iwu.de/dj/Endbericht\\_Datenbasis.pdf](http://datenbasis.iwu.de/dj/Endbericht_Datenbasis.pdf)

benötigten Raumwärme<sup>22</sup> und allgemein anzuwendenden<sup>23</sup> Systemeffizienzen ergibt sich daraus ein mögliches technisches Endenergieeinsparpotenzial im Wohngebäudebereich von etwa 16,1 TWh.

Die möglichen Einsparungen im GHD Sektor wurden aufgrund der weitaus spärlicheren Datenverfügbar abgeschätzt, indem das Verhältnis des jeweiligen Energieverbrauchs für Raumwärme in den beiden Sektoren ins Verhältnis gesetzt und dieser mit einem abgeschätzten Korrekturfaktors (in diesem Fall 0,8) mit dem Potenzial im Wohngebäudebestand multipliziert wurde. Somit ergibt sich ein gesamtes technisches Potenzial für den deutschen Gebäudebestand in Höhe von etwa 21,2 TWh pro Jahr. Unter Anwendung gebäudespezifischer Emissionsfaktoren<sup>24</sup> beziffert sich das CO<sub>2</sub>-äquivalente Minderungspotenzial auf etwa 4,2 Mt pro Jahr.

Insgesamt ist zu erwähnen, dass die Einbringung von Einblasdämmung in zweischaliges Mauerwerk, dann eine sinnvolle Maßnahme ist, wenn an der Fassade in den nächsten Jahren kein Sanierungsbedarf besteht, da mit vergleichsweise geringem Aufwand je nach Abstand im zweischaligen Mauerwerk relativ einfach und wirtschaftlich Energie einsparen werden kann. In der Regel ist der Energieverbrauch aber immer noch höher als beispielsweise eines zweischaligen Mauerwerks im Neubau, so dass über weitere Maßnahmen nachgedacht werden sollte, wenn z.B. die Klinker-Vorhangsfassade erneuert werden muss.

### **Kosten und Amortisationszeit**

Zur Ermittlung realistischer Investitionskosten wurde auf verschiedene Quellen zurückgegriffen. Die zahlungspflichtige Baupreise-Datenbank von sirAdos-Baudaten unter „baupreise.de“ weist für eine 60mm Mineralwolle-Einblasdämmung in Blendmauerwerk durchschnittliche Kosten von 11,25 €/m<sup>2</sup> aus (davon 9,15€/m<sup>2</sup> Lohnkosten). Weitere Recherchen im Internet ergaben aber auch höhere Preisspannen an, die stark vom verwendeten Material abhängen. Daher wurde für die Berechnungen eine eher konservative Annahme von 20€/m<sup>2</sup> verwendet, wodurch sich ein Gesamtinvestitionsbedarf in Höhe von etwa 4,6 Mrd. Euro ergibt.

Zur Berechnung der Amortisationszeit wurden Energiekostenannahmen aus dem deutschen Bericht über die Berechnung des „Kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz“ herangezogen (Preise, mikroökonomisch für Wohngebäude). Der durchschnittlich berechnete Energiepreis von etwa 7,2 ct/kWh führt demnach zu eingesparten Energiekosten pro Jahr in Höhe von etwa 1,5 Mrd. Euro und einer Amortisationszeit von nur 3 Jahren. Geht man von einer Lebensdauer der Maßnahme von 30 Jahren<sup>25</sup> aus, haben sich also die Investitionen nach etwa einem Zehntel der Lebensdauer über Energiekosteneinsparungen refinanziert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Berechnung der Amortisationszeiten auf konservativen Annahmen beruht: Zum einen sind

<sup>22</sup> Aus <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch5-eev-nach-anwendungsbereichen,property=blog,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>

<sup>23</sup> [https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009\\_090730\\_datenaufnahme\\_wohnbestand.pdf](https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009_090730_datenaufnahme_wohnbestand.pdf)

<sup>24</sup> Aus [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de\\_cost-optimal\\_2013\\_de.zip](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de_cost-optimal_2013_de.zip)

<sup>25</sup> BMVBS (Hrsg.): Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen, BMVBS-Online-Publikation 26/2013. [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL\\_ON262013.pdf](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON262013.pdf)

keine Energiepreissteigerungen berücksichtigt, zum anderen ist die Lebensdauer der Maßnahmen mit 30 Jahren im Vergleich zu anderen Studien<sup>26</sup> moderat angesetzt.

## Ergebnisse für den Wohngebäude + GHD Sektor

<b>Dämmbare Fläche</b>	Mio. m <sup>2</sup>	230,0
<b>Technisches Potenzial Energieeinsparungen</b>	TWh/a	21,2
<b>Technisches Potenzial Emissionsvermeidung</b>	Mt <sub>CO<sub>2</sub>e</sub> /a	4,2
<b>Notwendige Investitionskosten</b>	Mrd. EURO	4,6
<b>Spezifische Investitionskosten</b>	EURO / m <sup>2</sup>	20,0
<b>Durchschnittlicher Energiepreis</b>	€/kWh	0,072
<b>Eingesparte Energiekosten pro Jahr</b>	Mrd. EURO/a	1,5
<b>Amortisationszeit</b>	a	3,0

<sup>26</sup> andere Studien gehen von längeren Lebensdauern aus, z.B. [www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie\\_waermedaemmstoffe.pdf](http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf) von 50 Jahren für z.B. Wärmedämmverbundsysteme

## 5 Maßnahme 4: Einbringung von Rohrleitungs- dämmung in unbeheizten Gebäudebereichen

### **Kurzbeschreibung der Maßnahme**

Insbesondere in Altbauten sind die darunterliegenden Kellerräume oft nicht beheizt. In den meisten Fällen befinden sich aber die Verteilleitungen des Heizungs- und Warmwassersystems in diesen Bereichen. Bei ungenügend gedämmten Rohrleitungen fallen somit große Wärmeverluste und damit Kosten an, die zum größten Teil vermieden werden können, wenn die Rohre nachträglich durch sinnvolle Wärmedämmung nachgerüstet werden. Diese Maßnahme untersucht daher das Einsparpotenzial durch die Einbringung von Wärmedämmung in das Rohrverteilnetz, welches in unbeheizten Räumen installiert ist und dessen Dämmstärke über die aktuellen Mindestanforderungen der Energieeinsparverordnung hinausgeht.

### **Beschreibung des Ist-Zustandes**

Entsprechend der deutschen Gebäudetypologie<sup>27</sup> besteht der deutsche Wohngebäudesektor aus etwa 3,4 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche, die sich auf unterschiedliche Gebäudetypen und Baualtersklassen aufteilen. Unter Verwendung der jeweiligen typischen Fläche pro Gebäude ergibt sich daraus eine Anzahl von etwa 15,5 Millionen Gebäuden und eine Gesamtnutzfläche von etwa 4,1 Mrd. m<sup>2</sup>. Die DIN 4701 ermöglicht mit diesen Zahlen für jedes Referenzgebäude die Berechnung von durchschnittlichen Rohrleitungslängen an Verteil-, Strang- und Stichleitungen jeweils für die Heizungs- sowie Warmwasserverteilung mit und ohne Zirkulation. Da in dieser Maßnahme nur solche Leitungen berücksichtigt werden sollen, die sich im unbeheizten Gebäudeabschnitten (Kellerräumen) befinden und nachträglich auch mit größeren Dämmstärken versehen werden können, wurde für die Verteilleitungen ein Restriktionsfaktor von 80% und für die Strang- und Stichleitungen ein Faktor von 0% angenommen. Die Datenbasis Gebäudebestand macht für jedes Referenzgebäude außerdem Angaben zum Anteil der Gebäude mit unbeheizten Kellern, der im Durchschnitt 59% beträgt. Wir gehen also davon aus, dass etwa 59% der Verteilleitungen im unbeheizten Bereich verlegt sind und davon bei lediglich 80% eine nachträgliche Dämmung technisch umsetzbar ist. Aus weiterführenden Daten aus dem Forschungsprojekt Datenbasis Gebäudebestand<sup>28</sup> lässt sich für diese Leitungen eine Aufteilung nach Installations- bzw. letztem Sanierungsjahr ableiten. Für die jeweiligen Jahresspannen lässt sich unter Hinzunahme der DIN V 18599-8 somit der durchschnittliche U-Wert der Rohrdämmung im Bestand bestimmen. Dieser liegt demnach bei 0,4 W/mK für die Jahre bis 1980, danach bereits bei 0,2 W/mK. Daraus ergeben sich aktuelle Transmissionswärmeverluste von etwa 35,1 TWh im Wohngebäudebereich.

<sup>27</sup> [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)

<sup>28</sup> [http://datenbasis.iwu.de/dj/Endbericht\\_Datenbasis.pdf](http://datenbasis.iwu.de/dj/Endbericht_Datenbasis.pdf)

## Geschätztes Energie- und THG-Minderungspotenzial

Eine 100% Dämmung von Heizungs- und Warmwasserleitungen entsprechend der DIN V 18599-8 zählte bereits nach 1980 zum Standard. 100% bedeutet dabei, dass die einzubringende Dämmstärke dem Rohrdurchmesser entspricht. Heute zutage wird allerdings eine 200% Dämmung allgemein als wirtschaftlich sinnvolle Energieeinsparmaßnahme betrachtet, so dass das Potenzial für die nachträgliche Installation einer solchen Dämmung berechnet wurde. Dabei wurden aber nur solche Rohrleitungen berücksichtigt, deren aktueller U-Wert im Durchschnitt mindestens 0,25 W/mK beträgt und somit eine solche Maßnahme wirtschaftlich sinnvoll begründen lässt. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Rohraußendurchmessers von 22 mm, ergibt sich ein U-Wert von 0,15 W/mK. Das gesamte Nutzenergieeinsparpotenzial beziffert sich demnach auf etwa 7,6 TWh. Unter Berücksichtigung der eingesetzten Energieträger zur Bereitstellung der benötigten Raumwärme und Warmwasserbereitung<sup>29</sup> und allgemein anzuwendenden<sup>30</sup> Systemeffizienzen ergibt sich daraus ein mögliches technisches Endenergieeinsparpotenzial im Wohngebäudebereich von etwa 7,7 TWh.

Die möglichen Einsparungen im GHD Sektor wurden aufgrund der weitaus spärlicheren Datenverfügbarkeit abgeschätzt, indem das Verhältnis des jeweiligen Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser in den beiden Sektoren ins Verhältnis gesetzt und dieser mit einem abgeschätzten Korrekturfaktors (in diesem Fall 1,0 für die Heizungsrohre und 0,8 für die Warmwasserrohre) mit dem Potenzial im Wohngebäudebestand multipliziert wurde. Somit ergibt sich ein gesamtes technisches Potenzial für den deutschen Gebäudebestand in Höhe von etwa 10,0 TWh pro Jahr. Unter Anwendung gebäudespezifischer Emissionsfaktoren<sup>31</sup> beziffert sich das CO<sub>2</sub>-äquivalente Minderungspotenzial auf etwa 2,2 Mt pro Jahr.

## Kosten und Amortisationszeit

Je nach Material und Dämmstoffdicke kostet bei einer 200% Dämmung ein Meter Rohrisolierung für ein durchschnittliches Heizungsrohr von 22 mm Durchmesser etwa 8 Euro. Die Baupreise-Datenbank von sirAdos-Baudaten unter „baupreise.de“ weist für eine einen Standard Dämmschlauch durchschnittliche spezifische Lohnkosten von 1,32 €/m aus. Da für diese Maßnahme eine 200% Dämmung betrachtet wird, nehmen wir einen leicht erhöhten Wert von 2€/m an. Somit betragen die spezifischen Gesamtkosten bis zu 10 €/m. Bei einer dämmbaren Leitungslänge von etwa 0,9 Mrd. m ergibt sich demnach ein Gesamtinvestitionsbedarf in Höhe von etwa 9,1 Mrd. Euro.

Zur Berechnung der Amortisationszeit wurden Energiekostenannahmen aus dem deutschen Bericht über die Berechnung des „Kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz“ herangezogen (Preise, mikroökonomisch für Wohngebäude). Der durchschnittlich berechnete Energiepreis von etwa 7,8 ct/kWh führt demnach zu eingesparten Energiekosten pro Jahr in Höhe von etwa 0,8 Mrd. Euro und einer Amortisationszeit von 11,7 Jahren. Geht man von einer Le-

<sup>29</sup> Aus <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiegewinnung-und-energieverbrauch5-eev-nach-anwendungsbereichen,property=blog,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>

<sup>30</sup> [https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009\\_090730\\_datenaufnahme\\_wohnbestand.pdf](https://www.ibb.de/portaldata/1/resources/content/download/immo/enev2009_090730_datenaufnahme_wohnbestand.pdf)

<sup>31</sup> Aus [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de\\_cost-optimal\\_2013\\_de.zip](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/de_cost-optimal_2013_de.zip)

bensdauer der Maßnahme von 30 Jahren<sup>32</sup> aus, haben sich also die Investitionen nach etwas mehr als einem Drittel der Lebensdauer über Energiekosteneinsparungen refinanziert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf konservativen Annahmen beruht: Zum einen sind keine Energiepreissteigerungen berücksichtigt, zum anderen ist die Lebensdauer der Maßnahmen mit 30 Jahren im Vergleich zu anderen Studien<sup>33</sup> moderat angesetzt.

## Ergebnisse für den Wohngebäude + GHD Sektor

<b>Dämmbare Fläche</b>	Mio. m <sup>2</sup>	0,9
<b>Technisches Potenzial Energieeinsparungen</b>	TWh/a	10,0
<b>Technisches Potenzial Emissionsvermeidung</b>	Mt <sub>CO<sub>2e</sub></sub> /a	2,2
<b>Notwendige Investitionskosten</b>	Mrd. EURO	9,1
<b>Spezifische Investitionskosten</b>	EURO / m <sup>2</sup>	10,0
<b>Durchschnittlicher Energiepreis<sup>34</sup></b>	€/kWh	0,078
<b>Eingesparte Energiekosten pro Jahr</b>	Mrd. EURO/a	0,8
<b>Amortisationszeit</b>	a	11.7

<sup>32</sup> BMVBS (Hrsg.): Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Online-Publikation 26/2013. [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL\\_ON262013.pdf](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON262013.pdf)

<sup>33</sup> andere Studien gehen von längeren Lebensdauern aus, z.B. [www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie\\_waermedaemmstoffe.pdf](http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf) von 50 Jahren für z.B. Wärmedämmverbundsysteme

<sup>34</sup> Der geringfügig unterschiedliche Energiepreis im Vergleich zu Maßnahme 1-3 ergibt sich dadurch, dass hier sowohl Heizwärme als auch Warmwasser berücksichtigt sind und der entsprechende Energieträgermix geringfügig abweicht vom dem für Heizwärme<sup>34</sup>

## 6 Maßnahme 5: Dämmung von Rohren und Einbauteilen im Bereich betriebstechnischer Anlagen von Industrie und Gewerbe

### **Kurzbeschreibung der Maßnahme**

Die Wärmedämmung von Rohrleitungen und Anlagenteilen ist eine relativ einfache und nachhaltig kostengünstige Maßnahme, um die Energieeffizienz einer betriebstechnischen Anlage in der Industrie oder im Gewerbe zu erhöhen. Aktuelle Studien haben ergeben, dass Wärmeverluste durch die Dämmung von Bauteilen und Rohrleitungen um 30-66 Prozent gesenkt werden können. Die Branchen mit energieintensiven Prozessen profitieren dabei am meisten durch die Dämmungen, da hier die jährlich erzielten Energiekosteneinsparungen sehr hoch sind. Die Maßnahme berücksichtigt die Dämmung ungedämmter Bauteile und Rohrleitungen, Austausch defekter Dämmung sowie wirtschaftliche Dämmschichtdicken bei Rohrleitungen.

### **Beschreibung des Ist-Zustandes**

In Industriebetrieben ist es oft Praxis, die Dämmschichtdicke bei Rohrleitungen, Behältern etc. nur an die betriebstechnischen Anforderungen anzupassen. Diese liegen jedoch deutlich unter den technisch machbaren und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten. Mit einer adäquaten Erhöhung der Dämmschichtdicke könnte die Energieeffizienz der betriebstechnischen Anlagen wesentlich gesteigert werden.<sup>35</sup> Die hier vorgestellten Daten basieren auf den drei aktuell relevantesten Untersuchungen in diesem Bereich: das Ecofys factsheet „Energie- und CO<sub>2</sub> Einsparpotential durch technische Isolierung in Deutschland“, der FfE Untersuchung „Energieeinsparpotential durch technische Dämmungen“ und der dena Broschüre zur „Dämmung von Anlagen in Industrie und Gewerbe“. Demnach geht man aktuell von Wärmeverlusten in der Größenordnung von 34 TWh aus.

### **Geschätztes Energie- und THG-Minderungspotenzial**

Die unterschiedlichen Untersuchungen gehen je nach Betrachtungsraum insgesamt von einem technischen Einsparpotential bei den industriellen Wärmeverlusten im Bereich von 10 bis 22 TWh aus, im Mittel 16,1 TWh. Unter Berücksichtigung des Energiemixes im Industriesektor ergibt sich daraus ein durchschnittliches Emissionsminderungspotenzial von etwa 4,3 Mt CO<sub>2</sub> äquivalent.

### **Kosten und Amortisationszeit**

Zur Ermittlung der notwendigen Investitionskosten, um dieses Potential zu erschließen, wurden alle verfügbaren Fallbeispiele in den oben aufgeführten Untersuchungen noch mal im Detail betrachtet. Aus den spezifischen Investitionskosten pro eingesparter MWh lassen sich die insgesamt notwendigen

---

<sup>35</sup> dena Broschüre Dämmung von Anlagen in Industrie und Gewerbe:  
[http://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Stromnutzung/Dokumente/Daemmung\\_von\\_Anlagen\\_in\\_Industrie\\_und\\_Gewerbe.pdf](http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Stromnutzung/Dokumente/Daemmung_von_Anlagen_in_Industrie_und_Gewerbe.pdf)

Investitionskosten somit auf einen Bereich zwischen 0,6 und 1,3 Mrd. Euro eingrenzen, mit einem Durchschnittswert von 0,9 Mrd. Euro. Bei einem Energiepreis, der sich je nach Industriebereich und Unternehmensgröße zwischen 3,3 und 5 ct/kWh bewegt, resultieren eingesparte Energiekosten von durchschnittlich etwa 0,7 Mrd. Euro. Daraus ergibt sich für diese Maßnahme eine sehr kurze Amortisationszeit von nur etwa 1,4 Jahren. Geht man von einer Lebensdauer der Maßnahme von 30 Jahren<sup>36</sup> aus, haben sich also die Investitionen nach etwa einem Zwanzigstel der Lebensdauer über Energiekosteneinsparungen refinanziert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf konservativen Annahmen beruht: Zum einen sind keine Energiepreissteigerungen berücksichtigt, zum anderen ist die Lebensdauer der Maßnahmen mit 30 Jahren im Vergleich zu anderen Studien<sup>37</sup> moderat angesetzt.

## Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Maßnahme

<b>Technisches Potenzial Energieeinsparungen</b>	TWh/a	16,1
<b>Technisches Potenzial Emissionsvermeidung</b>	Mt <sub>CO2e</sub> /a	4,3
<b>Notwendige Investitionskosten</b>	Mrd. EURO	0,9
<b>Durchschnittlicher Energiepreis<sup>38</sup></b>	€/kWh	0,042
<b>Eingesparte Energiekosten pro Jahr</b>	Mrd. EURO/a	0,7
<b>Amortisationszeit</b>	a	1,4

<sup>36</sup> BMVBS (Hrsg.): Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Online-Publikation 26/2013. [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL\\_ON262013.pdf](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON262013.pdf)

<sup>37</sup> andere Studien gehen von längeren Lebensdauern aus, z.B. [www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie\\_waermedaemmstoffe.pdf](http://www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf) von 50 Jahren für Wärmedämmverbundsysteme

<sup>38</sup> Der unterschiedliche Energiepreis im Vergleich zu vorherigen Maßnahmen ergibt sich aus der unterschiedlichen Nutzergruppe, Während bei den vorherigen Maßnahmen Haushaltsenergiepreise zu Grunde gelegt wurden, sind hier der Energiepreis für Industrie und Gewerbe zugrunde gelegt worden, der sich je nach Industriebereich und Unternehmensgröße zwischen 3,3 und 5 ct/kWh bewegt

## 7 Zusätzlichkeit gegenüber eines Business-as-Usual Szenarios bis 2020

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die dargestellten Einsparpotenziale im Vergleich zum heutigen Ist-Zustand ermittelt wurden und nicht im Vergleich zu den vorausgesagten Treibhausgasemissionen des Projektionsbericht 2013 oder bereits im letzten nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland gemeldeten Energieeffizienzmaßnahmen. Somit wurde nicht untersucht, welcher Anteil der Einsparungen bereits durch bestehende politische Instrumente bis zum Jahr 2020 ohnehin umgesetzt wird und welcher Anteil zusätzlich erschlossen werden kann.

Beispielsweise werden bestehende Nachrüstanforderungen der neusten EnEV, die am 01. Mai 2014 in Kraft trat, einen Einfluss auf die Umsetzung gewisser Maßnahmen haben: §10 dieser Verordnung regelt die Nachrüstanforderungen für Anlagen und Gebäude. Die Verschärfung der Richtlinie schreibt vor, dass die Dämmung der obersten Geschossdecke einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,24 Watt/(m<sup>2</sup>K) nicht überschreitet. Allerdings gilt dies nicht für Ein- und Zweifamilienhäuser, die vom Eigentümer seit 2002 selbst bewohnt werden<sup>39</sup>.

Aber auch bestehende Beratungsangebote oder Förderprogramme werden dafür sorgen, dass einige Maßnahmen in den nächsten Jahren umgesetzt werden.

Daher sollten die beschriebenen Maßnahmen im Rahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 auf Zusätzlichkeit im Vergleich zu den vorhandenen Projektionen des BMUB bewertet werden, bevor die dargestellten Potenziale aufgenommen werden. Analoges gilt für den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE).

---

<sup>39</sup> Die geltenden Ausführungsbestimmungen der Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz grenzen diese Verpflichtung noch weiter ein

## 8 Zusammenfassung und Fazit

Die Bundesregierung misst sowohl dem Klimaschutz als auch der Energieeffizienz eine zentrale Rolle zu:

- ☐ Zum einen hat sie sich 2007 im „Integriertes Energie und Klimaprogramm“ zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2020 um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 zu mindern. Prognosen zeigen jedoch, dass die bisher beschlossenen und umgesetzten politischen Maßnahmen die bis 2020 angestrebte Minderung der Treibhausgase deutlich verfehlen werden. Um die Lücke, die das BMUB derzeit auf 85 Mio. t. CO<sub>2</sub> Äquivalente beziffert, zu schließen, beabsichtigt das BMUB ein „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ auf den Weg bringen. Eine ressortübergreifende Arbeitsgruppe hat Anfang Mai 2014 ihre Arbeit aufgenommen, bis Anfang Juli sollen Vorschläge im Dialog mit Ländern, kommunalen Spitzenverbänden und den relevanten gesellschaftlichen Gruppen diskutiert werden. Ein vollständiger Entwurf des Aktionsprogramms vom BMUB soll dann im September in die Ressortabstimmung gehen. In einem ersten Schritt sind im Rahmen dieses Aktionsprogrammes Ressorts, Länder und Verbände aufgerufen, bis Anfang Juli Maßnahmenvorschläge einzureichen.
- ☐ Zum anderen soll der Senkung des Energieverbrauchs durch mehr Energieeffizienz größeres Gewicht zugerechnet werden und zur zweiten Säule der Energiewende ausgebaut werden. Dazu arbeitet das Ministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) an einem Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) mit dem Ziel, Instrumente und Verantwortungen im Bereich Energieeffizienz zusammenzufassen. Um die Strategien in einem gemeinsamen Dialog zu entwickeln, bringt die "Energiewende-Plattform Energieeffizienz" die relevanten Akteure aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft sowie Vertreter der Länder zusammen. Die Ergebnisse der Dialogplattform sollen in den NAPE einfließen. Der erste NAPE soll noch in diesem Jahr erarbeitet werden und von der Bundesregierung beschlossen werden.

In diesem Zusammenhang wurde Ecofys von Isover, Knauf Insulation und Rockwool beauftragt, kurzfristig umsetzbare Dämmmaßnahmen zu identifizieren.

Insbesondere im Gebäudebereich werden viele Energieeffizienzmaßnahmen an den Sanierungszyklus der Gebäude gekoppelt. Dies ist sinnvoll, da bei der Sanierung die Energieeffizienzmaßnahmen an ohnehin notwendige Instandhaltungsmaßnahmen gekoppelt und so besonders kosteneffizient umgesetzt werden können. Da im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 aber Maßnahmen identifiziert werden sollen, die kurzfristig umgesetzt werden sollen, damit sie ihre Wirkung noch von 2020 entfalten, und auch die Ziele der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie zunächst bis 2020 formuliert sind,

- ☐ kann entweder die Sanierungsrate insgesamt forciert werden. Hier strebt die Bundesregierung bereits an, die Sanierungsrate auf 2% in etwa zu verdoppeln. Dabei ist sinnvoll, aufgrund des angesprochenen Kopplungsgebotes und der langen Dauer bis die nächste

Sanierung ansteht, schon jetzt die zukünftigen Anforderungen an den Gebäudebestand zu erfüllen. Bis 2050 streben die Europäische Kommission und die Bundesregierung einen klimaneutralen Gebäudebestand an.

- ☐ Oder es können Maßnahmen umgesetzt werden, die unabhängig vom Sanierungszyklus umgesetzt werden können. Auf diese Maßnahmen konzentriert sich die hier vorliegende Untersuchung.

Daher wurden die folgenden fünf Maßnahmen analysiert, sowie die dazu notwendigen Investitionen und resultierende Amortisationszeiten ermittelt:

- ☐ Dämmung der Kellerdecke
- ☐ Dämmung der obersten Geschossdecke
- ☐ Einbringung von Einblasdämmung in zweischaliges Mauerwerk
- ☐ Einbringung von Rohrleitungsdämmung in unbeheizten Gebäudebereichen
- ☐ Dämmung von Rohren und Einbauteilen im Bereich betriebstechnischer Anlagen von Industrie und Gewerbe

Die folgende Tabelle fasst die jeweiligen Einsparpotenziale mit den entsprechenden Investitionskosten und Amortisationszeiten zusammen. Insgesamt beträgt das Einsparpotenzial der 5 untersuchten Maßnahmen rund 17 Mt CO<sub>2</sub> Äquivalente, also rund 20% der Lücke, die vom BMUB zur Erreichung der Klimaschutzziele in Jahr 2020 identifiziert wurde. Als Beitrag für die Energieeffizienzziele steht ein Einsparpotenzial von etwa 79 TWh zur Verfügung.

		Maßnahme 1: Dämmung der Kellerdecke	Maßnahme 2: Dämmung der obersten Geschossdecke	Maßnahme 3: Einbringung von Einblasdämmung in zweischaliges Mauerwerk	Maßnahme 4: Einbringung von Rohrleitungsdämmung	Maßnahme 5: Dämmung von Rohren und Einbauteilen im Industriebereich	Gesamt
<b>Dämmbare Fläche</b>	Mio. m <sup>2</sup> / Mrd. m <sub>Rohr</sub>	538.9	188.1	230.0	0.9	-	
<b>Technisches Potenzial Energieeinsparungen</b>	TWh/a	17.7	11.7	21.2	10.0	16.1	<b>76.8</b>
<b>Technisches Potenzial Emissionsvermeidung</b>	Mt <sub>CO<sub>2e</sub></sub> /a	3.5	2.3	4.2	2.2	4.3	<b>16.6</b>
<b>Notwendige Investitionskosten</b>	Mrd. EURO	20.0	6.8	4.6	9.1	0.9	<b>41.4</b>
<b>Spezifische Investitionskosten</b>	EURO / m <sup>2</sup> EURO / m <sub>Rohr</sub>	37.0	36.3	20.0	10.0	-	
<b>Durchschnittlicher Energiepreis</b>	€/ kWh	0.072	0.072	0.072	0.078	0.042	
<b>Eingesparte Energiekosten pro Jahr</b>	Mrd. EURO/a	1.3	0.8	1.5	0.8	0.7	<b>5.1</b>
<b>Amortisationszeit</b>	a	15.6	8.0	3.0	11.7	1.4	<b>8.1</b>

Aufgabe der Studie war es, die Energieeffizienz- und Klimaschutzwirkung der Maßnahmen zu bewerten; im nächsten Schritt wäre es notwendig politische Instrumente zu bewerten, mit denen diese Potenziale erschlossen werden können, was über den Rahmen dieser Studie hinausgehen würde.

Dennoch werden im Folgenden Anregungen und Ideen dargestellt, wie die identifizierten Potenziale effizient gehoben werden könnten.

Schon heute wird ein Teil dieser Potenziale über den bestehenden politischen Instrumentenmix aus Ordnungsrecht, Förderung und Information erfolgreich adressiert, beispielsweise durch die EnEV,

Förderprogramme wie das KfW-Programm Energieeffizient Sanieren für Wohngebäude oder das KfW-Energieeffizienzprogramm für Unternehmen aber auch durch Informationskampagnen wie die Sanierungskampagne „Die Hauswende“.

Allerdings werden je nach Charakteristik der technischen Maßnahmen (Investitionsvolumen, Amortisationszeit, Verantwortlicher Akteur) nicht alle aufgeführten Einsparpotenziale gleichermaßen angesprochen: Da die Investitionen für einige Maßnahmen recht kleinteilig sind und damit beispielsweise Kreditanträge aufwendig erscheinen, können Eigennutzer und Unternehmen beispielsweise über steuerliche Anreize für Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen angesprochen oder die Zuschussprogramme der KfW insbesondere auf diese Maßnahmen ausgerichtet werden.

Insbesondere Maßnahmen mit kurzen Amortisationszeiten können durch Ansätze wie bei einem Green Deal adressiert werden: Damit die Haushalte und Unternehmen, die eine Einmalinvestition scheuen, Energieeffizienzmaßnahmen umsetzen, werden die entsprechenden Baumaßnahmen von einem dritten Unternehmen getätigt und die Kosten dann über einen längeren Zeitraum per Aufschlag auf die Heizkostenabrechnung abbezahlt. Wichtig dabei ist, dass sich ergebende Transaktionskosten (beispielsweise Beratungsgespräche) über einen Green Deal teilfinanziert werden, damit die Maßnahmen weiterhin ihre kurzen Amortisationszeiten behalten und eine Drittfinanzierung attraktiv bleibt.

In diesem Zusammenhang ist es wesentlich die politischen Instrumente nicht nur auf einzelne Maßnahmen auszurichten, sondern den Markt für Energiedienstleistungen anzureizen, die einige der dargestellten Potenziale adressieren könnten (z.B. Effizienzmaßnahmen im Industriebereich). Daher ist eine zielführende Umsetzung der Energieeffizienzrichtlinie wesentlich. Als eine der derzeit in Deutschland diskutierten Optionen können beispielsweise Ausschreibungsmodelle den Markt anreizen.<sup>40</sup>

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass substanzielle, auch kurzfristig erschließbare und wirtschaftlich attraktive Energieeffizienz- und Treibhausgasreduzierungsmaßnahmen durch Dämmmaßnahmen vorhanden sind. Um diese zu erschließen sollte der bestehende Instrumentenmix aus Ordnungsrecht, Förderung und Information verstetigt und ausgebaut werden und mit Marktinstrumenten ergänzt werden.

---

<sup>40</sup>Zur Erschließung der hier dargestellten Potenziale, ist es sinnvoll, dass die Ausschreibungsmodelle auch den Wärmemarkt adressieren und nicht auf dem Strommarkt beschränken,

# ECOFYS



sustainable energy for everyone

# ECOFYS



sustainable energy for everyone



**ECOFYS Germany GmbH**

Am Wassermann 36  
50829 Köln

T: +49 (0) 221 27070-100

F: +49 (0) 221 27070-011

E: [info@ecofys.com](mailto:info@ecofys.com)

I: [www.ecofys.com](http://www.ecofys.com)