

Wissenschaftlicher Bericht zur Vorbereitung des Erfahrungs- berichts zum EEWärmeG

- Wesentliche Ergebnisse -

Auftraggeber
Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie

Prognos AG:
Ruth Offermann
Nils Thamling
Friedrich Seefeldt

Fraunhofer ISI:
Jan Steinbach

DLR:
Evelyn Sperber
Michael Nast

Öko-Institut:
Veit Bürger
Tilman Hesse

KIT:
Patrick Breun
Carmen Mayer

Berlin, 31.8.2016

Die beteiligten Unternehmen im Überblick

Prognos AG (Hauptauftragnehmer)

Geschäftsführer
Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrats
Dr. Jan Giller

Hauptsitz
Henric Petri-Str. 9
CH-4010 Basel
Telefon +41 61 3273-310
www.prognos.com

Weitere Standorte (Auswahl)
Goethestr. 85
D-10623 Berlin
+49 30 52 00 59-210

Schwanenmarkt 21
D-40213 Düsseldorf
+49 211 91316-110

Handelsregisternummer
Berlin HRB 87447 B

Fraunhofer ISI

Hauptsitz
Breslauer Str. 48
Telefon 0721 6809-0
www.isi.fraunhofer.de

DLR Institut für Technische Thermodynamik

Hauptsitz
Pfaffenwaldring 38-40
70569 Stuttgart
Telefon 0711 6862 359
www.dlr.de

Öko-Institut

Hauptsitz
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon 0761 45295-0
www.oeko.de

KIT Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP)

Hauptsitz
Hertzstr. 16
76187 Karlsruhe
Telefon 0721 608-444569
www.iip.kit.edu

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Hintergrund und Zielstellung | 1 |
| 2 | Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteverbrauch | 3 |
| 2.1 | Statistische Abgrenzung des Wärmemarkts | 3 |
| 2.2 | Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte | 3 |
| 2.3 | Entwicklung der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien | 5 |
| 2.4 | Detaillierte Datenbasis für das Jahr 2013 | 8 |
| 2.4.1 | Methodische Vorbemerkungen | 8 |
| 2.4.2 | Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern | 9 |
| 2.4.3 | Erneuerbare Energien in der Fernwärme | 10 |
| 2.4.4 | Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien | 12 |
| 2.5 | Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte | 16 |
| 3 | Wärmemarkt – Status Quo 2013 | 18 |
| 3.1 | Bestand und Zubau von Wärmeerzeugern und Wärmenetzen | 18 |
| 3.2 | Solarthermie | 18 |
| 3.2.1 | Technische Entwicklung | 18 |
| 3.2.2 | Marktentwicklung | 19 |
| 3.3 | Wärmepumpen | 21 |
| 3.3.1 | Technische Entwicklung | 21 |
| 3.3.2 | Marktentwicklung | 23 |
| 3.4 | Biomasse | 25 |
| 3.4.1 | Technische Entwicklung | 25 |
| 3.4.2 | Marktentwicklung | 26 |
| 3.5 | Erneuerbare Kälte | 28 |
| 4 | Einsatz von erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung in Neubauten und Erfüllung der Nutzungspflicht des EEWärmeG | 29 |
| 4.1 | Wohngebäude | 32 |
| 4.2 | Nichtwohngebäude | 35 |
| 5 | Analyse des Vollzugs des EEWärmeG | 37 |
| 5.1 | Anforderungen des EEWärmeG an den Gesetzesvollzug | 37 |
| 5.2 | Bisherige Erfahrungen mit dem Vollzug | 39 |
| 5.3 | Auswertung des Vollzugsstandes und der Vollzugskonzepte | 40 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Kosten und Wirtschaftlichkeit von Wärmeerzeugungsanlagen | 42 |
| 6.1 | Energiepreise | 43 |
| 6.2 | Investitionen | 44 |
| 6.3 | Wärmebereitstellungskosten | 47 |
| 7 | Effekte des Einsatzes erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung | 51 |
| 8 | Prognose zur Entwicklung der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt bis 2020 | 56 |
| 8.1 | Raumwärme, Warmwasser und Klimatisierung der Sektoren Privaten Haushalte und GHD | 56 |
| 8.2 | Industrie | 59 |
| 8.3 | Prozesswärme im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen | 62 |
| 8.4 | Fernwärme | 63 |
| 8.5 | Zusammenfassung und Beurteilung der Zielerfüllung | 65 |
| 9 | Literatur | 67 |

Abbildungen

| | | |
|----------------|---|----|
| Abbildung 2-1: | Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte nach Anwendungszwecken | 4 |
| Abbildung 2-2: | Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte nach Sektoren | 4 |
| Abbildung 2-3: | Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte zwischen 2000 und 2014 | 5 |
| Abbildung 2-4: | Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2005 bis 2014 (nicht witterungsbereinigt) | 7 |
| Abbildung 2-5: | Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2008 bis 2014 (witterungsbereinigt) | 8 |
| Abbildung 2-6: | Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 nach Energieträgern (nicht witterungsbereinigt) | 10 |
| Abbildung 2-7: | Fernwärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 nach AGEB-Konvention (nicht witterungsbereinigt) | 11 |
| Abbildung 3-1: | Absatz und Bestand von Solarkollektoren in den Jahren 2003 bis 2014 | 19 |
| Abbildung 3-2: | Nutzung von Solarthermie als Heizenergie in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden | 20 |
| Abbildung 3-3: | Entwicklung der mittleren COP von Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen | 22 |
| Abbildung 3-4: | Entwicklung des Absatzes und Bestands von Heizungs- und Warmwasserwärmepumpen | 23 |
| Abbildung 3-5: | Nutzung von Wärmepumpen als primärer Wärmeerzeuger in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden | 25 |
| Abbildung 3-6: | Nutzung von Holz als Heizenergie in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden | 27 |
| Abbildung 4-1: | Anzahl der im Jahr 2014 genehmigten und nach EEWärmeG verpflichteten Neubauten | 30 |
| Abbildung 4-2: | Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014 | 30 |
| Abbildung 4-3: | In Kombination mit Öl- und Gaskesseln verwendete sekundäre Heizenergie auf Basis der Bauantragsstatistik 2014 | 32 |
| Abbildung 4-4: | Entwicklung der Beheizungsstruktur in fertiggestellten Wohngebäuden | 33 |

| | | |
|----------------|---|----|
| Abbildung 4-5: | Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Wohnungs-Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014 | 34 |
| Abbildung 6-1: | Entwicklung der realen Energiepreise von 2015 bis 2035 für private Haushalte in Cent(2013)/kWh | 43 |
| Abbildung 6-2: | Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen im Einfamilienhaus in Euro | 45 |
| Abbildung 6-3: | Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen im kleinen Mehrfamilienhaus in Euro | 46 |
| Abbildung 6-4: | Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen im großen Mehrfamilienhaus in Euro | 46 |
| Abbildung 6-5: | Spezifische monatliche Wärmekosten mit Förderung (MAP, Mini-KWK-Impulsprogramm nur in Bestandsgebäuden) im EFH | 48 |
| Abbildung 6-6: | Spezifische monatliche Wärmekosten mit Förderung (MAP, Mini-KWK-Impulsprogramm nur in Bestandsgebäuden) im kleinen MFH in Euro/m ² WFI./Monat | 49 |
| Abbildung 6-7: | Spezifische monatliche Wärmekosten mit Förderung (MAP, Mini-KWK-Impulsprogramm nur in Bestandsgebäuden) im großen MFH in Euro/m ² WFI./Monat | 50 |
| Abbildung 7-1: | Kumulierte Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser im Neubau, witterungsbereinigt | 52 |
| Abbildung 7-2: | Kumulierte fossile Primärenergieeinsparungen aufgrund des verstärkten Einsatzes erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung in Neubauten | 54 |
| Abbildung 7-3: | Einsparungen an Treibhausgasemissionen durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung in Neubauten | 55 |
| Abbildung 8-1: | Entwicklung des Energiebedarfs für Raumwärme, Warmwasser und Klimatisierung in Gebäuden bis 2020 | 58 |
| Abbildung 8-2: | Entwicklung der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung in Gebäuden | 59 |
| Abbildung 8-3: | Prognostizierte Entwicklung des Energieeinsatzes bei der Wärmebereitstellung sowie der Bruttowertschöpfung in der Industrie | 60 |
| Abbildung 8-4: | Vergangene und prognostizierte Entwicklung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe, von Biodiesel u.a. flüssiger Stoffe, von Klärgas einschl. Biogas und von Deponiegas zur Wärmebereitstellung in der Industrie [TWh] | 61 |
| Abbildung 8-5: | Prognostizierte Entwicklung des Energieeinsatzes bei der Wärmebereitstellung sowie der Bruttowertschöpfung im Sektor GHD | 62 |

| | | |
|----------------|--|----|
| Abbildung 8-6: | Prognose der Fernwärmebereitstellung bis 2020 | 64 |
| Abbildung 8-7: | Entwicklung der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien bis 2020 | 65 |
| Abbildung 8-8: | Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte und Abschätzung der Zielerreichung bis 2020 | 66 |

Tabellen

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabelle 1-1: | Energie- und klimapolitische Ziele mit Bezug zum Wärmemarkt | 1 |
| Tabelle 2-1: | Fernwärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien für das Jahr 2013 nach Sektoren (nicht witterungsbereinigt) | 12 |
| Tabelle 2-2: | Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 nach Sektoren (nicht witterungsbereinigt) | 12 |
| Tabelle 2-3: | Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern und Anwendungen im Sektor Private Haushalte (Jahr 2013, nicht witterungsbereinigt) | 13 |
| Tabelle 2-4: | Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Gebäudetypen im Sektor Private Haushalte (Jahr 2012, nicht witterungsbereinigt) | 14 |
| Tabelle 2-5: | Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern und Anwendungen im Sektor GHD (Jahr 2013, nicht witterungsbereinigt) | 15 |
| Tabelle 2-6: | Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern und Anwendungen im Sektor Industrie (Jahr 2013, nicht witterungsbereinigt) | 16 |
| Tabelle 2-7: | Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte | 17 |
| Tabelle 3-1: | Übersicht über die in Feldtests ermittelten Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen | 23 |
| Tabelle 4-1: | Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014 | 31 |
| Tabelle 4-2: | Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Wohn-Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014 | 33 |
| Tabelle 4-3: | Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in verpflichteten Nichtwohngebäuden mit Baugenehmigung im Jahr 2014 differenziert nach Gebäudetypen | 36 |
| Tabelle 6-1: | Relevante Kenndaten der Beispielgebäude | 42 |
| Tabelle 7-1: | Tatsächliche Energieträgerverteilung nach Baualtersklassen | 53 |
| Tabelle 7-2: | Angenommene Primärenergiefaktoren | 54 |
| Tabelle 7-3: | Emissionsfaktoren zur Bestimmung der Treibhausgas-Emissionen | 55 |
| Tabelle 8-1: | Kerninstrumente und Ausgestaltung bis 2020 | 57 |

Tabelle 8-2: Prognose des Endenergieverbrauchs für Prozesswärme und des Einsatzes erneuerbarer Energien für die Bereitstellung von Prozesswärme im Sektor GHD

63

1 Hintergrund und Zielstellung

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist ein vorrangiges energiepolitisches Ziel der Bundesregierung und betrifft alle Bereiche: Verkehr, Strom und Wärme. Mit der Einführung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) 2009 hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 einen Anteil von 14 % des Endenergiebedarfs für Wärme und Kälte durch erneuerbare Energien zu decken.

Darüber hinaus wurden weitere quantitative Zielgrößen definiert, um langfristig eine sichere, wirtschaftliche und umwelt- sowie klimaverträgliche Energieversorgung zu erreichen. Das übergeordnete Ziel des Energiekonzepts stellt die Verringerung der Treibhausgasemissionen um mindestens 80 % bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 1990 dar. Entscheidende Bedeutung kommt dabei neben dem Ausbau erneuerbarer Energien der Energieeffizienz und dem Energieverbrauch im Gebäudesektor zu. Insbesondere das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2050 hängt maßgeblich von der Entwicklung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt ab. Tabelle 1-1 gibt einen Überblick über die energie- und klimapolitischen Ziele mit Bezug zum Wärmemarkt.

Tabelle 1-1: Energie- und klimapolitische Ziele mit Bezug zum Wärmemarkt

| | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|---|------|---------------|------|------|
| Treibhausgasemissionen | | | | |
| Senkung ggü. 1990 | -40% | -55% | -70% | -80% |
| Erneuerbare Energien | | | | |
| Anteil am Bruttoendenergieverbrauch | 18% | 30% | 45% | 60% |
| Anteil am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte | 14% | | | |
| Effizienz | | | | |
| Senkung des Primärenergieverbrauchs ggü. 2008 | -20% | | | -50% |
| Endenergieproduktivität | | 2,1% pro Jahr | | |
| Gebäudebestand | | | | |
| Senkung des Primärenergiebedarfs | | | | -80% |
| Wärmebedarf | -20% | | | |

Quelle: (BMWi 2014a; EEWärmeG 2009)

Laut §18 des EEWärmeG hat die Bundesregierung dem Deutschen Bundestag alle vier Jahre einen Erfahrungsbericht vorzulegen. Dieser soll unter anderem über den Stand der Zielerreichung nach §1 des EEWärmeG und über den Vollzug des Gesetzes informieren. Außerdem soll er Angaben zum Stand der Markteinführung

zung erneuerbarer Wärmeerzeugungsanlagen beinhalten, die technische Entwicklung sowie Kosten und Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen beleuchten und darüber hinaus über die durch erneuerbare Energien im Wärmemarkt erzielten Einsparungen von fossilen Energien und Treibhausgasemissionen berichten.

Ziel dieses Projekts ist es, die Bundesregierung bei diesen Berichtspflichten durch wissenschaftliche Analysen zum Wärme- und Kältemarkt zu unterstützen. Dieser Bericht beruht auf Daten mit Stand September 2015.

2 Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Wärme- und Kälteverbrauch

2.1 Statistische Abgrenzung des Wärmemarkts

Laut § 1 ist das Ziel des EEWärmeG, dazu beizutragen, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis zum Jahr 2020 auf 14 % zu erhöhen.

Ein höherer Anteil erneuerbarer Energien kann durch eine Steigerung der Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien erreicht werden, die Verringerung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte trägt ebenfalls dazu bei, der Anteil ergibt sich aus den Wirkungen beider Größen.

Im Gesetz selbst ist der Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälte nicht definiert. Er wird so ausgelegt, dass für die Ermittlung des Wärmeziels alle Wärme- und Kälteanwendungen, also Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte berücksichtigt werden. Die im Verkehrssektor anfallenden Verbrauchsmengen werden nicht berücksichtigt.

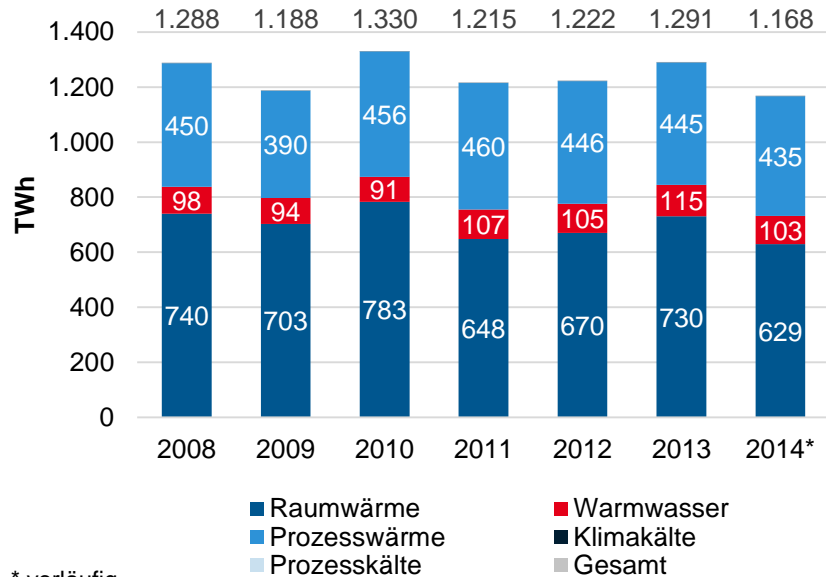
Anders als im ersten Erfahrungsbericht zum EEWärmeG wird der gesamte Stromverbrauch, der zur Wärme- und Kälteerzeugung eingesetzt wird, nicht in die Berechnung einbezogen, also auch der Strom aus erneuerbaren Energien wird bei der Wärme- und Kälteerzeugung aus erneuerbaren Energien nicht berücksichtigt. Diese Berechnungsweise vermeidet Doppelzählungen, auch wenn der Wärmemarkt, insbesondere in Bezug auf Stromdirekt-Heizungen, damit nicht vollständig abgebildet wird.

2.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte

Abbildung 2-1 stellt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte von 2008 bis 2014 nach Anwendungen dar. Im Jahr 2013 betrug der Endenergieverbrauch für die Anwendungszwecke Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme, Klimatisierung und Kälteerzeugung in den Sektoren Private Haushalte, GHD und Industrie insgesamt 1.291 TWh, im Jahr 2014 lag dieser Verbrauch mit 1.168 TWh niedriger, was in erster Linie auf eine mildere Witterung zurückzuführen ist. Die Werte für 2014 sind noch vorläufig und basieren auf einer Datenbereitstellung des BMWi vom 30.09.2015. Entsprechend der zuvor dargestellten Definition sind hierin der Verbrauch des Verkehrssektors sowie der durch Strom gedeckte Wärme- und Kälteverbrauch nicht enthalten. Der größte Teil des Wärme- und Kälteverbrauchs entfällt auf die Anwendungen Raumwärme und Prozesswärme. Die Anwendungen

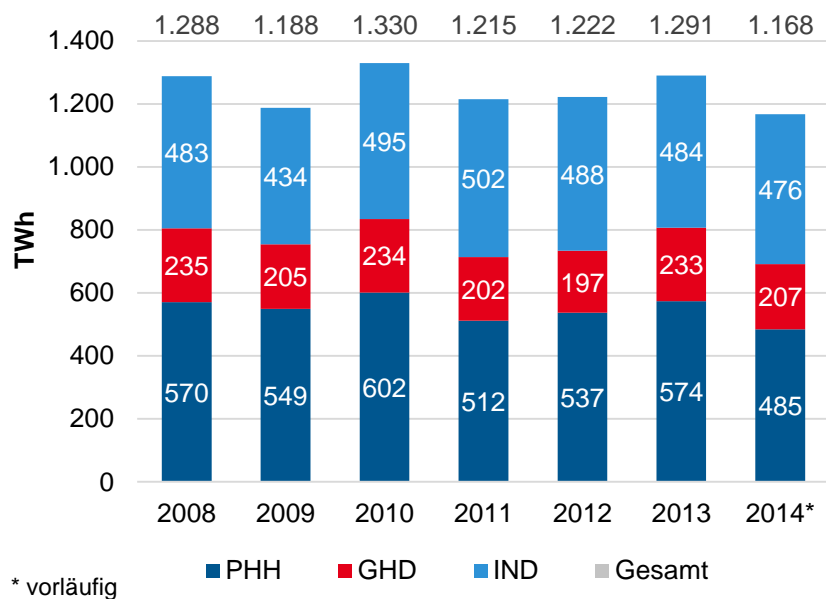
Klimatisierung und Prozesskälte haben nur geringen Anteil am gesamten Wärme- und Kälteverbrauch.

Abbildung 2-1: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte nach Anwendungszwecken



Quelle: (BMWi 2015c; BMWi 2015d), eigene Darstellung

Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte nach Sektoren

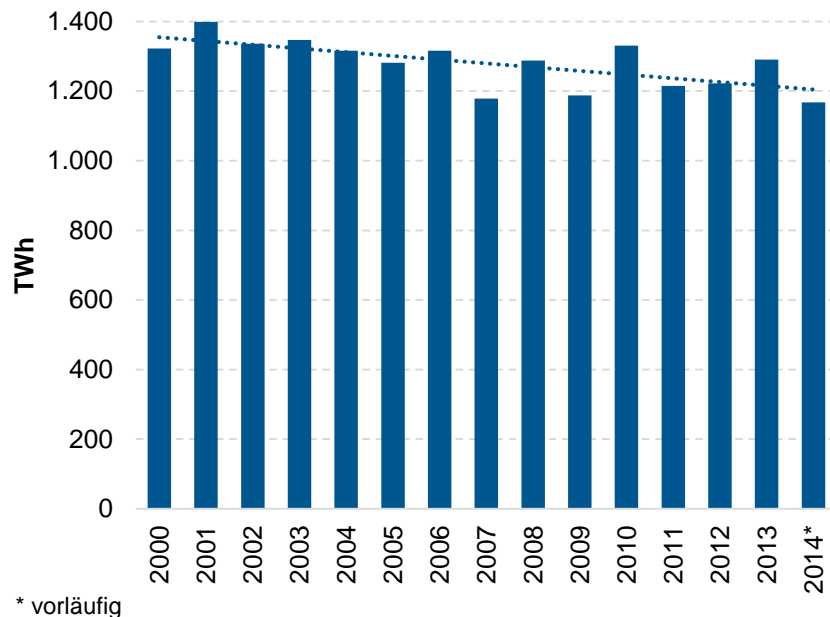


Quelle: (BMWi 2015c; BMWi 2015d), eigene Darstellung

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte zwischen den Jahren 2008 und 2014 lässt zunächst keinen klaren

Trend erkennen. Bei Betrachtung eines längeren Zeitraums zeigt sich hingegen deutlich, dass der Endenergieverbrauch in den vergangenen Jahren abgenommen hat (Abbildung 2-3). Zwischen den Jahren 2000 und 2014 sank der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte um durchschnittlich ein Prozent pro Jahr.

Abbildung 2-3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte zwischen 2000 und 2014



Quelle: (BMWi 2015d), eigene Darstellung

Ein wesentlicher Grund für diesen langfristig sinkenden Trend ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme. Der spezifische Endenergieverbrauch für Raumwärme von Wohngebäuden ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gesunken. Hierzu tragen zum einen Neubauten bei, deren energetischer Standard in der Regel besser ist als der Durchschnittswert des Bestands sowie zum anderen energetische Sanierungen von Bestandsgebäuden. Diese Entwicklungen werden sich zukünftig fortsetzen und zu einer weiteren Absenkung des Wärmebedarfs von Gebäuden führen. Basierend auf den langjährigen historischen Trends ist künftig damit von einer weiteren Senkung des Endenergieverbrauchs für Wärme auszugehen.

2.3 Entwicklung der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien

Wenngleich das EEWärmeG eine Nutzungspflicht für erneuerbare Energien bei der Wärme- und Kälteerzeugung auch bei grundlegend renovierten öffentlichen Bestandsgebäuden vorsieht, adressiert es vornehmlich den Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Neubausektor – auch aufgrund des Regelwerkes der EnEV – in Bezug auf

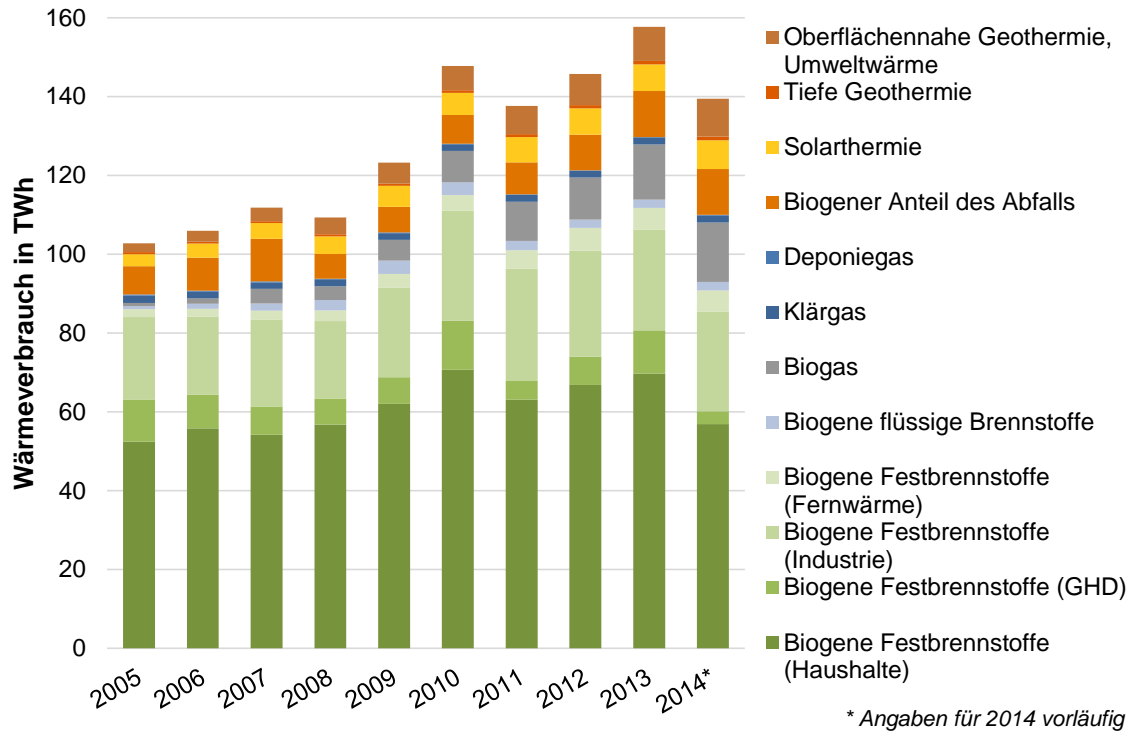
den gesamten Wärmemarkt nur von untergeordneter Bedeutung ist. So tragen alle zwischen 2009 und 2013 errichteten Neubauten lediglich zu weniger als 1 % des gesamten Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte im Jahr 2013 bei. Um das im EEWärmeG anvisierte Ziel, bis zum Jahr 2020 einen EE-Anteil von 14 % am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte zu erreichen, ist es daher notwendig, auch im Gebäudebestand den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärme- und Kälteversorgung zu erhöhen. Grundsätzlich ist die Nachrüstung von erneuerbaren Wärmeerzeugern in Bestandsgebäuden mit einem höheren technischen Aufwand verbunden als in Neubauten. Beispiele hierfür sind erdgekoppelte Wärmepumpen, welche i.d.R. aufwändige Erdarbeiten erfordern, oder Solarthermieanlagen mit hohem Deckungsanteil, die einen entsprechend groß dimensionierten Wärmespeicher benötigen, welcher aber aufgrund baulicher Restriktionen oftmals nicht nachrüstbar ist. Dennoch existieren auch für den Gebäudebestand eine Vielzahl technischer Lösungen zur Wärme- und Kälteversorgung mit erneuerbaren Energien. Hierzu setzt das im EEWärmeG verankerte Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien im Wärmemarkt (MAP) wesentliche Investitionsimpulse.

Im Folgenden wird im Hinblick auf das im EEWärmeG anvisierte 14 %-Ziel zunächst die Entwicklung der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien insgesamt dargestellt.

Abbildung 2-4 zeigt die Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2014. Die Darstellung stützt sich auf die verfügbaren Daten der AGEE-Stat (Stand: August 2015) (BMW i und AGEE-Stat 2015). Die Angaben für das Jahr 2014 waren zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch vorläufig. Der Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien stieg von knapp 110 TWh im Jahr 2008 auf knapp 160 TWh im Jahr 2013 an. Im Jahr 2014 sank er aufgrund der sehr warmen Witterung auf knapp 140 TWh ab.

Die Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland nach AGEE-Stat enthalten seit 2015 erstmals Angaben zum Verbrauch biogener Festbrennstoffe im Sektor GHD. Die per Restrechnung ermittelten Daten hierzu unterliegen im zeitlichen Verlauf einigen Schwankungen.

Abbildung 2-4: Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2005 bis 2014 (nicht witterungsbereinigt)



Quelle: (BMWi und AGEE-Stat 2015; BMWi 2015e), eigene Darstellung

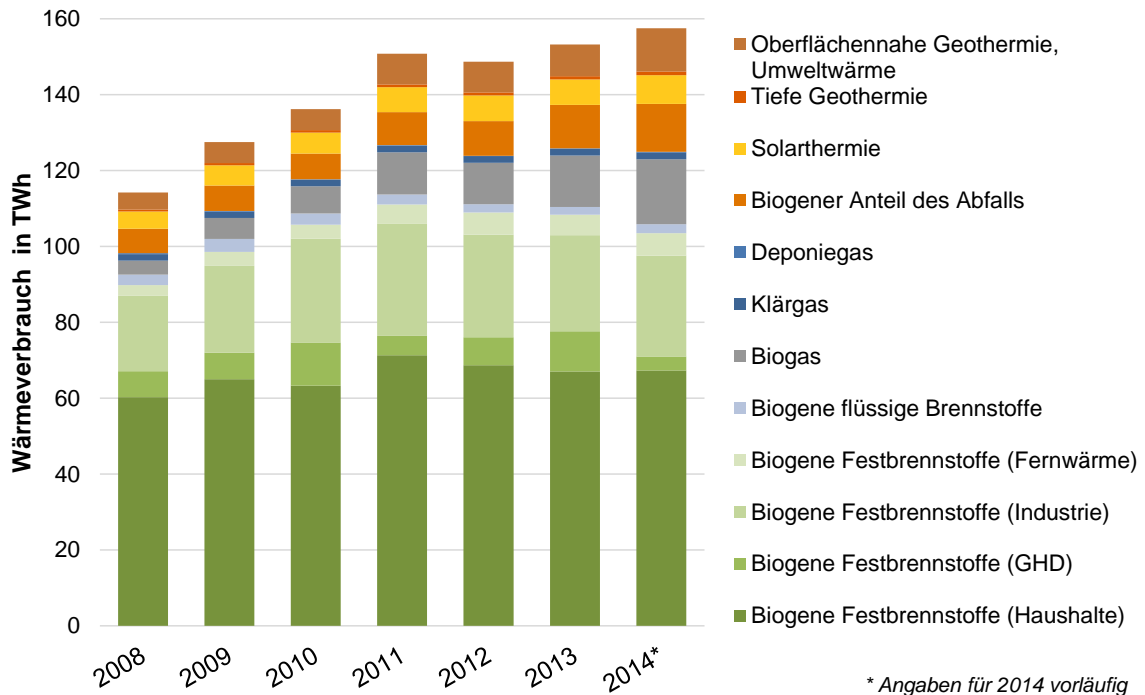
Bei der Interpretation der Zeitreihen Abbildung 2-4 muss beachtet werden, dass die Witterung einen hohen Einfluss auf den Raumwärmebedarf hat. Dies gilt vor allem für den Verbrauch biogener Festbrennstoffe in privaten Haushalten, aber auch in Heiz(kraft)werken der öffentlichen Versorgung. Daher wurden die Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt gemäß (BMWi und AGEE-Stat 2015) einer Witterungsbereinigung unterzogen. Damit lassen sich Aussagen über die „echte“ Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien treffen, welche nicht von Witterungseinflüssen, z.B. der besonders kalten Witterung im Jahr 2010¹, überlagert ist (BMU 2012).

Abbildung 2-5 zeigt die witterungsbereinigten Zeitreihen zur Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien. Die Darstellung offenbart weitgehend eine kontinuierlich positive Entwicklung in den vergangenen sieben Jahren. Seit 2008 konnte der Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien ausgehend von einem Wert von 115 TWh um etwa ein Drittel auf 150 bis 160 TWh gesteigert werden. Allerdings entwickelte sich der

¹ Auf Basis der Gradtagszahl am Standort Würzburg war das Jahr 2010 9 % kälter als das langjährige Mittel, siehe (IWU 2014).

Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien in den letzten drei Jahren witterungsbereinigt weniger dynamisch.

Abbildung 2-5: Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien in den Jahren 2008 bis 2014 (witterungsbereinigt)



Quelle: eigene Darstellung

2.4 Detaillierte Datenbasis für das Jahr 2013

Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen für das Jahr 2014 noch nicht alle benötigten Daten vor. Datenlücken wurden durch Abschätzungen basierend auf historischen Entwicklungen geschlossen und die Datenbasis für 2014 ist somit mit Unsicherheiten behaftet. Das Jahr 2013 wird aufgrund der höheren Belastbarkeit der Daten nachfolgend detailliert dargestellt.

2.4.1 Methodische Vorbemerkungen

Um sektor- und anwendungsspezifische Wirkungen von Eingriffen des EEWärmeG in den Wärmemarkt zu beurteilen, ist ein höherer Detaillierungsgrad in der statistischen Datenbasis erforderlich, als dies von den derzeit veröffentlichten Statistiken geleistet wird. Die Daten zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien werden daher im Folgenden für das Jahr 2013 weiter nach Sektoren, Anwendungen sowie im Bereich der festen Biomasse nach Nutzungstechnologien differenziert. Die Anwendungsgebiete beschränken sich im Folgenden auf Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme. Raumkälte und Prozesskälte finden keine Berücksichtigung. Zwar existieren bereits einige Technologien auf Basis

erneuerbarer Energien, die zumindest theoretisch für die Erzeugung von Kälte geeignet sind, wie beispielsweise solarthermische Kälteanlagen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Technologien derzeit noch keine nennenswerten Mengen erneuerbarer Kälte erzeugen (vgl. BMWi 2015a). Im Vergleich zu strombasierten Kompressionskältetechnologien weisen thermische Sorptionskältemaschinen unter Nutzung erneuerbarer Wärme als Antriebsenergie deutlich höhere Kältegestehungskosten auf und sind daher nicht weit verbreitet.

Die Datenbasis stützt sich auf diverse amtliche Statistiken, Veröffentlichungen und Studien. Hervorzuheben sind hier die amtlichen Statistiken des statistischen Bundesamtes, aufbereitete Daten der AGEB und der AGEE-Stat sowie Förderstatistiken (MAP, EEG). Die Datenbasis ist konform mit den Angaben der AGEE-Stat, d.h. es werden keine Abschätzungen zu weiteren, bislang statistisch nicht erfassten Größen in die Datenbasis mit aufgenommen. In Bezug auf die sektorale Bilanzierung des Verbrauchs von Nah- und Fernwärme ist die Datenbasis konsistent mit den Konventionen der AGEB (siehe Abschnitt 2.4.3).

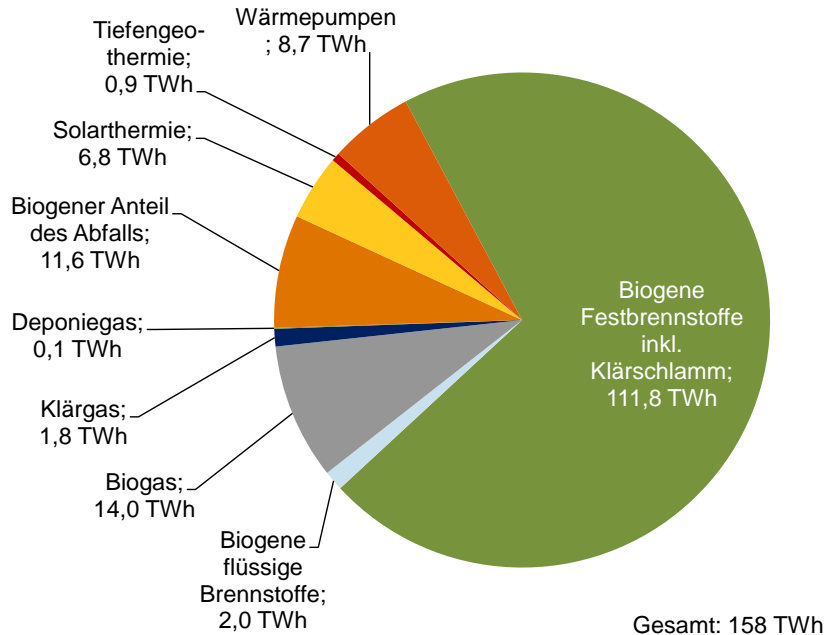
Insbesondere in den unteren Aggregationsebenen (Differenzierung nach Anwendungen) mussten jedoch Datenlücken durch eigene Schätzungen geschlossen werden. Daher erhebt die Datenbasis nicht an allen Stellen Anspruch auf vollständige Korrektheit.

2.4.2 Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern

Der Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien betrug im Jahr 2013 – nicht witterungsbereinigt – 157,7 TWh (BMWi und AGEE-Stat 2015). Abbildung 2-6 stellt diesen differenziert nach Energieträgern dar. Die verschiedenen Arten der Biomasse sind mit einem Anteil von knapp 90 % die dominierende Größe im EE-Wärmemarkt. Wärmepumpen und Solarthermie können jedoch zunehmend Marktanteile verzeichnen. Ihr Anteil an der erneuerbaren Wärmebereitstellung lag im Jahr 2013 bei 6 % (Wärmepumpen) bzw. 4 % (Solarthermie).

Der Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien enthält einerseits Energiemengen, die den Endverbrauchssektoren indirekt über Fernwärmenetze bereitgestellt werden und damit Teil des Umwandlungssektors sind, und andererseits Energiemengen, die in den Endverbrauchssektoren direkt genutzt werden. In den folgenden Abschnitten werden diese beiden Bereiche jeweils genauer analysiert. Dabei liegen jeweils nicht witterungsbereinigte Werte zugrunde, um einen besseren Vergleich mit den aggregierten Berichtsdaten der AGEE-Stat bzw. der AGEB zu ermöglichen.

Abbildung 2-6: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 nach Energieträgern (nicht witterungsbereinigt)



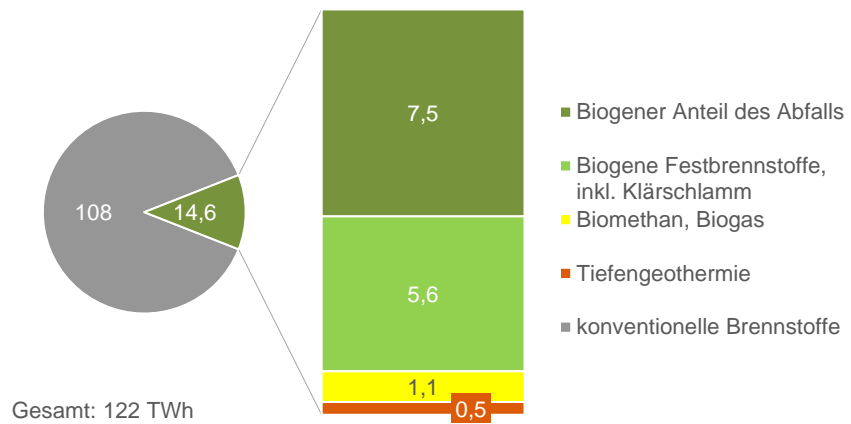
Quelle: (BMWi und AGEE-Stat 2015), eigene Darstellung

2.4.3 Erneuerbare Energien in der Fernwärme

Abbildung 2-7 zeigt den Verbrauch an Fernwärme, welche aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wurde, für das Jahr 2013 differenziert nach Energieträgern und Anwendungen. Insgesamt betrug der Fernwärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 14,7 TWh. Dargestellt ist nur die outputseitig erfasste Fernwärme nach amtlicher Statistik (Erhebungen 064 und 066k des Statistischen Bundesamts (StBA 2014a; StBA 2015a)), jedoch keine industrielle und sonstige Nahwärme. Dies ist eine Konvention der AGEb. Zudem sei angemerkt, dass es sich bei den Angaben in Abbildung 2-7 – genau wie bei den Zeitreihen zum Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien (BMWi und AGEE-Stat 2015) – um den kumulierten Verbrauch bei den Endabnehmern handelt. Für den Anteil der über Fernwärmenetze bereitgestellten Wärme bedeutet dies, dass Wärmenetzverluste in Höhe von im Mittel ca. 11 % abgezogen worden sind.

Abbildung 2-7: Fernwärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 nach AGEB-Konvention (nicht witterungsbereinigt)

Fernwärmeverbrauch im Jahr 2013 in TWh



Quelle: (StBA 2014a; StBA 2015a), eigene Darstellung
Sonstige: Klärgas, Deponiegas, Solarthermie

Der Verbrauch von Fernwärme aus erneuerbaren Energien nach Abzug von Netzverlusten wird vom biogenen Anteil des Abfalls sowie von biogenen Festbrennstoffen dominiert. Mehr als 75% dieser Wärme stammen aus KWK-Anlagen. Alle übrigen Energieträger nehmen eine untergeordnete Rolle ein. Es gibt in Deutschland zwar bereits einige Fernwärmeprojekte, welche Wärme aus solarthermischen Anlagen und Wärmepumpen einbinden, deren Bedeutung im Wärmemarkt mit erneuerbaren Energien ist aber noch sehr gering. Bezogen auf den gesamten (konventionell und erneuerbar basierten) Verbrauch von Fernwärme in Höhe von etwa 121 TWh gemäß Energiebilanz 2013 (AGEB 2015) ergibt sich ein Anteil der erneuerbaren Energien von 12,1 %.

Bei diesem Wert ist zu beachten, dass die Wärmeerzeugung aus etlichen kleinen Heizwerken, die in Nahwärmenetze einspeisen, aber auch ein Großteil der Wärmeerzeugung aus Biogasanlagen, bei denen die Leistungsklasse < 1 MW_{el} dominiert (DBFZ 2014), in den amtlichen Statistiken nicht berücksichtigt sind. Damit ist der oben ermittelte Anteil der erneuerbaren Energien an der Fernwärmebereitstellung als Untergrenze zu interpretieren.

Der Fernwärmeverbrauch aus erneuerbarer Energien wurde in Tabelle 2-1 den drei Endenergiesektoren anteilig auf Basis der gesamten Fernwärmeverbräuche in den Sektoren gemäß Energiebilanz 2013 zugerechnet. Mangels geeigneter Daten wurde vereinfachend angenommen, dass beim Fernwärmebezug in den drei Sektoren jeweils der bundesweite Anteil erneuerbarer Energien von 12,1 % gemäß vorstehender Überlegungen zugrunde liegt.

Tabelle 2-1: Fernwärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien für das Jahr 2013 nach Sektoren (nicht witterungsbereinigt)

| | | Alle Energie-träger |
|-----------------------------------|-----|---------------------|
| EEV Fernwärme aus Erneuerbaren | TWh | 14,7 |
| davon im Sektor Private Haushalte | TWh | 6,2 |
| davon im Sektor GHD | TWh | 2,1 |
| davon im Sektor Industrie | TWh | 6,4 |

Quelle: eigene Abschätzung

2.4.4 Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien

Konform mit den Angaben der AGEE-Stat bzw. der AGEb sind die in den nachfolgenden Abschnitten angegebenen Endenergieverbräuche folgendermaßen zu verstehen: Bei den verschiedenen Arten der Biomasse werden jeweils Brennstoffverbräuche, bei den Wärmepumpen die nutzbar gemachte erneuerbare Wärme und bei der Solarthermie der Kollektorertrag ausgewiesen.

Tabelle 2-2: stellt den Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien in den drei Sektoren Private Haushalte, GHD und Industrie dar. Nicht berücksichtigt ist in den Angaben die indirekte Nutzung von erneuerbaren Energien über Fernwärmenetze gemäß Tabelle 2-1. Es zeigt sich, dass derzeit die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung mit einem Anteil von etwa 59 % im Sektor Private Haushalte dominiert. Es folgen die Sektoren Industrie (21 %) und GHD (20 %).

Tabelle 2-2: Endenergieverbrauch für Wärme aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 nach Sektoren (nicht witterungsbereinigt)

| | | Alle Energie-träger |
|---|-----|---------------------|
| EEV Wärme, Erneuerbare (ohne Fernwärme) | TWh | 143,0 |
| davon im Sektor Private Haushalte | TWh | 84,5 |
| davon im Sektor GHD | TWh | 27,9 |
| davon im Sektor Industrie | TWh | 30,7 |

Quelle: eigene Abschätzung

Sektor Private Haushalte

Bezogen auf den vorläufigen gesamten Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte in Privathaushalten (ohne Strom) waren im Jahr 2013 15 % auf die erneuerbaren Energien zurückzuführen. Wie aus Tabelle 2-3 hervorgeht, sind dabei lediglich die Energieträger biogene Festbrennstoffe, Solarthermie und Wärmepumpen von Bedeutung. Zwar gibt es Fälle, in denen Ein- oder Mehrfamilienhäuser auch mit anderen erneuerbaren Energieträgern versorgt

werden. Dazu gehört z.B. flüssige oder gasförmige Biomasse, deren anteilige Nutzung zur Deckung des Wärmebedarfs durch das EEWärmeG oder das Landesgesetz EWärmeG in Baden-Württemberg angereizt wird. Deren Bedeutung in Bezug auf die gesamte Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Privathaushalten ist aber als vernachlässigbar einzustufen.

Tabelle 2-3: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern und Anwendungen im Sektor Private Haushalte (Jahr 2013, nicht witterungsbereinigt)²

| | | Biogene Festbrennstoffe | Biogene flüssige Brennstoffe | Biogas, Biomethan | Klärgas | Deponiegas | Biogener Anteil des Abfalls | Solarthermie | Tiefengeothermie | Wärmepumpen (Umweltwärme) | Gesamt |
|------------------------|-----|-------------------------|------------------------------|-------------------|---------|------------|-----------------------------|--------------|------------------|---------------------------|-------------|
| EEV Wärme, Erneuerbare | TWh | 69,7 | 0,2 | - | - | - | - | 6,3 | - | 8,2 | 84,5 |
| davon Raumwärme | TWh | 64,8 | 0,2 | - | - | - | - | 1,1 | - | 7,8 | 73,9 |
| davon Warmwasser | TWh | 4,9 | 0,0 | - | - | - | - | 5,3 | - | 0,4 | 10,6 |

Quelle: eigene Abschätzung

Die Anwendungsgebiete beschränken sich gemäß den Haushalts-Anwendungsbilanzen (RWI 2013) auf die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Dies impliziert u.a., dass die Nutzung von Holz in Herden, welche vor allem in älteren Bestandsgebäuden noch existieren (Struschka u. a. 2008), vergleichsweise unbedeutend ist. Den Löwenanteil der Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung in Privathaushalten stellen klar die biogenen Festbrennstoffe. Zurückzuführen ist dies vor allem auf die ca. 14 Mio. Einzelraumfeuerstätten (Struschka u. a. 2008), welche zumeist mit Stückholz befeuert werden.

In Tabelle 2-4 wird der Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien in Privathaushalten im Jahr 2012 auf Basis von (RWI 2013) nach Gebäudetypen differenziert. Es zeigt sich, dass Technologien zur Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien hauptsächlich in Ein- und Zweifamilienhäusern und weniger in Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden. Wärmepumpen werden der Studie zufolge sogar ausschließlich in Einfamilienhäusern installiert.

² Für die privaten Haushalte werden nach ZSW 93,73 % der gesamten Wärmebereitstellung aus solarthermischen Anlagen und 95 % der gesamten Wärmebereitstellung aus Wärmepumpen angesetzt, siehe auch (Wernicke und Diekmann 2014).

Tabelle 2-4: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Gebäudetypen im Sektor Private Haushalte (Jahr 2012, nicht witterungsbereinigt)

| | | Biogene Festbrennstoffe | Solarthermie | Wärmepumpen (Umweltwärme) | Gesamt |
|-------------------------------------|-----|-------------------------|--------------|---------------------------|-------------|
| EEV Wärme, Erneuerbare | TWh | 66,8 | 6,3 | 7,5 | 80,6 |
| <i>davon in Einfamilienhäusern</i> | TWh | 38,6 | 3,5 | 7,5 | 49,6 |
| davon Raumwärme | TWh | 35,5 | 0,6 | 7,1 | 43,2 |
| davon Warmwasser | TWh | 3,1 | 2,9 | 0,4 | 6,4 |
| <i>davon in Zweifamilienhäusern</i> | TWh | 21,3 | 2,8 | - | 24,1 |
| davon Raumwärme | TWh | 19,7 | 0,4 | - | 20,1 |
| davon Warmwasser | TWh | 1,6 | 2,3 | - | 4,0 |
| <i>davon in Mehrfamilienhäusern</i> | TWh | 7,0 | - | - | 7,0 |
| davon Raumwärme | TWh | 7,0 | - | - | 7,0 |
| davon Warmwasser | TWh | - | - | - | - |

Quelle: eigene Abschätzung

Sektor GHD

Erneuerbare Energien deckten im Jahr 2013 etwa 12 % des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte (ohne Strom) im Sektor GHD. Die relevantesten erneuerbaren Energieträger sind dabei Biogas mit einem Anteil von 44 % sowie biogene Festbrennstoffe (39 %, siehe Tabelle 2-5). In der Darstellung ist der Verbrauch biogener Festbrennstoffe zur direkten Wärmeerzeugung im GHD-Sektor enthalten, der erstmals 2015 in der Energiestatistik verbucht wurde, in Statistiken mit früherem Erscheinungsjahr jedoch noch unberücksichtigt war. Die erzeugte Wärme wird vornehmlich zur Gebäudebeheizung verwendet. In Kläranlagen wird die durch Klärgas erzeugte Wärme hingegen im Wesentlichen zur Deckung des Prozesswärmebedarfs (Faultürme, Klärschlamm-trocknung etc.) eingesetzt. Unter dem Posten Tiefengeothermie sind balneologische Anlagen zu verstehen.

Konventionsgemäß ist im Sektor GHD der gesamte, amtlich nicht erfasste Brennstoffeinsatz zur Wärmeerzeugung in dezentralen KWK-Anlagen (Anlagen < 1 MW_{el}) verbucht. Dies gilt auch für Anlagen, die in Wärmenetze der öffentlichen Versorgung einspeisen und damit eigentlich Teil des Umwandlungssektors wären.

Tabelle 2-5: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern und Anwendungen im Sektor GHD (Jahr 2013, nicht witterungsbereinigt)

| | | Biogene Festbrennstoffe | Biogene flüssige Brennstoffe ³ | Biogas, Biomethan | Klärgas | Deponiegas | Biogener Anteil des Abfalls | Solarthermie | Tiefengeothermie | Wärmepumpen (Umweltwärme) | Gesamt |
|------------------------|-----|-------------------------|---|-------------------|---------|------------|-----------------------------|--------------|------------------|---------------------------|-------------|
| EEV Wärme, Erneuerbare | TWh | 10,9 | 1,6 | 12,4 | 1,7 | 0,1 | - | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 27,9 |
| davon Raumwärme | TWh | 8,7 | 1,2 | 9,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,1 | - | 0,3 | 19,3 |
| davon Warmwasser | TWh | 0,5 | 0,2 | 1,7 | 0,0 | 0,0 | - | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 3,3 |
| davon Prozesswärme | TWh | 1,7 | 0,2 | 1,6 | 1,7 | 0,0 | - | - | - | - | 5,3 |

Quelle: eigene Abschätzung

Sektor Industrie

In der Industrie werden erneuerbare Energieträger vorwiegend zur Prozesswärmebereitstellung eingesetzt, wie auch aus Tabelle 2-6 hervorgeht. Bezogen auf den gesamten Wärmeverbrauch in der Industrie sind aber Raumwärme und Warmwasserbereitung gegenüber Prozesswärme durch einen vergleichsweise hohen Anteil erneuerbarer Energien charakterisiert. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass Technologien zur Bereitstellung von Wärme aus erneuerbaren Energien vornehmlich bei niedrigen Temperaturniveaus einsetzbar sind und industrielle Prozesse, wie sie bspw. bei der Metallerzeugung ablaufen, teilweise Prozesstemperaturen von über 1.000°C erfordern. Im Vergleich dazu eignen sich Wärmepumpen bis zu einer Temperatur von 90°C, Solarkollektoren bis zu 150°C und Biomasse bis zu über 400°C. Insgesamt deckten erneuerbare Energien im Jahr 2013 etwa 6 % des gesamten Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte (ohne Strom) in der Industrie.

³ Inklusive Biodieselvebrauch in der Landwirtschaft (BMW i und AGEE-Stat 2015)

Tabelle 2-6: Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern und Anwendungen im Sektor Industrie (Jahr 2013, nicht witterungsbereinigt)

| | | Biogene Festbrennstoffe | Biogene flüssige Brennstoffe | Biogas, Biomethan | Klärgas | Deponiegas | Biogener Anteil des Abfalls | Solarthermie | Tiefengeothermie | Wärmepumpen (Umweltwärme) | Gesamt |
|------------------------|-----|-------------------------|------------------------------|-------------------|---------|------------|-----------------------------|--------------|------------------|---------------------------|--------|
| EEV Wärme, Erneuerbare | TWh | 25,6 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 4,2 | - | - | - | 30,7 |
| davon Raumwärme | TWh | 6,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | - | - | - | 7,2 |
| davon Warmwasser | TWh | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | - | - | - | 0,7 |
| davon Prozesswärme | TWh | 19,0 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | 3,1 | - | - | - | 22,7 |

Quelle: eigene Abschätzung

Es zeigt sich, dass auch in der Industrie der Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien überwiegend auf biogene Festbrennstoffe zurückzuführen ist. Diese werden zu etwa gleichen Anteilen in KWK-Anlagen und Kesseln verfeuert. Daneben ist die Nutzung von biogenen Abfällen in Industriebetrieben nicht unwesentlich.

Gemäß der amtlichen Statistik des statistischen Bundesamtes (Erhebung 060, (StBA 2014b)) kommen erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung hauptsächlich für die Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel, WZ 16) zum Einsatz. Auf diesen Wirtschaftszweig entfallen 55 % des gesamten Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien im Industriesektor. Ebenso spielt für die Herstellung von Papier, Pappe und Waren (WZ 17) die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien eine große Rolle; hierauf entfallen 31 % des industriellen Endenergieverbrauchs auf Basis erneuerbarer Energien.

2.5 Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte

Tabelle 2-7 fasst die Daten zur Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte sowie die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien für die Jahre 2008 bis 2014 zusammen, wobei die Ergebnisse für 2014 noch als vorläufig anzusehen sind.

Darüber hinaus sind die resultierenden Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte dargestellt. Im Jahr 2013 lag der Anteil bei 12,2 %, was gegenüber 2008 einem Zuwachs von 3,7 Prozentpunkten entspricht. Im Zeitraum 2008 bis 2012 erhöhte sich der EE-Anteil kontinuierlich, seit 2012 stagniert er bei etwa 12 %; wobei eingeschränkt werden muss, dass der

Wert für 2014 noch vorläufig ist. Insbesondere der Wert im Jahr 2014 ist wie zuvor erläutert zu großen Teilen auf die außergewöhnlich milde Witterung zurückzuführen.

Ausgehend von den Werten der Jahre 2013 und 2014 fehlen zur Erreichung des im EEWärmeG formulierten Ziels von 14 % Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis 2020 noch etwa 2 Prozentpunkte.

Im Gegensatz zum ersten Erfahrungsbericht berücksichtigt die vorliegende Datenbasis zum einen neue statistische Daten zum Holzverbrauch im GHD-Sektor. Zum anderen unterscheidet sich der vorliegende Bericht vom ersten Erfahrungsbericht in der Berechnungsmethodik des Anteils erneuerbarer Energien.

Tabelle 2-7: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte

| | | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 (vorläufig) | |
|-------|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|
| 1) | Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien | TWh | 109 | 123 | 148 | 138 | 146 | 158 | 139 |
| 2) | EEV Wärme und Kälte (ohne Verkehr, ohne Strom) | TWh | 1.288 | 1.188 | 1.330 | 1.216 | 1.222 | 1.291 | 1.168 |
| 1)/2) | Anteil der erneuerbaren Energien am EEV für Wärme und Kälte | Prozent | 8,5 | 10,4 | 11,1 | 11,3 | 11,9 | 12,2 | 12,0 |

Quelle: (BMWi 2015d)

3 Wärmemarkt – Status Quo 2013

3.1 Bestand und Zubau von Wärmeerzeugern und Wärmenetzen

In Deutschland gab es im Jahr 2014 etwa 20,7 Millionen Wärmeerzeuger (BDH 2015a). Der größte Anteil hiervon entfiel auf Gaskessel. Zusammen beträgt der Anteil fossiler Wärmeerzeuger am Gesamtbestand nach wie vor über 90 %. Biomassekessel und Wärmepumpen haben bisher nur geringen Anteil am Wärmeerzeugerbestand. Im Jahr 2014 wurden insgesamt 681.000 Wärmeerzeuger ausgetauscht oder neu installiert. Aus den zuvor dargestellten Abschätzungen zum Gesamtbestand lässt sich schließen, dass die Anzahl der neu installierten Kessel in etwa bei 200.000 liegt. Damit ergibt sich eine Kesselaustauschrate von ca. 2,3 %.

Den höchsten Anteil am Absatz haben seit Jahren Gas-Brennwertheizungen gefolgt von Gas-Niedertemperaturheizungen. Mehr als 60 % des Absatzes an Wärmeerzeugern entfiel 2014 auf Gasheizungen. Im Gegensatz zu Gaskesseln ist der Anteil an Ölkesseln am Absatz seit 2005 zurückgegangen. Im Jahr 2005 lag der Anteil der Ölheizungen bei ca. einem Viertel, 2014 nur noch bei knapp 10 %. Die Anteile von erneuerbaren Wärmeerzeugern am Gesamtabsatz schwanken seit 2005 um einen Wert von im Mittel 12,2 %. Der höchste Anteil wurde 2008 mit 16 % erreicht. Im Jahr 2014 stieg der Absatz erneuerbarer Wärmeerzeuger im Vergleich zum Vorjahr um etwa einen Prozentpunkt an und betrug 13,8 %.

3.2 Solarthermie

3.2.1 Technische Entwicklung

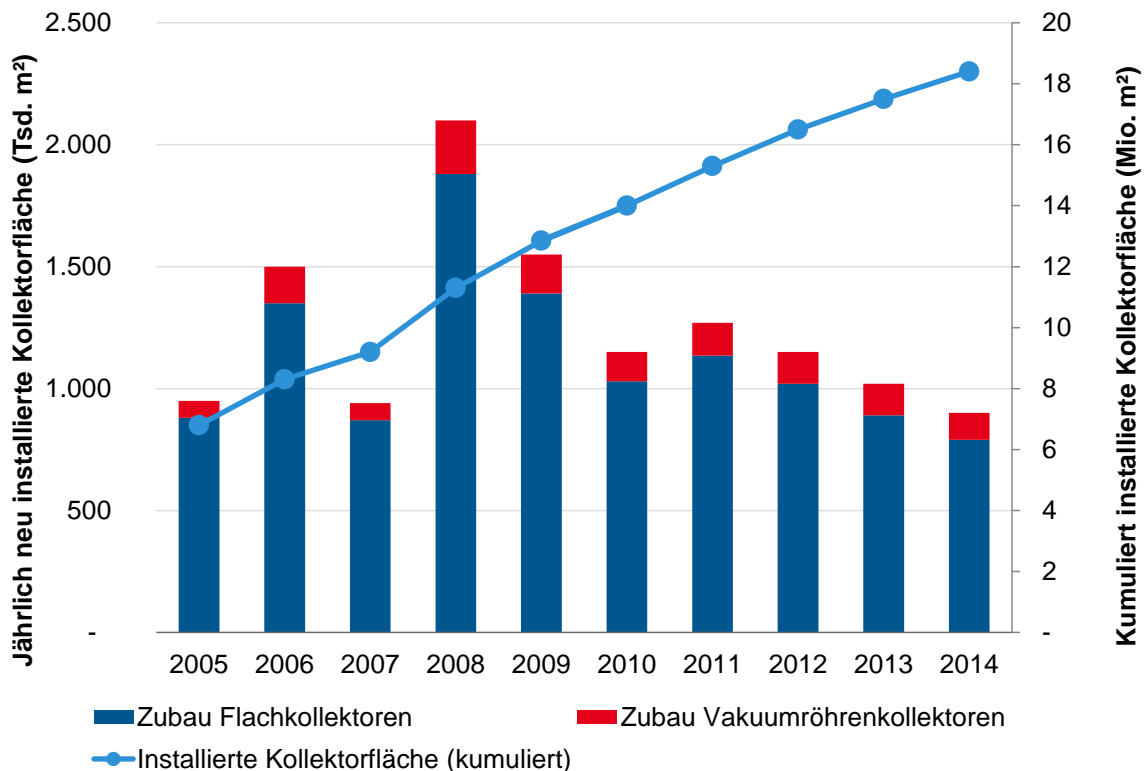
Solarthermieranlagen stellen hinsichtlich Effizienz und Kosten eine vergleichsweise ausgereifte Technik zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien dar. Eine Untersuchung der Markt- und Technologieentwicklung im Rahmen der Evaluierung des Marktanzreizprogramms (Fichtner u. a. 2015) hat gezeigt, dass sich die technologischen Entwicklungen der vergangenen Jahre auf Detailspekte zur Reduktion der Kosten und zur Steigerung der Effizienz beschränken. Die Effizienz von Kollektoren, die zwischen dem Jahr 2000 und 2014 in den Markt gekommen sind, hat sich nur unwesentlich verändert. Zur Kostenreduktion erfolgte eine Umstellung des Absorberblechmaterials von Kupfer auf Aluminium. Weiterentwicklungen im Komponentenbereich gibt es in Anwendungsbereichen, die bisher noch wenig für den Einsatz von Solarthermie erschlossen sind, wie die Entwicklung von Mittel- und Hochtemperaturkollektoren zur Erzeugung von Prozesswärme oder der Einsatz in Wärmenetzen.

Die Montage hat mit knapp 15% einen kleinen Anteil an den Gesamtkosten einer schlüsselfertigen Solarthermieanlage. Der Kollektor selber hat einen Anteil von 44%. Der Rest entfällt auf den notwendigen Speicher (24%), die Einbindung in das Heizungssystem (11%) und sonstiges (21%) (Fichtner u. a. 2015).

3.2.2 Marktentwicklung

Zwischen 1990 und 2014 wurden in Deutschland mehr als 2 Mio. solarthermische Anlagen mit einer gesamten Kollektorfläche von ca. 18,4 Mio. m² installiert (BSW 2015). Unter Verwendung eines Konversionsfaktors von 0,7 kW/m² entspricht dies einer installierten Leistung von knapp 13 GW_{th} in 2014. Etwa 10 % der zugebauten Kollektorfläche entfallen auf Vakuumröhrenkollektoren, Tendenz steigend. Während der Markt für solarthermische Anlagen bis Mitte des vergangenen Jahrzehnts überwiegend ein hohes Wachstum aufwies, ist er seither einigen Schwankungen unterworfen, wie auch aus Abbildung 3-1 ersichtlich ist.

Abbildung 3-1: Absatz und Bestand von Solarkollektoren in den Jahren 2003 bis 2014



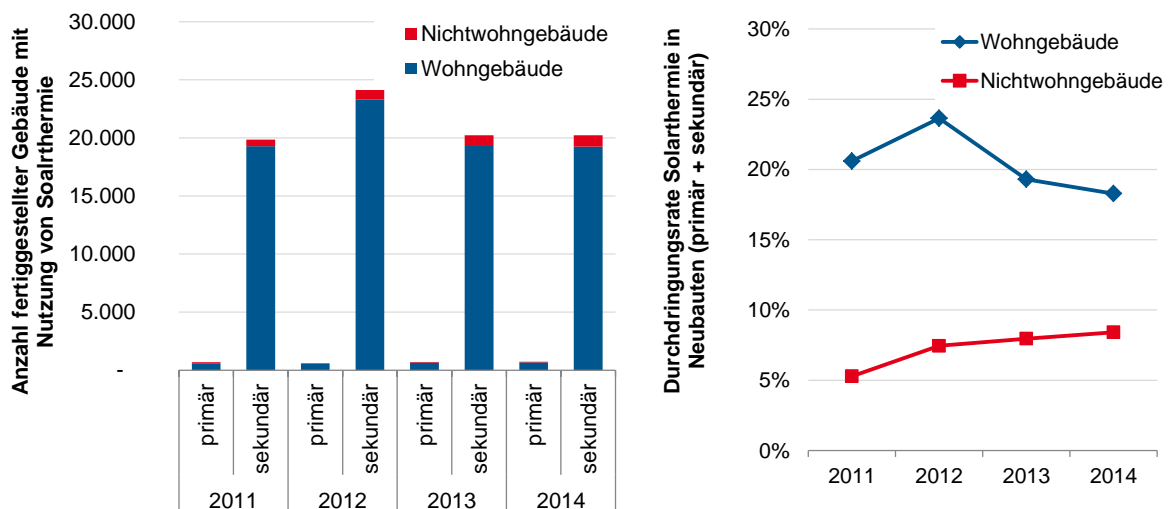
Quelle: (BSW 2015), eigene Darstellung

Besonders große Schwankungen gab es in den Jahren 2007 sowie 2009/2010, in welchen der Absatz gegenüber dem jeweiligen Vorjahr um mehr als ein Drittel bzw. ein Viertel zurückging. Ausschlaggebend für diese zwischenzeitlichen Marktrückgänge waren

vermutlich vor allem die zu diesen Zeitpunkten vorherrschenden niedrigen Preise für Heizöl und Erdgas, während diese im Solarthermie-Rekordjahr 2008 sehr hoch waren. Außerdem ist zu vermuten, dass sich wechselnde Förderbedingungen stark auf die Marktentwicklung auswirken. Seit 2011 ist der Absatz an solarthermischen Anlagen rückläufig. Durch stagnierende oder sogar steigende Endkundenpreise der Solarkollektoren (Fichtner et al. 2010, Fichtner et al. 2014) sowie zunehmende Konkurrenz durch die Photovoltaik ist zumindest im Bereich der Hauswärmeanlagen derzeit kein gegenläufiger Trend absehbar.

Belastbare Daten zur Nutzung von Solarthermie in Neubauten sind erst ab dem Berichtsjahr 2011 auf Basis der Baufertigstellungsstatistik (StBA 2015c) vorhanden. Abbildung 3-2 zeigt dazu auf Basis dieser Statistik die Entwicklung der Nutzung von Solarthermie als primäre und als sekundäre Heizenergie in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden (linke Grafik). In der rechten Grafik wird zudem der Anteil an fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden dargestellt, die über eine Solarthermieanlage zur primären oder sekundären Raumwärmeerzeugung verfügen („Durchdringungsrate“).

Abbildung 3-2: Nutzung von Solarthermie als Heizenergie in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden



Quelle: (StBA 2015c), eigene Darstellung

In Wohnneubauten zeigt sich noch kein eindeutiger Trend zur Nutzung von Solarthermie als Heizenergie: während 2012 in nahezu jedem vierten fertiggestellten Wohngebäude Solarthermie zur Raumwärmebereitstellung (primär oder sekundär) eingesetzt wurde, geht die Durchdringungsraten seitdem tendenziell zurück und betrug 2014 nur noch 18 %. In fertiggestellten und beheizten Nichtwohngebäuden ist die Durchdringungsraten von Solarthermie hingegen seit 2011 steigend und belief sich 2014 auf 8 %. Solar-

thermische Anlagen fungieren in Wohn- wie in Nichtwohngebäuden nur selten als Hauptwärmeerzeuger (z.B. in Solarhäusern), sondern kommen meist als sekundärer Wärmeerzeuger zum Einsatz.

Weitaus häufiger werden Solarkollektoren in Neubauten zur Warmwasserbereitung eingesetzt. So waren in mehr als 40.000 der im Jahr 2014 insgesamt ca. 109.000 fertiggestellten Wohngebäude Solarkollektoren als primäre oder sekundäre Energie zur Warmwasserbereitung installiert (StBA 2015c).

3.3 Wärmepumpen

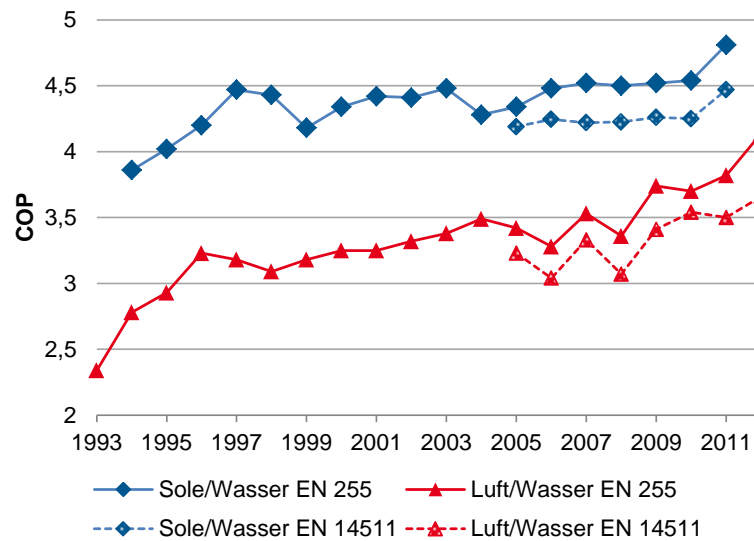
3.3.1 Technische Entwicklung

Wärmepumpen zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser haben grundsätzlich eine hohe technologische Reife erreicht. Schwerpunkte der Forschung und der technologischen Weiterentwicklungen liegen derzeit u.a. auf der Verbesserung der Effizienz, der Erprobung neuer, umweltverträglicher Kältemittel, der Entwicklung effizienter Hochtemperatur-Wärmepumpen zur Erschließung weiterer Anwendungsfelder (Prozesswärme, Fernwärme) sowie der intelligenten Systemeinbindung (Kopplung mit PV, „smart-grid-ready“-Wärmepumpen).

Eine hohe Effizienz von Wärmepumpen ist von wesentlicher Bedeutung für Klimaschutz und Nutzung erneuerbarer Energien, denn im Unterschied zu Biomasseanlagen oder Solarkollektoren basiert der Betrieb von Wärmepumpen in nicht unerheblichem Umfang auf Strom. Für die Beurteilung der Effizienz einer Wärmepumpe sind die Leistungszahl (Coefficient of Performance, COP) sowie die Jahresarbeitszahl (JAZ) die wichtigsten Kenngrößen.

Der COP einer Wärmepumpe wird unter normierten Prüfbedingungen im Labor ermittelt. Abbildung 3-3 zeigt die mittleren COP von Sole/Wasser-Wärmepumpen (bei B0/W35) sowie Luft/Wasser-Wärmepumpen (bei A2/W35). Im Zeitraum vom 1993 bis 2011 haben sich die mittleren Leistungszahlen (vermessen nach EN 255) von Sole/Wasser-Wärmepumpen um 25 % verbessert. Jüngste Prüfergebnisse des WPZ zeigen, dass die besten Sole/Wasser-Wärmepumpen heute COP von 5,0 (vermessen nach EN 14511) aufweisen (WPZ 2015b). Wasser/Wasser-Wärmepumpen erreichen sogar noch deutlich höhere COP: bei den besten Fabrikaten können COP (bei W10/W35) von 6,3 aufgefunden werden (WPZ 2015b).

Abbildung 3-3: Entwicklung der mittleren COP von Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen



Quelle: (BfE 2012; WPZ 2015a), eigene Darstellung

Luft/Wasser-Wärmepumpen haben im gleichen Betrachtungszeitraum von 1993 bis 2011 mit einer Verbesserung um 37 % eine noch stärkere Effizienzverbesserung erfahren als Sole/Wasser-Wärmepumpen. Gerade in jüngster Vergangenheit waren bei Luft/Wasser-Wärmepumpen deutliche Effizienzzuwächse auf dem Prüfstand zu verbuchen. Einige Fabrikate weisen heute bereits COP von 4,4 auf (WPZ 2015c).

Grundsätzlich gibt es insbesondere für Luft/Wasser-Wärmepumpen noch weiteres technisches Verbesserungspotenzial, da die heute besten verfügbaren Fabrikate nur 47 % des theoretisch maximal möglichen, dem Carnot-Wirkungsgrad, erreichen. Die Spitzenreiter unter den Sole/Wasser-Wärmepumpen dagegen erreichen bereits 57 % des Carnot-Wirkungsgrades.

Während der COP bei konstanten Betriebsbedingungen auf dem Prüfstand vermessen wird, finden bei der JAZ auch systemindividuelle und variable Parameter wie die Heizungsvorlauftemperatur und die Wärmequellentemperatur sowie das Nutzerverhalten Berücksichtigung. Daher ist die JAZ die wesentliche Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe im realen Betrieb. Tabelle 3-1 zeigt dazu eine Übersicht über die in diversen Feldtests ermittelten JAZ. Es zeigt sich, dass Luft/Wasser-Wärmepumpen in der Praxis deutlich weniger effizient sind als die erdgekoppelten Alternativen. Die gesetzlichen Anforderungen erreichen sie im Mittel nicht. Doch auch die vermessenen Sole/Wasser- sowie Wasser/Wasser-Wärmepumpen lassen mitunter Optimierungspotenzial erkennen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Feldtests zum Teil bereits einige Jahre zurückliegen und damit technologische Entwicklungen nicht berücksichtigen.

Tabelle 3-1: Übersicht über die in Feldtests ermittelten Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen

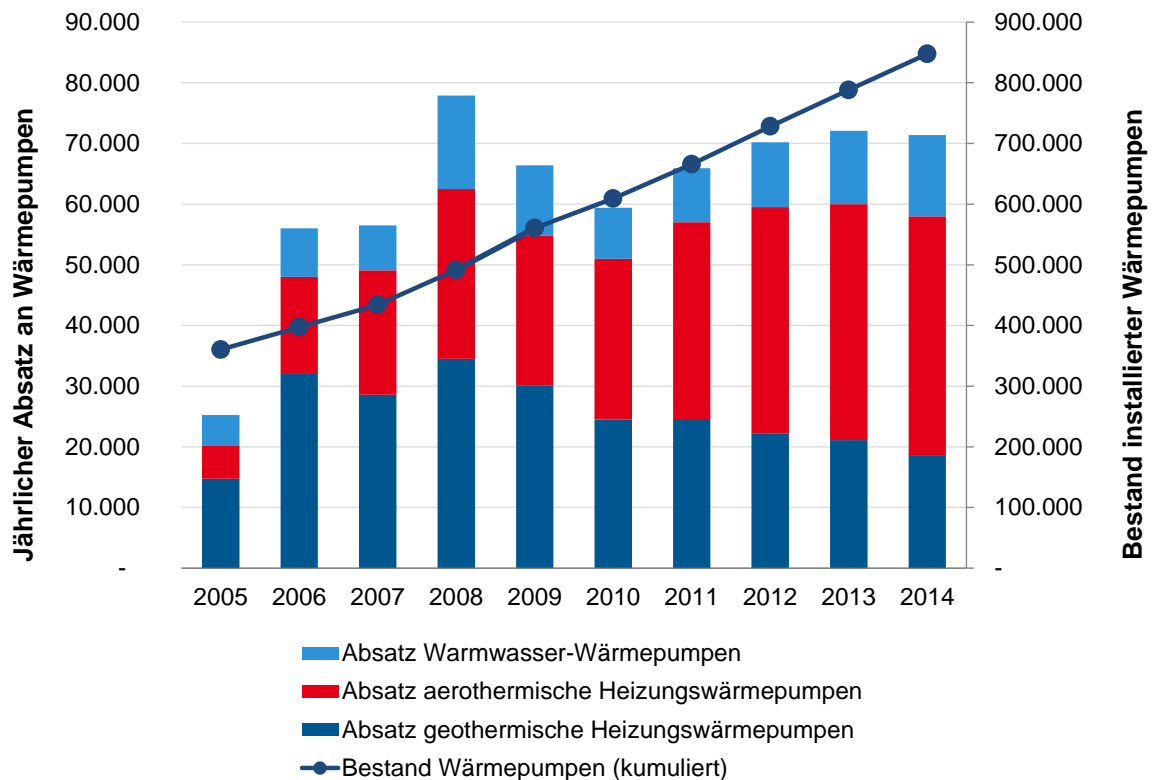
| | Eon (2004) | Schweizer Bundesamt für Energie / FAWA (2004) | ISE WP im Bestand (2008-2009) | ISE WP Effizienz (überw. Neubau, 2007-2010) | ISE Monitor (überw. Neubau, 2010-2013) | Agenda Gruppe Lahr (Bestand und Neubau, 2006-2013) |
|---------------|------------|---|-------------------------------|---|--|--|
| Sole/Wasser | 3,6 | 3,5 | 3,3 | 3,9 | 4,0 | 2 bis 5,1 |
| Luft/Wasser | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,9 | 3,1 | 1 bis 3,5 (meist <3) |
| Wasser/Wasser | 3,2 | - | - | - | 3,8 | 2 bis 4,4 |

Quelle: (BINE 2013)(GZB 2010, ISE 2010, ISE 2011, ISE 2014, Lahr 2014), eigene Darstellung

3.3.2 Marktentwicklung

Ähnlich zum Solarthermiemarkt ist auch der Wärmepumpenmarkt einigen Schwankungen unterworfen. Auch hier lässt sich eine Abhängigkeit der Absatzzahlen vom Preis für Heizöl erkennen (GZB 2010). Abbildung 3-4 zeigt den Absatz von geothermischen und aerothermischen Heizungswärmepumpen sowie Warmwasser-Wärmepumpen in den Jahren 2005 bis 2014 sowie die Entwicklung des Anlagenbestands.

Abbildung 3-4: Entwicklung des Absatzes und Bestands von Heizungs- und Warmwasserwärmepumpen



Quelle: (BMWi und AGEE-Stat 2014; BWP 2015; GZB 2010), eigene Darstellung

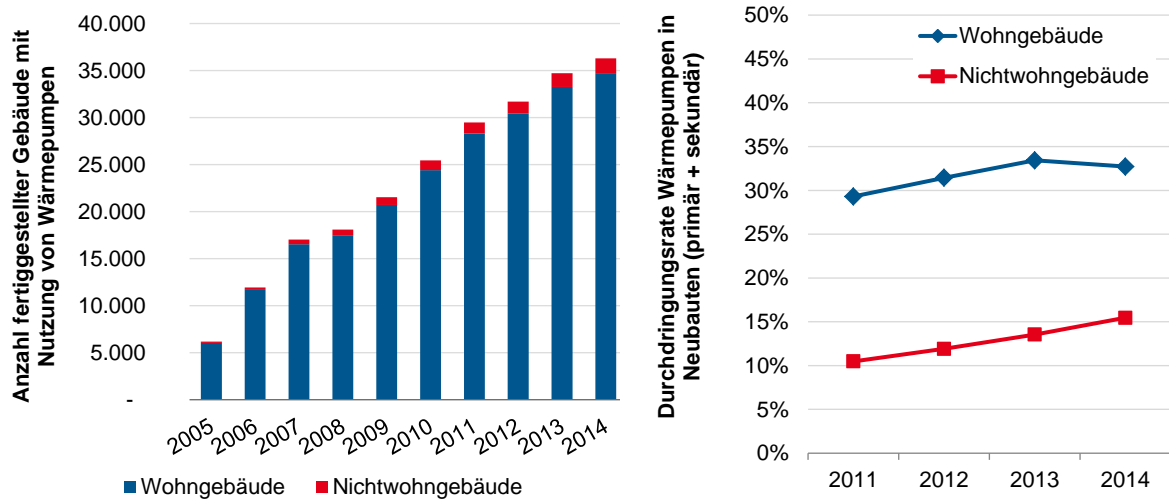
In den vergangenen vier Jahren konnte der Wärmepumpenmarkt kontinuierlich Zuwächse verzeichnen. Gerade Wärmepumpen zur ausschließlichen Brauchwasserbereitung (Warmwasser-Wärmepumpen) erfreuen sich in letzter Zeit hoher Marktzuwächse. Im Bereich der Heizungswärmepumpen ist seit einigen Jahren eine Marktverschiebung zu beobachten. Während bis Ende des vergangenen Jahrzehnts die geothermischen Wärmepumpen (Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen) den Absatz dominierten, verlieren diese seitdem zunehmend Marktanteile an aerothermische (Luft/Wasser-) Wärmepumpen. Letztere sind zwar günstiger in der Anschaffung und auch baulich leichter in Bestandsgebäuden nachzurüsten, dafür aber i.d.R. auch ineffizienter als geothermische Wärmepumpen.

Wärmepumpen werden seit 2008 über das MAP gefördert⁴. Mit einem Marktanteil von etwa 50 % (Fichtner u. a. 2010) hatte das MAP insbesondere in den Jahren 2008 und 2009 eine starke Anreizwirkung. Allerdings ist der Anteil seitdem zurückgegangen, u.a. aufgrund der Tatsache, dass Wärmepumpen oftmals in dem zwischen 2010 und 2015 nicht förderfähigen Neubausegment zum Einsatz kommen.

Abbildung 3-5 zeigt auf Basis der Baufertigstellungsstatistik die Entwicklung der Nutzung von Wärmepumpen als primäre Heizenergie in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden. Zwar wird nicht notwendigerweise pro fertiggestelltem Gebäude mit Nutzung von Geothermie oder Umweltwärme genau eine Wärmepumpe installiert, jedoch kann in guter Näherung festgestellt werden, dass von den in 2014 insgesamt knapp 60.000 verkauften Heizungswärmepumpen gut jede Zweite in Neubauten eingebaut wurde. Die Bedeutung der Wärmepumpen im Neubau nimmt dabei kontinuierlich zu. In den im Jahr 2014 fertiggestellten Wohngebäuden war bereits jeder dritte primäre Raumwärmeerzeuger eine Wärmepumpe. In den im selben Jahr fertiggestellten und beheizten Nichtwohngebäuden belief sich deren Anteil auf 15 %. Sofern Wärmepumpen in Neubauten zum Einsatz kommen, erfolgt dies fast immer (in 97 % der Fälle) als primärer, und nur in seltenen (3 %) Fällen als sekundärer Wärmeerzeuger (StBA 2015c).

⁴ Bereits 1999 sahen die MAP-Richtlinien eine Förderung von Wärmepumpen vor; allerdings nur sofern der von ihnen benötigte Strom vollständig aus erneuerbaren Energien bereitgestellt wurde. Mangels Nachfrage wurde diese Fördermöglichkeit bereits in der nachfolgenden Richtlinie wieder gestrichen.

Abbildung 3-5: Nutzung von Wärmepumpen als primärer Wärme-erzeuger in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden



Quelle: (StBA 2015c), eigene Darstellung

3.4 Biomasse

3.4.1 Technische Entwicklung

Holzfeuerstätten und Holzheiz(kraft)werke

Heizkessel, die mit festen Bioenergieträgern betrieben werden, weisen inzwischen eine hohe technologische Reife und zuverlässige Betriebsweise auf. Dies zeigt sich unter anderem an hohen erzielbaren Wirkungsgraden, die durchweg bei über 90 % liegen. Inzwischen bieten einige Hersteller auch Kessel mit Brennwerttechnologie an, wodurch die Wirkungsgrade nochmals gesteigert werden konnten. Allerdings konnte sich diese Technologie am Markt bislang noch nicht in der Breite durchsetzen. Die überwiegende Mehrheit der bisher installierten Holzbrennwertkessel stellen Pelletkessel dar.

In Bezug auf die Schadstoffemissionen konnten die Anlagenhersteller in den letzten Jahren ebenfalls Verbesserungen erzielen. Durch die am 1. Januar 2015 in Kraft getretene Novellierung der 1. BImSchV haben sich die Anforderungen an die Schadstoffemissionen von Biomasse-Kleinanlagen nochmals erhöht und können teilweise nur mit Hilfe sekundären Technologien zur Emissionsminderung erreicht werden. Im Zusammenhang mit dieser Verschärfung ist davon auszugehen, dass sich die Kosten für Filtertechnik und Abscheider durch Serienfertigung mittelfristig reduzieren werden. Ebenfalls ist zu erwarten, dass Anlagenhersteller zunehmend Kessel mit integrierten Abscheidern anbieten (FNR 2015a).

Gemäß den Analysen der MAP-Evaluierung für das Förderjahr 2012 haben sich die Investitionskosten kleiner Biomasseanlagen in den vergangenen Jahren unterschiedlich entwickelt. Während

bei Pelletkesseln deutliche Kostensenkungen verzeichnet werden können, ist diese Entwicklung für Scheitholz-, Holzhackschnitzelkessel und Pelletöfen nicht zu erkennen.

Biogas und Biomethan

In Biogas und Biomethan-Anlagen wird unter Ausschluss von Sauerstoff aus organischer Masse, z.B. Gülle, nachwachsende Rohstoffe, ein methanhaltiges, brennbares Gasgemisch („Biogas“) gebildet. Wird das so entstandene Gas in technischen Prozessen weiter aufbereitet und an die Qualität von Erdgas angepasst, wird von Biomethan gesprochen. Die begriffliche Abgrenzung von Biogas und Biomethan erfolgt nicht immer einheitlich, teilweise werden unter dem Begriff Biogas auch beide Qualitäten zusammengefasst. Abhängig von ihren unterschiedlichen Eigenschaften können Biogas und Biomethan jedoch auf unterschiedliche Weise zur Energieerzeugung eingesetzt werden (FNR 2013a).

Die Entwicklung der Biogasnutzung wurde in der Vergangenheit in erster Linie durch das EEG dominiert. Die energetische Nutzung von Biogas erfolgt in Deutschland vorwiegend dezentral in Blockheizkraftwerken (BHKW) mit dem Fokus der Stromerzeugung. Jedoch sind auch die Anreize, die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme auszukoppeln und extern zu nutzen, in den vergangenen Jahren gestiegen.

Pflanzenöl

Pflanzenöl wird zur Wärmeerzeugung vor allem in BHKW eingesetzt, die vorrangig im Rahmen des EEG zur Stromerzeugung im errichtet wurden. Eine EEG-Förderung für Strom aus Pflanzenöl existiert seit 2012 nicht mehr. In diesem Zusammenhang hat auch der Zubau solcher Anlagen stark abgenommen, wesentliche technische Weiterentwicklungen sind nicht erkennbar.

Neben der Nutzung von Pflanzenölen in BHKW ist auch die Beimischung von Bio-Heizöl in konventionelles Heizöl denkbar. Einige Anbieter bieten entsprechende Tarife mit Bioheizöl-Beimischungen von 5 % bis 15 % an, die in herkömmlichen Öl-Heizkesseln eingesetzt werden können (DBFZ 2013).

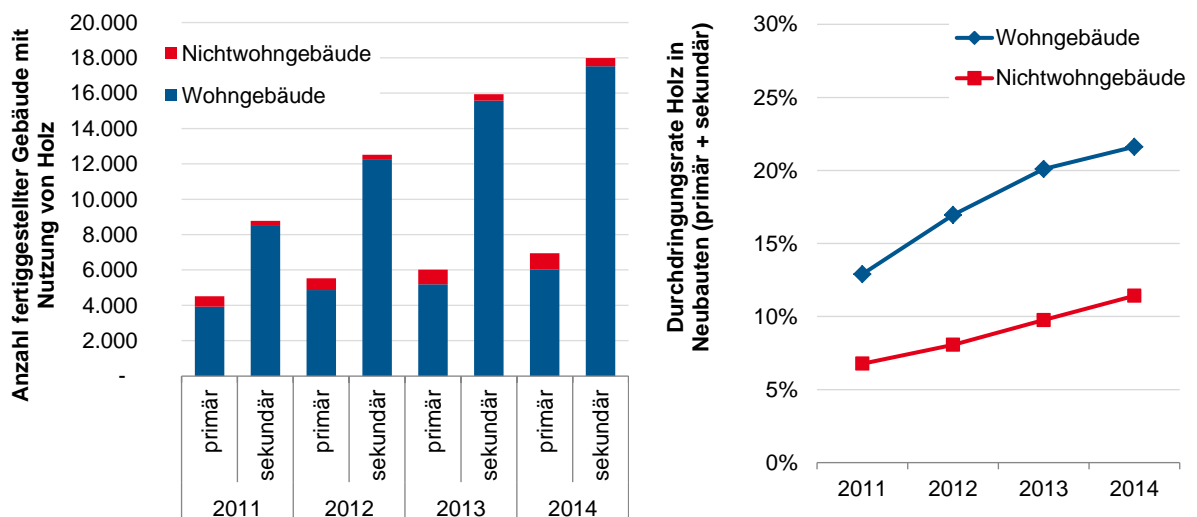
3.4.2 Marktentwicklung

Die Datengrundlage ist bei Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis fester Biomasse wie bei keinem anderen Energieträger mit besonders großen Unsicherheiten verbunden. Dies begründet sich dadurch, dass es sich zunächst bei Holz um einen Brennstoff handelt, der zum einen nicht leitungsgebunden ist und zum anderen oftmals aus eigenen Beständen, z.B. aus Gärten oder Waldstücken, bezogen wird. Eine statistische Erfassung der genutzten Holzmengen gestaltet sich daher sehr schwierig.

Schätzungen gehen davon aus, dass in Deutschland im Jahr 2005 etwa 14 Mio. Festbrennstoff-Kleinfeuerungsanlagen (Summe aus Zentralkessel und Einzelraumfeuerstätten) installiert waren (Struschka u. a. 2008). Den Gesamtbestand an installierten Holz-Zentralheizungen schätzte der Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH) im Jahr 2014 auf 900.000 Stück (BDH 2015a). Eine relativ solide statistische Basis ist hingegen bei den Pelletheizungen vorhanden, deren Bedeutung in den vergangenen Jahren stark zugenommen hat. Im Jahr 2014 belief sich der Bestand an Pelletfeuerungen in Deutschland auf 358.000 Stück, darunter etwa 240.000 Kessel (DEPI 2015).

Eine Abschätzung des Zubaus an Biomassekesseln anhand der Förderstatistik des MAP zeigt ähnlich wie bei Solarkollektoren und Wärmepumpen auch für die kleinen, BAFA-geförderten Biomassekessel einen Absatzrückgang im Jahre 2010. In den Folgejahren verzeichnete der Absatz geförderter Anlagen zunächst wieder hohe Zuwächse. Die verhaltenen Situation im Heizungsmarkt allgemein im Jahr 2014 hatte aber auch Auswirkungen auf den Bereich der Biomassekessel. Belastbare Daten zur Nutzung von Holz in Neubauten sind erst ab dem Jahr 2011 vorhanden. Zuvor war in den Baufertigstellungsstatistiken Holz als Heizenergie unter dem Posten „Sonstige [Heizenergie]“ subsumiert; zudem enthielt die Statistik vor 2011 keine Differenzierung nach primärer und sekundärer Heizenergie. Abbildung 3-6 zeigt die Ergebnisse der Baufertigstellungsstatistik.

Abbildung 3-6: Nutzung von Holz als Heizenergie in fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäuden



Quelle: (StBA 2015c), eigene Darstellung

Es zeigt sich, dass Holz häufiger in ergänzenden (sekundären) Heizsystemen wie z.B. Kaminöfen verwendet wird als in (primären)

Hauptheizsystemen. Insgesamt nimmt die Bedeutung der Holznutzung in Neubauten stark zu⁵. Im Jahr 2014 wurde bereits in 22 % aller fertiggestellten Wohngebäude Holz als vorwiegend verwendete primäre oder sekundäre Heizenergie eingesetzt. In fertiggestellten, beheizten Nichtwohngebäuden fand im Jahr 2014 in 11 % der Fälle Holz zu Heizzwecken Verwendung.

3.5 Erneuerbare Kälte

Zur Erzeugung von Klimakälte und Prozesskälte stehen zahlreiche Anlagenkonzepte zur Verfügung. Einen Überblick liefern der Vorbereitungsbericht für den ersten Erfahrungsbericht zum EEWärmeG sowie eine aktuelle Studie des UBA zur nachhaltigen Kälteerzeugung (Ecofys u. a. 2013; UBA 2014b). Der überwiegende Anteil dieser Konzepte nutzt Strom zur Kälteerzeugung, am weitesten verbreitet sind Kompressionskälteanlagen. Die einfachste Möglichkeit, erneuerbare Energien zur Kälteerzeugung zu nutzen, stellt daher die Stromerzeugung durch erneuerbare Energien dar. Insbesondere Systeme auf Basis von Photovoltaik haben aufgrund der stark gesunkenen Systemkosten in den letzten Jahren an Attraktivität gewonnen.

Aufgrund der zusätzlichen technischen Anforderungen an thermische Kälteerzeugungsverfahren, deren spezifisch geringerer Kälteleistung sowie eventuellen Mehrkosten durch die Einbindung von erneuerbaren Energien ist künftig nicht von einem deutlichen Ausbau der Nutzung erneuerbarer Kälteerzeugung in thermischen Kälteanlagen auszugehen.

⁵ Es ist jedoch aufgrund der o.g. Änderung der Erhebungsmethodik ab 2011 möglich, dass die Durchdringungsrate von Holz in Neubauten wie in Abbildung 3-6 dargestellt in den Anfangsjahren unterschätzt worden ist.

4 Einsatz von erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung in Neubauten und Erfüllung der Nutzungspflicht des EEWärmeG

Das EEWärmeG schreibt die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung von Gebäuden vor (§ 5 EEWärmeG). Alternativ können Ersatzmaßnahmen, wie eine verbesserte Wärmedämmung oder auch die Kombination mehrerer Maßnahmen umgesetzt werden (§ 7 EEWärmeG). Darüber hinaus wird in § 4 geregelt, welche Gebäude der Nutzungspflicht unterliegen und welche nicht. § 9 regelt Ausnahmetatbestände wie unbillige Härten, Denkmalschutz und ähnliches. Die Meldungen zur Umsetzung der Nutzungspflicht nach EEWärmeG werden vom statistischen Bundesamt erfasst und nachfolgend für die Baugenehmigungen des Jahres 2014 ausgewertet⁶.

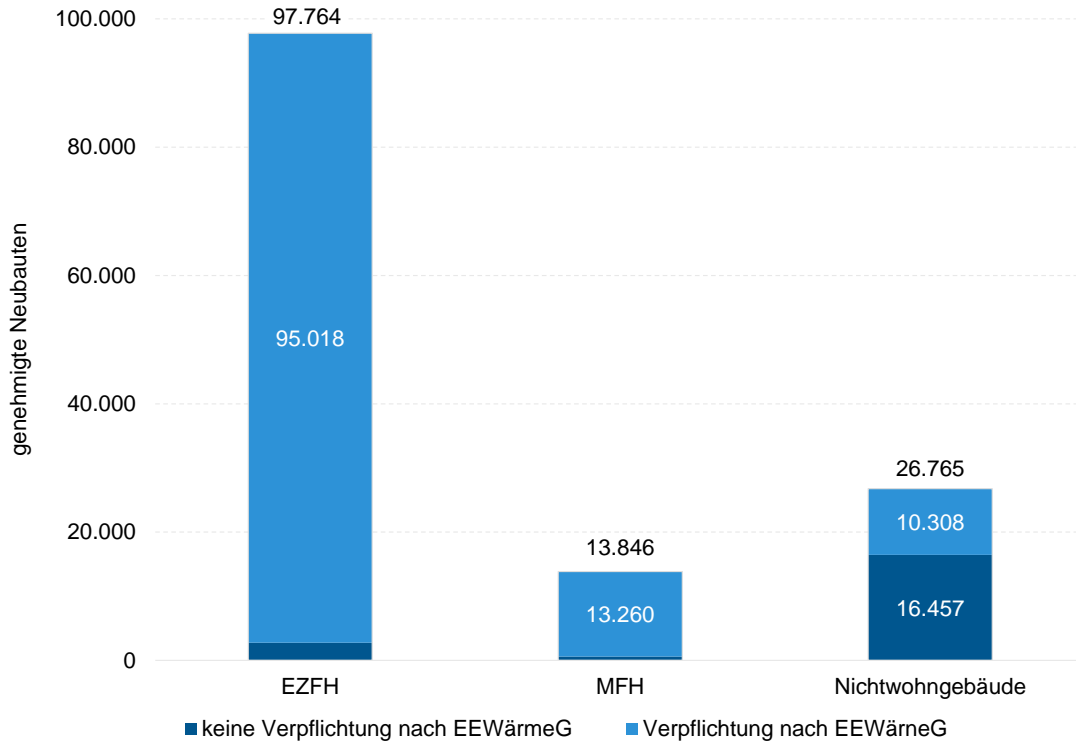
Insgesamt wurden 138.375 Wohn- und Nichtwohngebäuden genehmigt (Abbildung 4-1) sowie 168.263 Erfüllungsoptionen (§ 5, § 6 und § 7) und 19.789 Ausnahmeregelungen (§ 4 und § 9) gemeldet. Die Ausnahmeregelungen werden überwiegend im Bereich der Nichtwohngebäude gemeldet. Der Anteil der unter Ausnahmeregelungen fallenden Nichtwohngebäude beträgt etwas über 60 %.

Die Zahl der gemeldeten Erfüllungsoptionen ist deutlich höher als die Zahl der genehmigten Neubauten. Dies bedeutet, dass von der Möglichkeit der Kombination von Maßnahmen im größeren Umfang Gebrauch gemacht wurde. Der Datensatz gibt jedoch keine genaueren Informationen zur Kombination von Maßnahmen. Unter der Annahme, dass maximal zwei Maßnahmen zur Erfüllung des EEWärmeG umgesetzt werden, wurden für etwa 40 % der Neubauten mehr als eine Maßnahme gemeldet. Abbildung 4-2 und Tabelle 4-1 geben einen Überblick über die gemeldeten Erfüllungsoptionen in neu genehmigten Wohn- und Nichtwohngebäuden im Jahr 2014.

93.564 der genehmigten Neubauten (68 %) erfüllten 2013 das EEWärmeG über den Einsatz erneuerbarer Energien. In 73.147 (53 %) der genehmigten Neubauten wurden Ersatzmaßnahmen nach § 7 gemeldet. Bei den Ersatzmaßnahmen dominieren die Übererfüllung der EnEV mit 34.149 (25 %) und Wärmerückgewinnungsanlagen mit 25.536 (18 %) Meldungen, für 10.136 (7 %) Gebäude wurde der Bezug von Fernwärme zur Erfüllung des EEWärmeG gemeldet und in 3.326 (2 %) Gebäuden sollten Objekt-KWK-Anlagen eingesetzt werden.

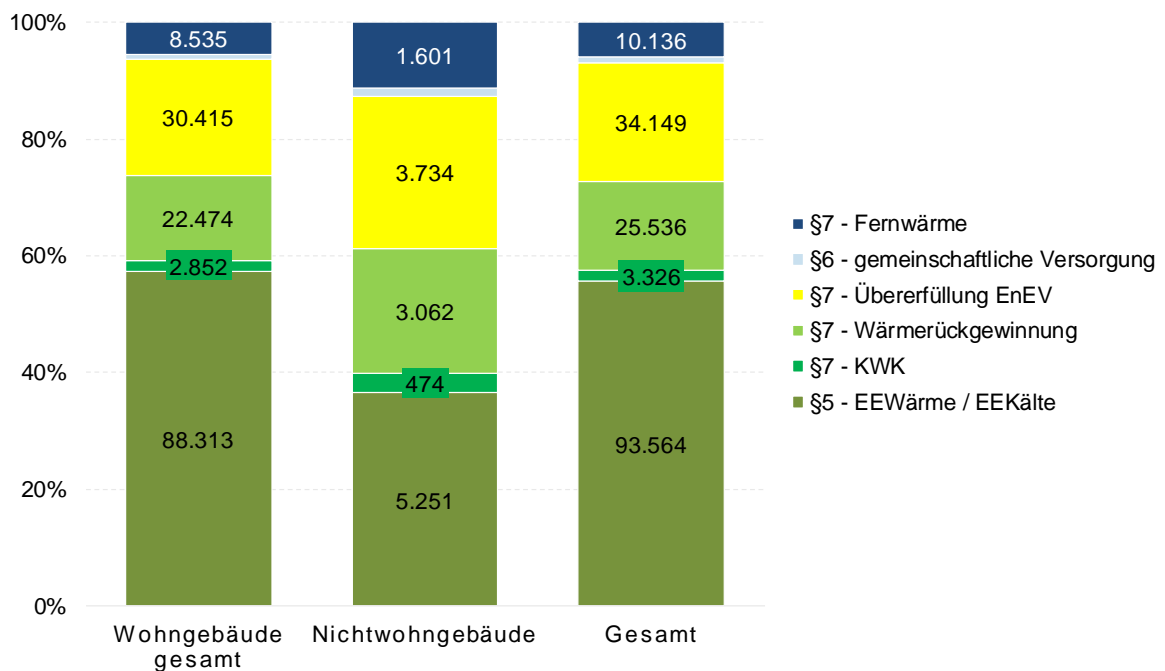
⁶ Die Bautätigkeitsstatistiken erstrecken sich auf genehmigungs- oder zustimmungsbedürftige sowie kenntnisgabe- oder anzeigepflichtige oder einem Genehmigungsverfahren unterliegende Baumaßnahmen (Quelle: StBA).

Abbildung 4-1: Anzahl der im Jahr 2014 genehmigten und nach EEWärmeG verpflichteten Neubauten



Quelle: (StBA 2015d)

Abbildung 4-2: Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014



Quelle: (StBA 2015d)

Tabelle 4-1: Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014

| | Wohngebäude | Nichtwohngebäude | Gesamt |
|---|-------------|------------------|---------|
| Anzahl Baugenehmigungen | 111.610 | 26.765 | 138.375 |
| Anzahl gemeldeter Erfüllungsoptionen | 157.257 | 30.795 | 188.052 |
| § 4 - Ausnahmeregelung | 3.068 | 14.457 | 17.525 |
| § 5 - EE-Wärme | 87.724 | 5.131 | 92.855 |
| § 5 - EE-Kälte | 589 | 120 | 709 |
| § 6 - gemeinschaftliche Wärmeversorgung | 1.336 | 216 | 1.552 |
| § 7 – KWK | 2.852 | 474 | 3.326 |
| § 7 - Wärmerückgewinnung | 22.474 | 3.062 | 25.536 |
| § 7 - Übereerfüllung EnEV | 30.415 | 3.734 | 34.149 |
| § 7 – Fernwärme | 8.535 | 1.601 | 10.136 |
| § 9 - Ausnahme oder Befreiung | 264 | 2.000 | 2.264 |

Quelle: (StBA 2015d)

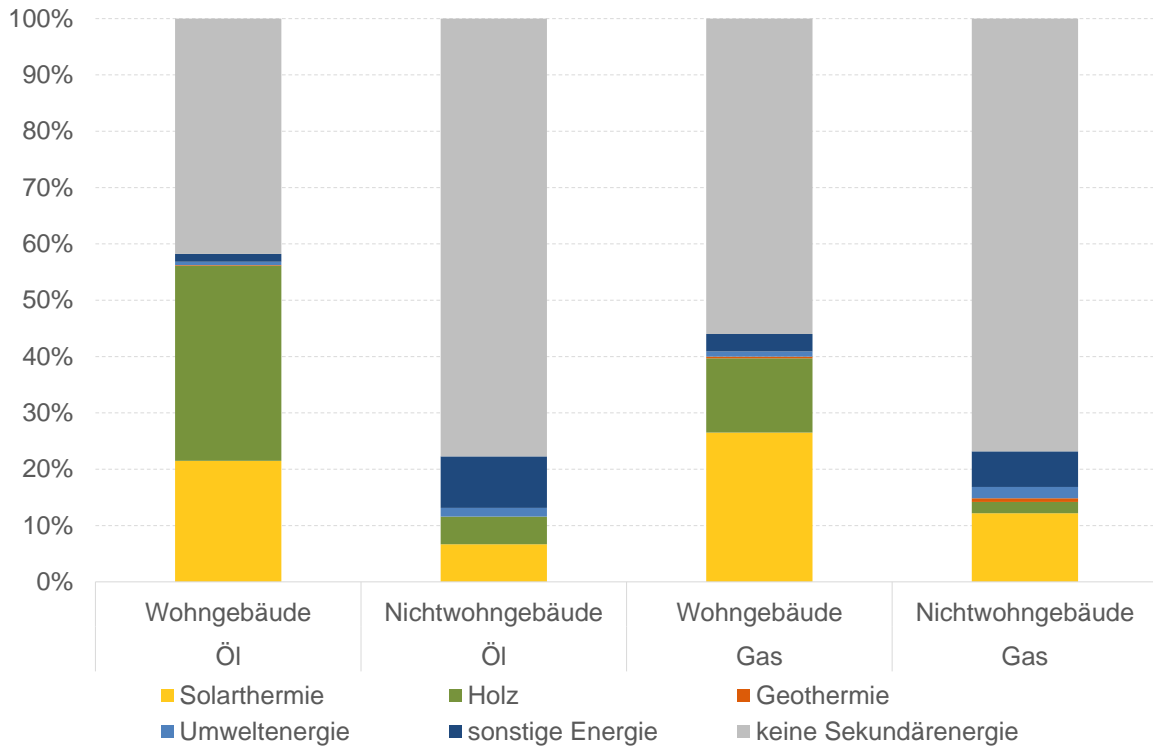
Um die Nutzungspflicht des EEWärmeG zu erfüllen, müssen Öl- und Gaskessel in Neubauten mit erneuerbaren Energien kombiniert werden. Alternativ können Ersatzmaßnahmen ergriffen werden. Abbildung 4-3 stellt dar, welche Kombinationen bezogen auf die Anzahl der laut Bauantragsstatistik 2014 geplanten Gebäude wie häufig vorgesehen wurden. Deutlich wird, dass bei der überwiegenden Anzahl der beantragten Neubauten keine Kombinationen mit anderen Energieträgern angestrebt werden. Insbesondere bei Nichtwohngebäuden ist eine Ergänzung des primären Wärmeerzeugers durch erneuerbare Energien noch selten.

Werden sekundäre Heizenergien eingeplant, sind Kombinationen mit Solarthermie oder Holz am häufigsten anzutreffen. Geothermie spielt als sekundäre Heizenergie eine untergeordnete Rolle.

Bei Wohngebäuden, die Öl als primäre Heizenergie einplanten, wurde am häufigsten eine Kombination mit Holz vorgesehen (ca. 35 % der beantragten Wohngebäude). Hierbei dürfte es sich in den meisten Fällen um den Einsatz eines Kaminofens handeln. Es ist darauf hinzuweisen, dass auf diese Weise die primäre Nutzungspflicht des EEWärmeG in der Regel nicht zu erfüllen ist, sondern zusätzlich Ersatzmaßnahmen zu ergreifen sind.

Im Gegensatz dazu werden Gaskessel in Wohngebäuden häufiger mit Solarthermie als mit Holz kombiniert. Diese Kombination ist, vorausgesetzt die Pflichtanteile werden erreicht, zur Erfüllung der Nutzungspflicht des EEWärmeG zugelassen. Jedoch kann auch in diesen Gebäuden eine Kombination von erneuerbaren Energien und Ersatzmaßnahmen erfolgen.

Abbildung 4-3: In Kombination mit Öl- und Gaskesseln verwendete sekundäre Heizenergie auf Basis der Bauantragsstatistik 2014

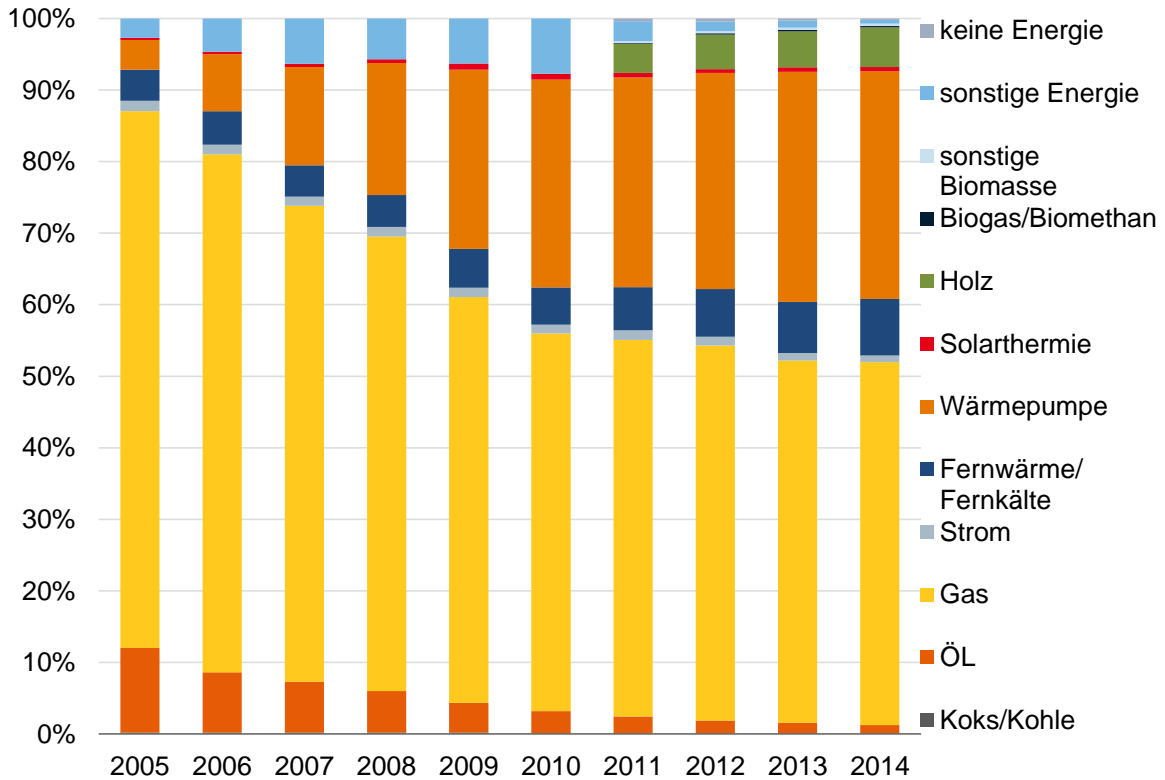


Quelle: (StBA 2015e)

4.1 Wohngebäude

Abbildung 4-4 stellt die Entwicklung der vorwiegend verwendeten primären Heizenergien in fertiggestellten Wohngebäuden dar. Es zeigt sich, dass Wärmeerzeuger auf Basis konventioneller Energien (insbesondere Öl und Gas) im zunehmenden Maße von Wärmeerzeugern auf Basis erneuerbarer Energien verdrängt werden, seit 2011 jedoch mit einer geringeren Dynamik. Während der Anteil der erneuerbaren und sonstigen Heizenergien im Jahr 2005 nur 7 % betrug, stieg dieser im Jahr 2014 auf 39 % an. Insbesondere die Wärmepumpe hat in Neubauten an Bedeutung gewonnen; im Jahr 2014 wurde in nahezu jedem dritten Neubau eine solche Anlage eingebaut. Auch die Fernwärme gewinnt zunehmend Marktanteile im Neubau. Ihr Anteil lag im Jahr 2013 bei knapp 8 %. Mit einem Anteil von ca. 50 % ist Gas jedoch nach wie vor der vorherrschende Heizenergieträger in Neubauten.

Abbildung 4-4: Entwicklung der Beheizungsstruktur in fertiggestellten Wohngebäuden



Quelle: (StBA 2015c)

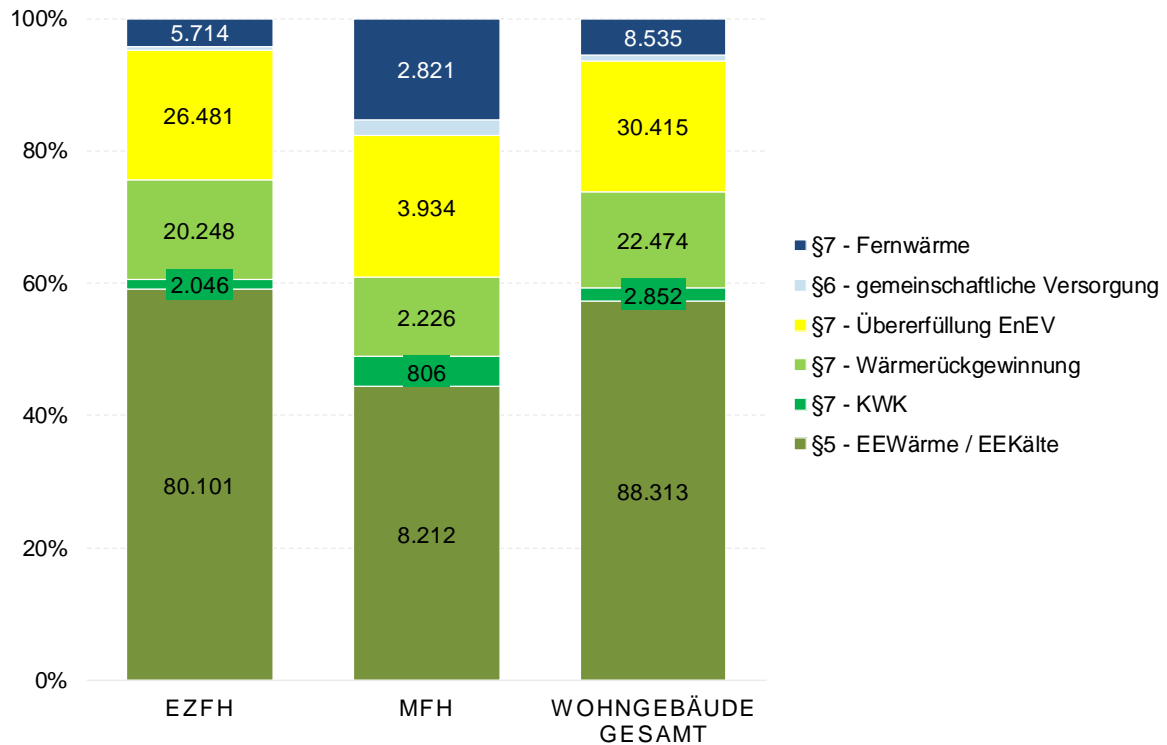
Hinsichtlich der Umsetzung des EEWärmeG unterscheiden sich Ein- und Zweifamilienhäuser deutlich von Mehrfamilienhäusern (Tabelle 4-2 und Abbildung 4-5).

Tabelle 4-2: Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Wohn-Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014

| | EZFH | MFH | Wohngebäude |
|---|---------|--------|-------------|
| Anzahl Baugenehmigungen | 97.764 | 13.846 | 111.610 |
| Anzahl gemeldeter Erfüllungsoptionen | 138.218 | 19.039 | 157.257 |
| § 4 - Ausnahmeregelung | 2.512 | 556 | 3.068 |
| § 5 - EE-Wärme | 79.574 | 8.150 | 87.724 |
| § 5 - EE-Kälte | 527 | 62 | 589 |
| § 6 - gemeinschaftliche Wärmeversorgung | 882 | 454 | 1.336 |
| § 7 - KWK | 2.046 | 806 | 2.852 |
| § 7 - Wärmerückgewinnung | 20.248 | 2.226 | 22.474 |
| § 7 - Übererfüllung EnEV | 26.481 | 3.934 | 30.415 |
| § 7 - Fernwärme | 5.714 | 2.821 | 8.535 |
| § 9 - Ausnahme oder Befreiung | 234 | 30 | 264 |

Quelle:(StBA 2015d)

Abbildung 4-5: Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in Wohnungs-Neubauten mit Baugenehmigung im Jahr 2014



Quelle: (StBA 2015d)

Während in 81 % der Ein- und Zweifamilienhäuser Wärme aus erneuerbaren Energien eingesetzt wird, trifft dies nur auf 59 % der Mehrfamilienhäuser zu. Bezogen auf den Einsatz CO₂-armer Wärme⁷ liegen beide Gebäudetypen wieder etwa gleich auf. In 89 % der Ein- und Zweifamilienhäuser und in 85 % der Mehrfamilienhäuser werden erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung oder Fernwärme zur Wärmebereitstellung eingesetzt. In Mehrfamilienhäusern sind Fernwärme (20 %) und KWK (6 %) deutlich häufiger vertreten als in Ein- und Zweifamilienhäusern (Fernwärme 6 % und KWK 2 %).

Hinsichtlich der Erfüllung durch den Einsatz von Wärmerückgewinnungsanlagen oder die Übererfüllung der Anforderungen der EnEV an die Wärmedämmung unterscheiden sich Ein- und Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser hingegen nur wenig. In etwa jedem 5. Gebäude soll eine Wärmerückgewinnungsanlage eingesetzt werden und in jedem 4. Gebäude sollen die Anforderungen der EnEV an die Wärmedämmung übertroffen werden.

⁷ Unter CO₂-armer Wärme werden hier alle Technologien zusammengefasst, bei denen die Nutzwärme einen (deutlich) geringeren THG-Faktor hat als Erdgas- bzw. Heizöl- Brennkessel. Neben den „klassischen“ EE-Wärmetechnologien werden hierzu auch KWK und Fernwärme (soweit sie die Kriterien des EEWärmeG erfüllen) gezählt.

Mit etwa 3 % der Wohngebäude fällt nur ein geringer Anteil unter die § 4 (Ausnahmeregelungen) und § 9 (Ausnahmeregelungen und Befreiungen). Damit ergibt sich – zumindest in der Statistik der Baugenehmigungen – eine sehr hohe Erfüllungsrate für das EE-WärmeG bei Wohngebäuden.

4.2 Nichtwohngebäude

Bei den Nichtwohngebäuden fällt zunächst auf, dass 61 % der Baugenehmigungen in die § 4 und § 9 (Ausnahmeregelungen und Befreiung) und damit nicht unter die Verpflichtungen nach EEWärmeG fallen. Mit knapp 90 % unterfällt der Großteil dieser Gebäude dem § 4, es handelt sich also um Gebäude, die explizit aus der Nutzungspflicht ausgenommen sind, wie z. B. landwirtschaftliche Betriebsgebäude (Ställe, Maschinenhallen u.ä.); für gut 10 % liegt eine Ausnahmeregelung vor, z.B. technischen Restriktionen, wirtschaftliche Härten oder Überschuldung von Kommunen. Eine genaue Aufschlüsselung der Ausnahmeregelungen liegt nicht vor.

Von den 26.765 Baugenehmigungen des Jahres 2014 fallen 10.308 Gebäude unter die Nutzungspflicht nach EEWärmeG. In gut der Hälfte dieser Nichtwohngebäude sollen erneuerbare Energien eingesetzt werden. Der Anteil der Nichtwohngebäude mit CO₂-armer Wärmeversorgung (erneuerbare Wärme (51%), KWK (5 %), Fernwärme (16%)) beträgt 71 %. Im Vergleich zu den Wohngebäuden werden in Nichtwohngebäuden häufiger Ersatzmaßnahmen gemeldet. Die Verteilung der Ersatzmaßnahmen ist ähnlich strukturiert wie bei den Mehrfamilienhäusern. Die Übererfüllung der EnEV wird am häufigsten gewählt, gefolgt von Wärmerückgewinnungsanlagen, Fernwärme und KWK (Abbildung 4-2 und Tabelle 4-1).

Eine tiefergehende Analyse der Baugenehmigungen (Tabelle 4-3) zeigt, bei welchen Gebäudetypen besonders häufig § 4 oder § 9 angewendet wird. Mit 5.979 bzw. 94 % bilden die landwirtschaftlichen Betriebsgebäude den Gebäudetyp mit der höchsten Quote an Gebäuden für die häufig § 4 oder § 9 zur Anwendung kommt. Für nichtlandwirtschaftliche Betriebsgebäude dürfte ähnliches gelten, da sie häufig nicht unter die Nutzungspflichten gemäß EEWärmeG fallen. In dieser Gruppe wird für 9.420 bzw. 61 % der genehmigten Gebäude § 4 oder § 9 angewendet.

In immerhin 86 % bzw. 80 % aller Anstaltsgebäude und Büro- und Verwaltungsgebäude (zusammen: 81 %) ist der Einsatz CO₂-armer Wärme (EE-Wärme (56%), KWK (5%), Fernwärme (20%)) geplant. Dieser Wert liegt leicht unter dem von Mehrfamilienhäusern (85 %). Der Anteil von KWK und Fernwärme ist mit zusammen 25% bei Anstaltsgebäuden sowie Büro- und Verwaltungsgebäuden ähnlich hoch wie bei MFH (26%). Für 14 % dieser Gebäude werden die § 4 oder § 9 angewendet. Ob dieser Wert als hoch einzuschätzen ist, bedürfte einer deutlich tieferen Analyse

von statistischen Daten und Erhebungen bei den Bauherren und den zuständigen Baubehörden.

Tabelle 4-3: Gemeldete Erfüllungsoptionen für das EEWärmeG in verpflichteten Nichtwohngebäuden mit Baugenehmigung im Jahr 2014 differenziert nach Gebäudetypen

| | § 5 EEWärme | | CO ₂ -arme Wärme | | § 7 Ersatzmaßnahmen | | § 4 und § 9 Ausnahme oder Befreiung | |
|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------|--------|---------------------|--------|-------------------------------------|---------------------|
| | Anzahl | Anteil ⁸ | Anzahl | Anteil | Anzahl | Anteil | Anzahl | Anteil ⁹ |
| Nichtwohngebäude | 5.251 | 51% | 7.326 | 71% | 8.871 | 86% | 16.457 | 61% |
| davon: | | | | | | | | |
| Anstaltsgebäude | 216 | 53% | 347 | 86% | 361 | 89% | 77 | 16% |
| Büro- und Verwaltungsgebäude | 923 | 57% | 1.289 | 80% | 1.427 | 89% | 206 | 11% |
| Landwirtschaftl. Betriebsgebäude | 284 | 71% | 317 | 80% | 201 | 51% | 5.979 | 94% |
| Sonstige Nichtwohngebäude | 819 | 46% | 1.410 | 79% | 1.817 | 101% | 775 | 30% |
| Nichtlandwirt. Betriebsgebäude | 3.009 | 49% | 3.963 | 65% | 5.065 | 83% | 9.420 | 61% |
| darunter: | | | | | | | | |
| Fabrik- und Werkstattgebäude | 1.155 | 51% | 1.527 | 67% | 1.779 | 78% | 1.341 | 37% |
| Handels- und Lagergebäude | 1.409 | 51% | 1.768 | 64% | 2.264 | 82% | 4.659 | 63% |
| Hotels und Gaststätten | 181 | 48% | 314 | 83% | 393 | 104% | 66 | 15% |

Quelle: (StBA 2015d)

⁸ Anteil an der jeweiligen verpflichteten Gruppe; Lesebeispiel: in 932 der genehmigten Büro- und Verwaltungsgebäuden soll EEWärme gemäß § 5 eingesetzt werden. Dies entspricht 56 % aller genehmigten und nach EEWärmeG verpflichteten Büro- und Verwaltungsgebäude. Da Mehrfachnennungen möglich sind (Maßnahmenkombination) sind Werte von über 100 % möglich.

⁹ Anteil an der Gesamtheit der Baugenehmigungen der jeweiligen Gruppe.

5 Analyse des Vollzugs des EEWärmeG

Dieses Kapitel beleuchtet den Vollzug des EEWärmeG. Zunächst werden die im Gesetz stehenden Anforderungen an den Vollzug eingeführt. Danach wird über die bisherigen Erfahrungen mit dem Vollzug des Gesetzes in den Ländern berichtet, bevor eine Auswertung des Vollzugsstandes und der Konzepte erfolgt.

Grundsätzlich muss man festhalten, dass seit dem letzten Erfahrungsbericht zum EEWärmeG nur in wenigen Ländern Weiterentwicklungen und Neuerungen hinsichtlich des Vollzugs zu verzeichnen sind. Die Bandbreite des Vollzugsstandes in den verschiedenen Ländern ist dabei sehr groß. So gibt es Länder, in denen bislang nur geklärt ist, welches Ressort auf Länderministeriebene für den Vollzug zuständig ist; weitergehende Regelungen stehen jedoch bislang aus. Auf der anderen Seite stehen Länder, in denen der Vollzug von den Zuständigkeiten über die Bereitstellung von Nachweisformularen bis hin zu den Stichprobenkontrollen geregelt ist und auch praktisch umgesetzt wird.

5.1 Anforderungen des EEWärmeG an den Gesetzesvollzug

Der Gesetzesvollzug des EEWärmeG ist gemäß Art. 83 GG Ländersache. Die Regelung des Verwaltungsverfahrens im Einzelnen ist laut Art. 84 Abs. 1 Satz 1 GG Aufgabe der Länder. Im EEWärmeG werden einzelne Verwaltungsverfahren zwar im Bundesgesetz bestimmt, den Ländern ist es nach Art. 84 Abs. 1 Satz 2 GG allerdings erlaubt „davon abweichende Regelungen“ zu treffen. Dies betrifft die Verwaltungsverfahren zur Nachweiserbringung (§ 10 EEWärmeG), zur Stichprobenkontrolle (§ 11 EEWärmeG) und über Ausnahmeentscheidungen (§ 9 EEWärmeG).

Abweichende Regelungen der Länder bedürfen hierbei einer gesetzlichen Grundlage. Eine Rechtsverordnung oder nur eine interne Verwaltungsvorschrift sind nicht zulässig – es muss ein Landesgesetz hierzu erlassen werden (siehe auch Ecofys et al., 2013). Sollte auf Landesebene lediglich das Verwaltungsverfahren geregelt werden, welches von bundesrechtlichen Bestimmungen offen gelassen wird, so stellt dies keine Abweichung nach Art. 84 Abs. 1 Satz 2 GG dar (Ecofys u. a. 2013).

Nachweiserbringung

Die Nachweiserbringung wird in § 10 EEWärmeG in Verbindung mit den Anlagen des Gesetzes geregelt. Für die unterschiedlichen Erfüllungsoptionen des EEWärmeG gibt es teilweise verschiedene Nachweiserbringungsmöglichkeiten. Größtenteils wird die Bescheinigung der Pflichterfüllung durch einen Sachkundigen als Nachweiserbringung akzeptiert. Abweichend davon wird bei solarer Strahlungsenergie das Zertifikat „Solar Keymark“ gefordert. Bei der

Nutzung von Biomasse muss der Gebäudeeigentümer als Nachweis der Erfüllung die Abrechnungen des Brennstofflieferanten für durch § 10 Abs. 2 definierte Zeiträume aufbewahren; weitere Anforderungen sind wahlweise durch einen Sachkundigen, den Anlagenhersteller oder den Fachbetrieb, der die Anlage eingebaut hat, zu bescheinigen. Bei Geothermie und Umweltwärme sowie der Nutzung von Abwärme durch Wärmepumpen muss über die Bescheinigung des Sachkundigen hinaus das Umweltzeichen „Eu-roblume“, das Umweltzeichen „Blauer Engel“, das Prüfzeichen „European Quality Label for Heat Pumps“ oder ein gleichwertiger Nachweis erbracht werden. Bei raumluftechnischen Anlagen mit Wärmerückgewinnung kann der Erfüllungsnachweis wahlweise durch die Bescheinigung eines Sachkundigen, des Anlagenherstellers oder des Fachbetriebs, der die Anlage eingebaut hat, erbracht werden. Dies gilt gleichermaßen für vom Verpflichteten selbst betriebene KWK Anlagen. Nicht vom Verpflichteten betriebene KWK Anlagen benötigen die Bescheinigung des Anlagenbetreibers. Bei Maßnahmen zur Einsparung von Energie erbringt der Energieausweis den Erfüllungsnachweis. Für Fernwärme oder Fernkälte ist die Bescheinigung des Wärme- oder Kältenetzbetreibers nachweiserbringend.

Stichprobenkontrolle

Die Überprüfung der Pflichterfüllung sowie der Richtigkeit der Nachweise obliegt nach § 11 Abs. 1 den jeweils zuständigen Behörden, die diese durch geeignete Stichprobenverfahren zu kontrollieren haben. In der Begründung für das EEWärmeG wird hier eine Stichprobengröße von 1-2 % der betroffenen Gebäude vorgeschlagen.

Ausnahmen

Ausnahmen von der Pflicht nach § 3 Abs. 1 EEWärmeG können einerseits gewährt werden, wenn die Erfüllung oder die Durchführung von Ersatzmaßnahmen anderen öffentlich-rechtlichen Pflichten widerspricht oder im Einzelfall technisch unmöglich sind. Andererseits dürfen die zuständigen Behörden von der Erfüllungspflicht befreien, wenn im Einzelfall der Aufwand zur Pflichterfüllung unangemessen ist, „oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führt“.

Die Pflichterfüllung öffentlicher Gebäude im Bestand, die grundlegend renoviert werden (§ 3 Abs. 2), entfällt, wenn denkmalschutzrechtliche oder andere öffentlich-rechtliche Pflichten dieser widersprechen, oder sie im Einzelfall technisch unmöglich ist. Außerdem entfällt die Erfüllungspflicht im Einzelfall, wenn diese „wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise“ zu einer unbilligen Härte führt. Für öffentliche Gebäude, die im Besitz einer Gemeinde sind, entfällt die Erfüllungspflicht darüber hinaus, wenn die Gemeinde (1) zum Zeitpunkt des Beginns der grundlegenden Renovierung überschuldet ist, oder es zu erwarten ist, dass sie durch Umsetzung der Erfüllung

überschuldet würde, (2) die Umsetzung der Erfüllungspflicht mit Mehrkosten gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 2 EEWärmeG verbunden ist, und (3) die Gemeinde bzw. der Gemeindeverband durch Beschluss feststellt, dass die Pflichterfüllung mit Mehrkosten gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 2 EEWärmeG verbunden ist (§ 9 Abs. 2a EEWärmeG). Schließlich entfällt die Pflichterfüllung für Neubau oder grundlegende Renovierung öffentlicher Gebäude im Ausland, sofern „im Einzelfall überwiegende Gründe am Belegenheitsort“ dieser entgegenstehen (§ 9 Abs. 3).

5.2 Bisherige Erfahrungen mit dem Vollzug

Obwohl das EEWärmeG bereits 2009 in Kraft getreten ist, gibt es nach wie vor Länder, die den Vollzug nicht abschließend geregelt haben (Stand der Bearbeitung: März 2015). Zumindest ist inzwischen in allen Bundesländern geklärt, welches Landesministerium als oberste Behörde zuständig ist und damit die oberste Fachaufsicht innehat. Darüber hinaus gehende Zuständigkeiten sind allerdings in rund einem Drittel der Länder noch nicht geklärt (z.B. in Form eines Durchführungs-, Ausführungs- oder sonstigen Landesgesetzes bzw. -verordnung).

In Ländern mit verabschiedetem Landesgesetz liegt die Vollzugszuständigkeit je nach Verwaltungsaufteilung der Länder bei den Gemeinden, kreisfreien Städten, Landkreisen o. ä., was letztendlich in den meisten Fällen dazu führt, dass die Unteren Bauaufsichtsbehörden für den operativen Vollzug zuständig sind. Personalmangel, eine schlechte finanzielle Ausstattung sowie die nicht in allen Fällen ausreichenden Fachkenntnisse vor Ort sind zum Teil Herausforderungen für einen wirkungsvollen Vollzug.

Ausnahmeanträge sind im Berichtszeitraum in überschaubarem Maße bei den Behörden eingegangen (wo dies den Landesministerien bekannt ist, liegt die Anzahl meist bei nicht mehr als zehn pro Bundesland). Meist werden diese mit dem Hinweis darauf abgelehnt, dass die Erfüllungspflicht des EEWärmeG über eine Ersatzmaßnahme (meist die EnEV Übererfüllung) ohnehin schon erfüllt ist; oft werden sie aus diesem Grund auch seitens des Antragstellers zurückgezogen. In wenigen Fällen wurden Ausnahmeanträge bewilligt, zum Teil waren diese zeitlich befristet. Oftmals wird den Planern und Bauherren nahegelegt, den Entwurf für den Neubau zu überarbeiten, um die Pflichten aus dem EEWärmeG einzuhalten. In der Folge werden die gestellten Ausnahmeanträge häufig zurückgezogen.

In Ländern mit Vollzugsregelungen wurde in insgesamt weniger als fünf Fällen aufgrund der Nichterfüllung des EEWärmeG ein Bußgeldverfahren eingeleitet. Manche Länder beschränken sich bei einem entdeckten Verstoß darauf, den Eigentümer zur Erfül-

lung der Pflichten nach EEWärmeG per Ersatzvornahme bzw. Verwaltungsvollstreckung zu zwingen, ohne zusätzlich ein Bußgeldverfahren einzuleiten.

Die Länder sind laut § 18a des EEWärmeG verpflichtet, alle zwei Jahre einen Länderbericht anzufertigen, in dem über (1) die Erfahrung mit der Vorbildfunktion nach § 1a, (2) die getroffenen oder geplanten Regelungen zur Förderung der Erzeugung von Wärme und Kälte aus Erneuerbaren Energien, insbesondere Regelungen nach § 3 Abs. 4, und (3) den Vollzug des EEWärmeG berichtet wird. Letztmalig sollten die Länderberichte zum 30. April 2013 eingereicht werden. Nach Kenntnisstand der Auftragnehmer haben bis März 2015 zehn der 16 Bundesländer einen Länderbericht abgegeben. Der Auswertungszeitraum, auf den sich die meisten Länderberichte beziehen, sind die Jahre 2011 und 2012. Das Format sowie der Inhalt der verschiedenen Länderberichte fallen stark unterschiedlich aus. Der Berichtsteil zum Vollzug des EEWärmeG ist in Ländern ohne geregelten Vollzug verständlicherweise kurz bzw. nicht vorhanden. Allerdings variieren die Angaben selbst bei Ländern mit Vollzugsregelungen sehr.

5.3 Auswertung des Vollzugsstandes und der Vollzugskonzepte

Der Umsetzungsstand der Regelungen für den Vollzug des EEWärmeG in den einzelnen Bundesländern wurde auf Basis folgender Informationsquellen erstellt:

- Länderberichte 2013 gemäß § 18a EEWärmeG.
- Erlassene Gesetze, Verordnungen oder Richtlinien der Länder.
- Interviews mit dem zuständigen Fachpersonal.

Die Darstellung entspricht dem Stand März 2015. Allerdings beziehen sich die Länderberichte größtenteils auf die Auswertung des Vollzugs in den Jahren 2011 und 2012. In den geführten Interviews wurden allerdings auch spätere Jahre mit einbezogen.

Im Vergleich zum Stand des Vorbereitungsprojekts für den letzten Erfahrungsbericht vom 19. Dezember 2012 (Ecofys u. a. 2013), in dem lediglich acht Bundesländer konkrete landesrechtliche Bestimmungen verabschiedet hatten, hat sich die Zahl auf nunmehr zehn erhöht. Ein Land hat dies bisher für öffentliche Gebäude getan.

Insgesamt ergibt sich bei den Vollzugskonzepten ein sehr gemischtes Bild: zum einen gibt es Bundesländer, in denen der Vollzug auf ein Minimum beschränkt bleibt; d.h. dass über die Allokation der Zuständigkeit für den Vollzug hinaus nichts weiter geregelt ist. Zum anderen gibt es Länder, die differenziertere Vorgaben

stellen und darüber hinaus auch von ihrer Abweichungskompetenz gemäß Art. 84 Abs. 1 Satz 2 GG Gebrauch machen.

Für den Vollzugsstand sowie die Vollzugsregelungen lassen sich verschiedene Stufen der Umsetzung aus den Berichten der Länder ableiten. Zunächst gilt es auf Landesebene zu klären, welches Ministerium die oberste Zuständigkeit hat. Typischerweise erfolgt dann der Erlass eines Landesausführungs- bzw. Landesdurchführungsgesetzes, welches die Zuständigkeiten beim Vollzug des EE-WärmeG regelt. Auf dieser Gesetzesbasis können dann weitere Verordnungen und Regelungen getroffen werden.

6 Kosten und Wirtschaftlichkeit von Wärmeerzeugungsanlagen

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit werden die Wärmegestehungskosten in Anlehnung an die Methode LCOE (levelized Costs of Electricity Generation) bzw. VDI 2067 nachfolgender Formel berechnet:

$$LCOH = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_{t,therm}}{(1+i)^t}}$$

| | |
|---------------|--|
| LCOH | Wärmegestehungskosten |
| I_0 | Investitionsausgaben in Euro |
| A_t | jährliche Gesamtkosten in Euro/a im Jahr t |
| $M_{t,therm}$ | Bereitgestellte Wärmemenge im jeweiligen Jahr in kWh |
| i | realer kalkulatorischer Zinssatz in % |
| n | Wirtschaftliche Nutzungsdauer in Jahren |
| t | Jahr der Nutzungsperiode (1, 2, ...n) |

Der kalkulatorische Zinssatz beträgt 4 % und die wirtschaftliche Nutzungsdauer wurde auf 20 Jahre festgelegt.

Berücksichtigt werden alle Ein- und Auszahlungen über die wirtschaftliche Nutzungsdauer der Anlagen zum Investitionszeitpunkt. Diese werden im Folgenden als Wärmebereitstellungskosten bezeichnet und setzen sich aus den kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten der Wärmeversorgung zusammen. Für die verbrauchsgebundenen Kosten (im Wesentlichen sind das die Kosten für den Bezug von Endenergieträgern wie Strom und Brennstoffe) werden Annahmen zur künftigen Entwicklung getroffen und in den Berechnungen berücksichtigt

Die Berechnung der spezifischen monatlichen Heizkosten erfolgt für drei unterschiedlich große Wohngebäude, deren relevanten Kenndaten in Tabelle 6-1 zusammengefasst werden.

Tabelle 6-1: Relevante Kenndaten der Beispielgebäude

| | | EFH | Kleines MFH | Großes MFH |
|------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|------------|
| Wohneinheiten | Stck. | 1 | 6 | 20 |
| Wohnfläche | m ² WFl. | 150 | 600 | 1.600 |
| Notwendige Erzeugernutzwärmeabgabe | | | | |
| Für Heizwärme (von ... bis ...) | MWh/a | 7,5 bis 37,5 | 24 bis 150 | 48 bis 320 |
| Für Warmwasser (von ... bis ...) | MWh/a | 1,9 bis 3,8 | 7,5 bis 15 | 20 bis 40 |
| Wärme gesamt (von ... bis ...) | MWh/a | 9,4 bis 41,3 | 31,5 bis 165 | 68 bis 360 |

Quelle: eigene Annahmen

Der Heizwärmeverbrauch (gedeckt durch die Erzeugernutzwärmeabgabe) der Beispielgebäude reicht vom Niveau eines Neubaus nach EnEV 2014 bis hin zu unsanierten Bestandgebäuden. Für Warmwasser wurde ebenfalls eine plausible Varianz zwischen 12,5 kWh/m²/a und 25 kWh/m²/a angenommen.

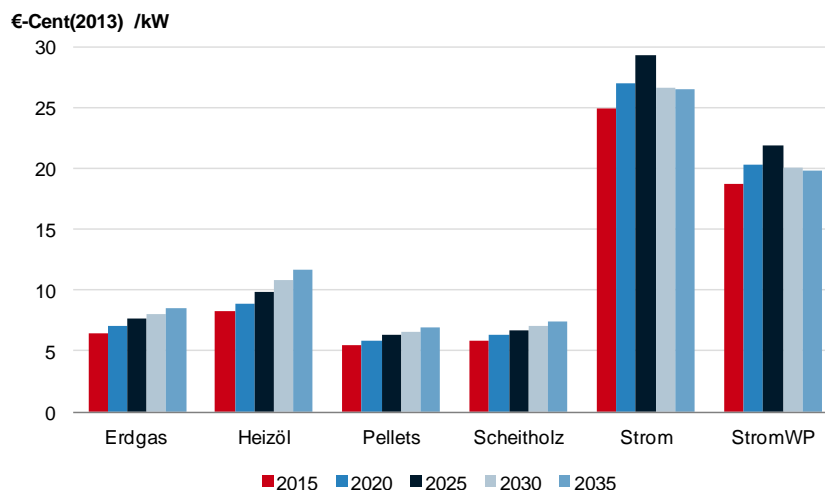
Die Ergebnisse werden in Form der *spezifischen monatlichen Heizkosten* für unterschiedliche Gebäudetypen und Sanierungszustände in Euro/m² WFI./Monat ausgewiesen. Diese Darstellungsweise ermöglicht im Vergleich zu den spezifischen Wärmegestehungskosten je kWh Wärme die direkte Einordnung in die monatlichen Kosten für Haushalte.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Berechnungen für typisierte Wohngebäude und auf Basis von Abschätzungen der Investitionen durchgeführt werden. Die Ergebnisse dienen der Einordnung der zu erwartenden Heizkosten und der Investitionen in das Gesamtfeld der Wärmeversorgung von Wohngebäuden und stellen keine präzise Einzelfallrechnung dar.

6.1 Energiepreise

Die Entwicklung der Energiepreise für Endkunden im PHH-Sektor basiert vorwiegend auf den Annahmen der *Energierferenzprognose* (Prognos, EWI und GWS 2014) und wird in Abbildung 6-1 dargestellt.

Abbildung 6-1: Entwicklung der realen Energiepreise von 2015 bis 2035 für private Haushalte in Cent(2013)/kWh



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von (BMW 2012; C.A.R.M.E.N. 2013; C.A.R.M.E.N. 2013; Prognos, EWI und GWS 2014; TFZ 2009; TFZ 2011; TFZ 2013).

Hierzu folgende ergänzende Erläuterungen:

- Der Strompreis resultiert u.a. aus dem Brennstoffeinsatz im Umwandlungssektor, den Brennstoffpreisen und ist ein Ergebnis der *Energierferenzprognose*.
- Der Preis für Wärmepumpenstrom beruht auf der Auswertung und dem Abgleich von Wärmepumpenstromtarifen und regulären Haushaltsstromtarifen. Aktuell beträgt der Wärmepumpen-Tarif etwa 75 % des Haushaltsstromtarifs. Diese Relation wurde bis 2035 fortgeschrieben.
- Auch für biogene Brennstoffe liegen keine Langfristprognosen vor. Die Preise wurden daher an die Entwicklung der fossilen Energieträger gekoppelt. Hierfür wurden entsprechende Preisvergleichsportale ausgewertet.

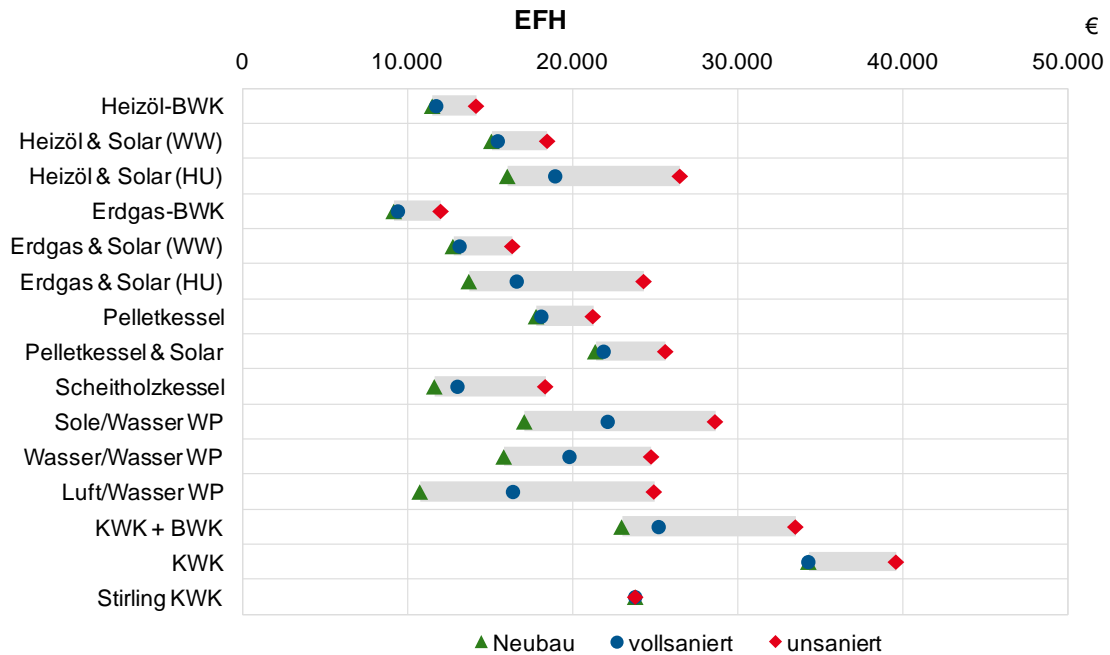
6.2 Investitionen

Die Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen werden über Regressionskurven abgeschätzt, die aus unterschiedlichen Quellen abgeleitet wurden. Für die erneuerbaren Wärmeenergien basieren die Regressionsformeln auf den Rechnungsauswertungen aus dem Marktanreizprogramm (Fichtner et al. 2014) für das Förderjahr 2012. Die Informationen für die fossil befeuerten Wärmeerzeuger und die KWK-Anlagen stammen aus den BHKW-Kenndaten 2015 sowie verschiedenen weiteren Studien (ASUE 2014; Ecofys 2013; Shell u. a. 2013). Die Investitionen für Anlagenkosten, Peripherie (Anschlüsse, Brennstofflager, Schornstein) inklusive Wärmespeicher sowie Montagekosten wurden aus der sirAdos Baupreisdatabank (WEKA MEDIA 2014) abgeleitet.

Die Abbildung 6-2 bis Abbildung 6-4 zeigen die Investitionskosten inkl. Peripherie für die untersuchten Wärmeversorgungsanlagen im EFH, kleinen MFH und im großen MFH. Die Abbildungen decken die Investitionen für den gesamten in Tabelle 6-1 dargestellten Verbrauchsbereich. Die Werte für einen Neubau, für ein vollsaniertes Bestandsgebäude und für ein unsaniertes Bestandsgebäude sind hervorgehoben.

Für alle Beispielgebäude zeigt sich, dass die Investitionskosten für Erdgas-Brennwertkessel bzw. Heizöl-Brennwertkessel den unteren Rand des Spektrums der berechneten Investitionen bilden. Im Einfamilienhaus weisen nur die Luft/Wasser-Wärmepumpe und der Scheitholzessel ähnlich niedrige Investitionen in der Größenordnung von 10.000 Euro auf. Der weit überwiegende Teil der Beispielanlagen liegt im Bereich zwischen 15.000 und 25.000 Euro und darüber hinaus. Besonders hohe Investitionen erfordern die solare Heizungsunterstützung, Sole/Wasser-Wärmepumpen und KWK-Anlagen.

Abbildung 6-2: Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen im Einfamilienhaus in Euro



Quelle: eigene Berechnungen

Mit zunehmender Gebäudegröße und Anlagenleistung verändert sich das Bild der Investitionskosten leicht. Sind Pelletkessel im Einfamilienhaus noch vergleichsweise teuer, so nähern sich die Investitionskosten mit größer werdender Gebäudegröße den Brennwertkesseln als durchgängig günstigste Anlagen an.

Innerhalb der drei Wärmepumpen-Technologien kehrt sich das Bild um. Im Einfamilienhaus sind die notwendigen Investitionen für Luft/Luft-Wärmepumpen noch deutlich niedriger als die Investitionen für Wasser/Wasser und Sole/Wasser-Wärmepumpen. In Mehrfamilienhäusern liegen die Investitionen für alle drei Technologien etwa gleich auf wobei die Luft/Wasser-Wärmepumpen bei hohen Leistungen sehr teuer werden.

Die Investitionen für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen bleiben aber auch in den Mehrfamilienhäusern am oberen Rand des Spektrums.

Abbildung 6-3: Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen im kleinen Mehrfamilienhaus in Euro

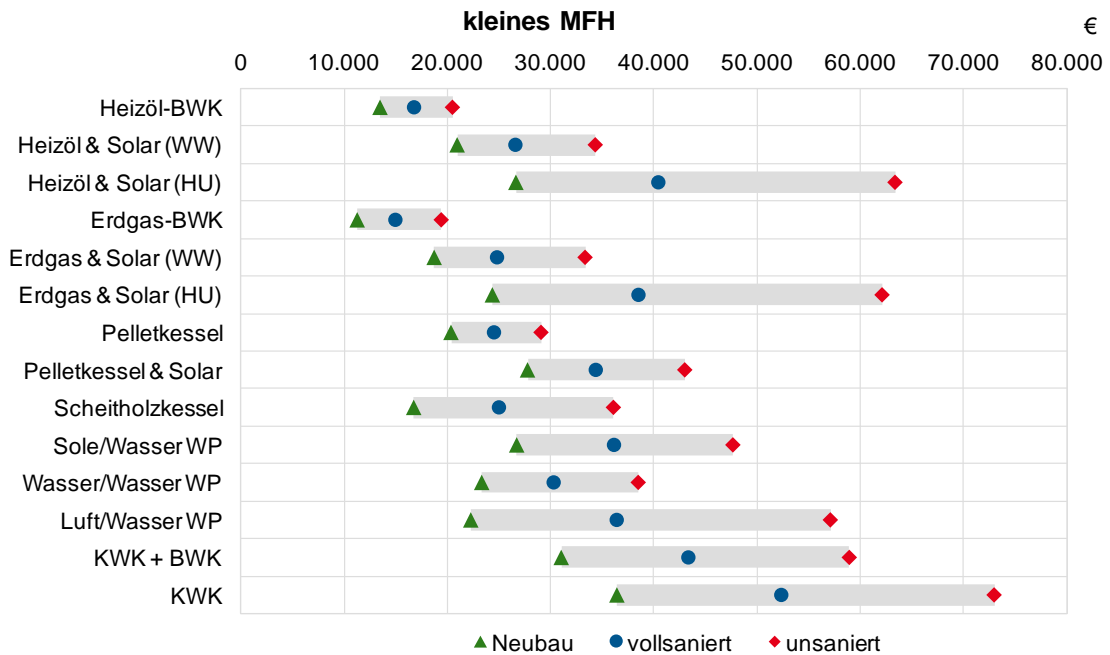
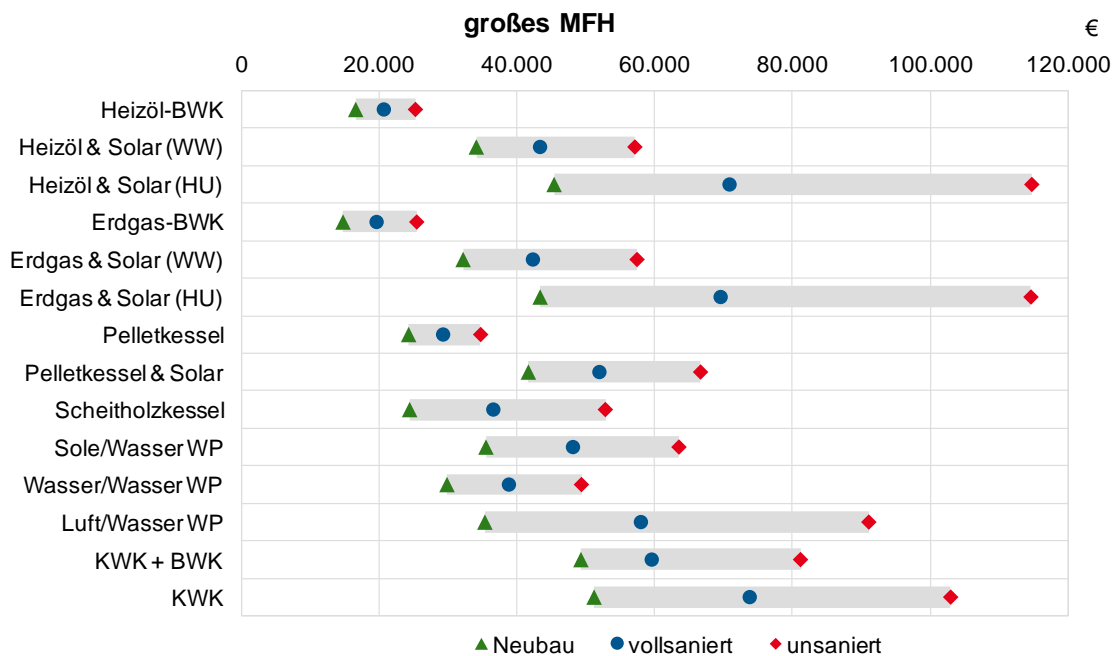


Abbildung 6-4: Investitionen für die Wärmeversorgungsanlagen im großen Mehrfamilienhaus in Euro



6.3 Wärmebereitstellungskosten

Die Ergebnisse wurden in Form der spezifischen monatlichen Heizkosten aufbereitet. Dies erlaubt einen direkten Rückschluss auf die Belastungen von Haushalten durch die Kosten der Wärmeversorgung ihrer Wohnungen. Bei der Berechnung der Wärmekosten wurden Investitionsförderungen durch das MAP (Stand 01.04.2015) sowie des Mini-KWK-Impulsprogramms für energetisch sanierte und unsanierte Bestandsgebäude berücksichtigt. Für Neubauten wurde entsprechend der Regelungen in den beiden Programmen keine Investitionsförderung einberechnet.

Im Einfamilienhaus schwanken die spezifischen monatlichen Wärmekosten zwischen 0,58 Euro/m² WFI./Monat (Luft/Wasser-Wärmepumpe) und 1,32 Euro/m² WFI./Monat (KWK). Die beiden KWK-Fälle (reine KWK sowie Stirling) führen im Neubau-EFH zu den mit Abstand höchsten monatlichen Wärmekosten. Es folgen die Kombination von KWK mit Brennwertkessel sowie beiden Pelletkessel und die Heizöl-Technologien mit 0,79 bis 0,86 Euro/m² WFI./Monat. Alle anderen Technologien liegen für den Neubau im Bereich zwischen 0,58 und 0,70 Euro/m² WFI./Monat.

Für das vollsanierte Einfamilienhaus ergibt sich ein ähnliches Bild. Die beiden KWK-Fälle sind deutlich teurer als das restliche Feld, das im Bereich zwischen 0,80 und 1,00 Euro/m² WFI./Monat liegt. Einzig die Heizöl-Anlagen erreichen mit knapp 1,10 Euro/m² WFI./Monat. ein leicht erhöhtes Niveau.

Im unsanierten Fall liegen die monatlichen Wärmekosten zwischen 1,50 und 2,00 Euro/m² WFI./Monat. Die Kombination von Erdgas-KWK mit einem Erdgas-Spitzenlastkessel stellt in diesem Fall zusammen mit der Wasser/Wasser Wärmepumpe die günstigste Wärmeversorgungstechnologie dar. Die höchsten Kosten verursachen erneut die Heizöl-Technologien.

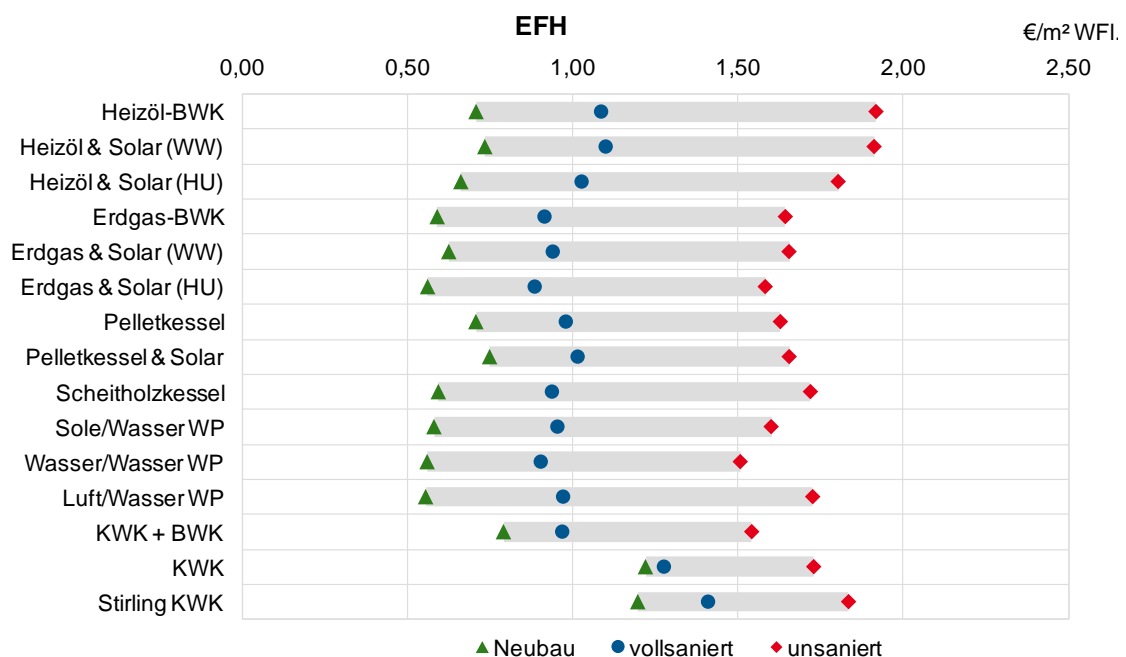
Die Investitionskosten haben im Einfamilienhaus einen besonders hohen Anteil an den Kosten der Wärmebereitstellung. Insbesondere im Neubau liegt ihr Anteil bei allen EE-Wärmetechnologien bei knapp über 50 %. Lediglich die konventionellen Brennwertkessel liegen mit etwa 40 % deutlich niedriger. Hierfür sind zwei Effekte verantwortlich:

- Ein niedriger Verbrauch führt grundsätzlich dazu, dass der Anteil der Anschaffungskosten an den Gesamtkosten (Investition zzgl. laufender Kosten für Brennstoffe, Wartung & Betrieb) vergleichsweise hoch ist.

- Ein niedriger Verbrauch führt auch dazu, dass die Anlagentechnik kleiner dimensioniert werden kann. Die spezifischen Investitionskosten sind aber im kleinen Leistungsbereich sehr hoch, sodass sich eine kleinere Dimensionierung nur wenig auf die aufzubringenden Investitionen auswirkt.

Hohe Anschaffungskosten für die Anlagentechnik wirken sich – insbesondere bei einem niedrigen Wärmeverbrauch – besonders negativ auf die Wärmekosten aus.

Abbildung 6-5: Spezifische monatliche Wärmekosten mit Förderung (MAP, Mini-KWK-Impulsprogramm nur in Bestandsgebäuden) im EFH



Quelle: eigene Berechnungen

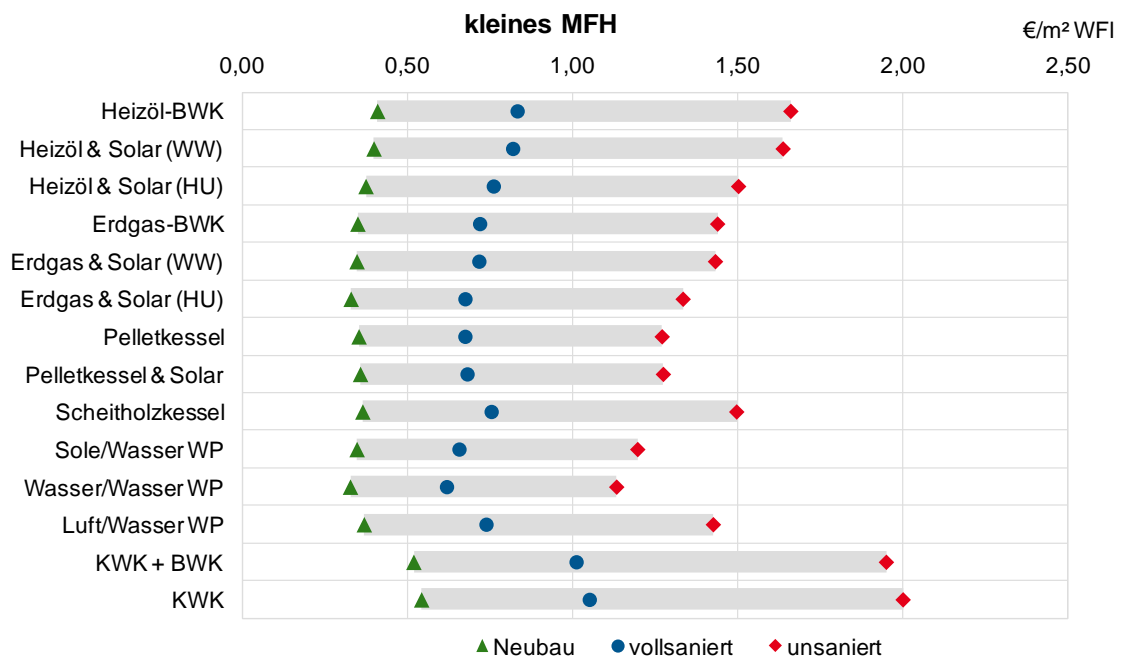
Im kleinen MFH sinkt das Niveau der monatlichen Heizkosten ggü. dem Einfamilienhaus deutlich ab. Dies begründet sich im deutlich kleineren Anteil der Anschaffungskosten an den Wärmekosten. Im Neubau liegt der Anteil der Anschaffungskosten für EE-Wärme-Anlagen an den Wärmekosten zwischen 30 und 40 %, wobei die konventionellen Technologien (Erdgas- und Heizöl-BWK) hier mit einem Anteil von unter 25 % noch immer deutlich im Vorteil sind.

Die monatlichen Wärmekosten eines kleinen Neubau-Mehrfamilienhauses liegen in einem sehr homogenen Feld zwischen 0,35 und 0,41 Euro/m² WFI./Monat. Eine Ausnahme bilden die beiden KWK-Fälle (KWK und KWK+BWK) mit etwa 0,55 Euro/m² WFI./Monat. Für das vollsanierte Gebäude liegen die Wärmekosten wie zu erwarten höher und bewegen sich in einem Bereich zwischen 0,60 und 0,85 Euro/m² WFI./Monat (Ausnahme KWK-Fälle: gut 1,00 Euro/m² WFI./Monat).

Die beiden KWK-Fälle wurden im kleinen Mehrfamilienhaus mit sehr hohen Einspeisequoten des erzeugten Stroms gerechnet. Nur 15 % (KWK+BWK) bzw. 5 % (KWK) des Stromes werden von den Mietern / Eigentümern im Objekt genutzt und ersetzen damit den Strombezug von außen. Gelingt es, den Großteil des in den KWK-Anlagen erzeugten Stroms im Gebäude selbst zu nutzen, wirkt sich dies sehr positiv auf die Wärmekosten aus. Bei einer angenommenen Eigennutzungsquote von 80 % (KWK+BWK) bzw. 60 % (KWK) sinken die Wärmekosten der KWK-Anlagen deutlich ab und werden im vollsanierten und im unsanierten Fall sogar die günstigste Wärmeversorgungslösung.¹⁰

Im unsanierten Gebäude sind die Wärmekosten mit bis zu 1,6 Euro/m² WFI./Monat am höchsten. Pelletkessel, Sole/Wasser-Wärmepumpen und Wasser/Wasser-Wärmepumpen erreichen mit teils deutlich unter 1,30 Euro/m² WFI./Monat die geringsten Wärmekosten – trotz höherer Investitionen (Abbildung 6-3).

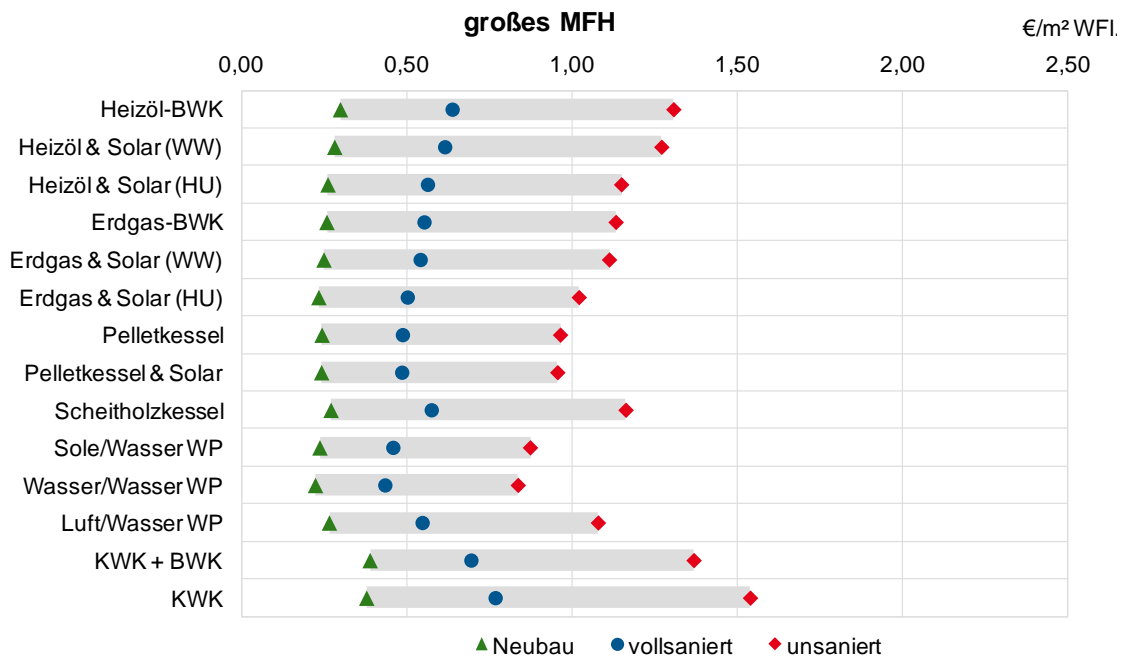
Abbildung 6-6: Spezifische monatliche Wärmekosten mit Förderung MAP, Mini-KWK-Impulsprogramm nur in Bestandsgebäuden) im kleinen MFH in Euro/m² WFI./Monat



¹⁰ KWK-Anlagen zur Objektversorgung werden wirtschaftlich interessant, wenn es gelingt, den erzeugten Strom im Objekt selbst zu verbrauchen (Mietwohngebäude: Mieter oder Eigentümergemeinschaft: Eigentümer). Für den selbst genutzten Strom kann der eigene Stromtarif (ca. 25 Cent/kWh) als der Vergütungssatz angesetzt werden. Dieser liegt deutlich höher als der Vergütungssatz der Einspeisung in das öffentliche Stromnetz (aktuell max. 10 Cent/kWh).

Im großen Mehrfamilienhaus gehen die monatlichen Wärmekosten nochmals weiter zurück. Im Neubau-Fall liegen sie zwischen 0,23 und 0,30 Euro/m²/Monat. Der Anteil an den Wärmekosten der Investitionskosten liegt zwischen 15 und 40 %. Sehr niedrige Werte erzielen hier die beiden Brennwertkessel, der Pelletkessel sowie der Scheitholzkessel mit jeweils 15 bis gut 20 %. Die beiden KWK-Anlagen zählen – aufgrund der überwiegenden Einspeisung des in den KWK-Anlagen erzeugten Stroms in das öffentliche Stromnetz – auch hier zu den teuersten Wärmeversorgungstechnologien. Auch hier gilt: gelingt es, den Strom im Gebäude selbst zu nutzen statt ihn in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen, werden die KWK-Anlagen teils sehr wirtschaftlich und führen zu niedrigen Wärmekosten.

Abbildung 6-7: Spezifische monatliche Wärmekosten mit Förderung (MAP, Mini-KWK-Impulsprogramm nur in Bestandsgebäuden) im großen MFH in Euro/m² WFI./Monat



Quelle: eigene Berechnungen

Die MAP-Förderung reduziert die monatlichen Wärmekosten im Mittel um etwa 5 % bis 15 %. Hierbei gilt: je niedriger der Wärmeverbrauch, desto stärker der Effekt des MAP.

7 Effekte des Einsatzes erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung

Gemäß § 18 des EEWärmeG soll der Erfahrungsbericht auch Informationen zu bestimmten Effekten des EEWärmeG und des Einsatzes erneuerbarer Wärme beinhalten. Hierunter zählen insbesondere die Einsparung fossiler Energieträger und die Einsparung von Treibhausgasemissionen.

Eine Ausweisung von Effekten, die ausschließlich dem EEWärmeG zugeschrieben werden können, ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Zunächst ist davon auszugehen, dass es auch ohne EEWärmeG einen Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmemarkt gegeben hätte. Anreize zum Ausbau erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung setzen neben dem EEWärmeG das MAP, die EnEV, das EEG, das KWKG sowie zahlreiche weitere Förderprogramme (z.B. die KfW-Programme zum energieeffizienten Bauen und Sanieren, das Mini-KWK-Impulsprogramm und verschiedene Förderprogramme der Bundesländer). Die gesamtwirtschaftlichen Kosten- und Nutzenwirkungen im Wärmemarkt lassen sich zudem nicht ausschließlich auf den Einsatz erneuerbarer Energien zurückführen. Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudehülle werden häufig in Kombination mit erneuerbaren Energien umgesetzt. Auch der Einsatz alternativer effizienter Wärmebereitstellungsoptionen wie Wärmerückgewinnung, Objekt-KWK und Fernwärme führt zu Energie- und Treibhausgaseinsparungen.

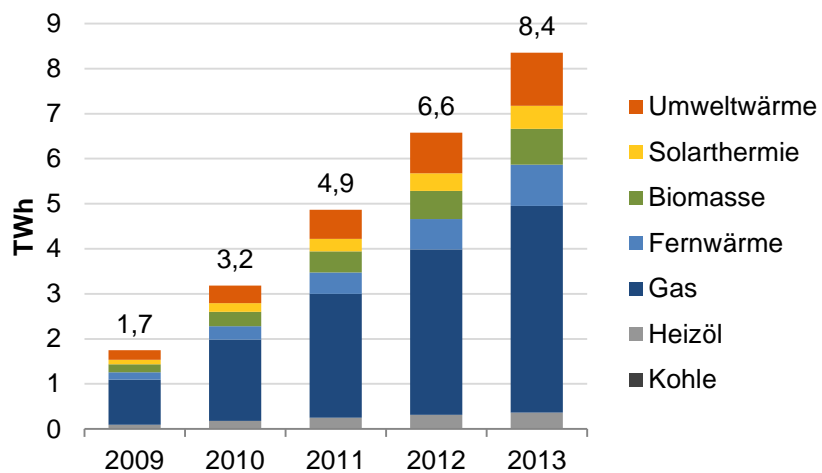
Um die geforderten Effekte ermitteln zu können, ist es erforderlich, eine Referenzentwicklung zu definieren. Dabei wird unterstellt, dass es ohne die genannten Maßnahmen und Instrumente einen geringeren Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmesektor gegeben hätte. Die Differenz zwischen Referenzentwicklung und tatsächlicher Entwicklung ermöglicht schließlich die Ermittlung von Energie- und THG-Einsparungen.

Die hier dargestellten Effekte werden auf den Zeitraum 2009 bis 2013 bezogen, da das EEWärmeG im Jahr 2009 in Kraft trat und über das Jahr 2013 hinausgehend noch keine hinreichend detaillierten statistischen Daten vorliegen. Ferner wird nur der gebäudebasierte Wärmeverbrauch im Neubau betrachtet, da das EEWärmeG nur hierauf Einfluss nimmt.

Als Datengrundlage werden die Ergebnisse des Projekts „Datenbasis Endenergieeffizienz“ verwendet. Aufgrund des hohen Detaillierungsgrades erlauben diese Daten eine konsistente Abschätzung der Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Neubau und des Energieträgereinsatzes.

In Abbildung 7-1 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser der seit 2009 neu errichteten Gebäuden dargestellt. Da sich aufgrund von Neubauten die Anzahl der Gebäude erhöhte, stieg auch der Energieverbrauch dieser Baualtersklasse zwischen 2009 und 2012 an. Der witterungsbereinigte Anstieg betrug 6,7 TWh, der gesamte Verbrauch lag im Jahr 2013 bei 8,4 TWh. Die seit 2009 neu errichteten Gebäude haben damit einen Anteil von etwa einem Prozent am gesamten Energieverbrauch von Gebäuden. Der Großteil des Wärmeverbrauchs in diesen Neubauten wird durch Erdgas gedeckt. Der Anteil erneuerbarer Energien betrug 2013 knapp ein Drittel.

Abbildung 7-1: Kumulierte Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser im Neubau, witterungsbereinigt



Quelle: (Prognos, Fraunhofer ISI und TU München 2015), eigene Darstellung

Tabelle 7-1 stellt die tatsächlichen Energieträgerstrukturen der beiden Baualtersklassen 2005-2008 sowie 2009-2012 im Vergleich dar. Deutlich wird, dass in der Baualtersklasse 2009-2012, auf die das EEWärmeG Anwendung gefunden hat, höhere Anteile des Wärmeverbrauchs mit erneuerbaren Energien gedeckt werden als in der Baualtersklasse 2005-2008, dies betrifft insbesondere die Umweltwärme. Zu diesen Unterschieden tragen, wie bereits erwähnt, neben den Anforderungen des EEWärmeG allerdings auch weitere Faktoren bei.

Tabelle 7-1: Tatsächliche Energieträgerverteilung nach Baualtersklassen

| | Baualtersklasse 2005-2008 | Baualtersklasse 2009-2012 |
|--------------|---------------------------|---------------------------|
| Kohle | 0,4 % | 0,2 % |
| Heizöl | 8,1 % | 4,5 % |
| Gas | 65,2 % | 50,7 % |
| Fernwärme | 6,3 % | 8,8 % |
| Strom | 3,6 % | 4,7 % |
| Strom WP | 2,2 % | 6,0 % |
| Biomasse | 6,6 % | 8,6 % |
| Solarthermie | 3,4 % | 4,9 % |
| Umweltwärme | 4,2 % | 11,6 % |

Quelle: (Prognos, Fraunhofer ISI und TU München 2015), eigene Darstellung

Um die Einsparungen fossiler Energieträger zu ermitteln, die unter anderem durch das EEWärmeG seit 2009 ausgelöst wurden, wird der tatsächliche fossile Wärmeverbrauch der seit 2009 errichteten Gebäude einer hypothetischen Referenzentwicklung gegenübergestellt. Für die Ermittlung dieser Referenz wird angenommen, dass die Energieträgerstruktur des Wärmeverbrauchs der seit 2009 errichteten Gebäude der Struktur der Jahre 2005 bis 2008 entsprochen hätte. Folglich wird davon ausgegangen, dass ohne das EEWärmeG und weitere Maßnahmen der Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch von Neubauten konstant geblieben wäre.

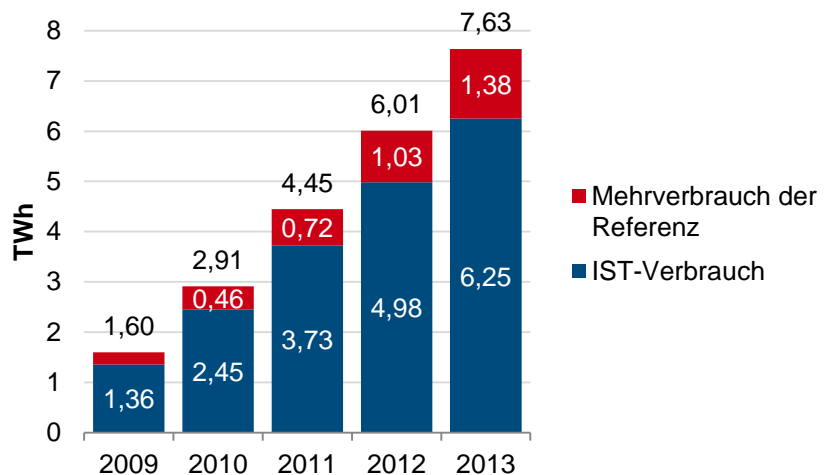
Mit den in Tabelle 7-2 dargestellten Primärenergiefaktoren wird der nicht erneuerbare Primärenergieverbrauch des Wärmeverbrauchs bestimmt. Für die tatsächliche Entwicklung ergibt sich ein fossiler Primärenergieverbrauch für Wärme von 6,2 TWh im Jahr 2013, der fossile Primärenergieverbrauch der Referenz liegt bei 7,6 TWh (siehe Abbildung 7-2). Die Differenz zwischen der Referenzentwicklung und der Ist-Entwicklung des nicht erneuerbaren Primärenergieverbrauchs stellt schließlich die Einsparungen fossiler Primärenergieträger dar. Diese lagen im Jahr 2013 kumuliert bei 1,4 TWh.

Tabelle 7-2: Angenommene Primärenergiefaktoren

| Energieträger | Primär- energie- faktor (nicht er- neuer- bar) |
|---------------|---|
| Kohle | 1,1 |
| Heizöl | 1,1 |
| Gas | 1,1 |
| Fernwärme | 0,7 |
| Biomasse | 0,2 |
| Umweltwärme | 0 |
| Solarthermie | 0 |

Quelle: (DIN 18599-1; Prognos, EWI et al. 2014), eigene Berechnungen

Abbildung 7-2: Kumulierte fossile Primärenergieeinsparungen aufgrund des verstärkten Einsatzes erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung in Neubauten



Quelle:(Prognos, Fraunhofer ISI und TU München 2015), eigene Darstellung

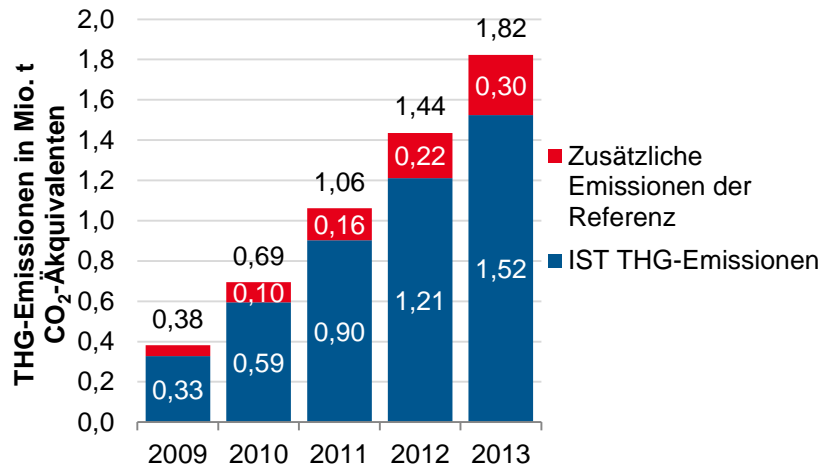
Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen des Endenergieverbrauchs für Wärme in Neubauten werden die in Tabelle 7-3 aufgeführten Emissionsfaktoren herangezogen und mit den jeweiligen Energieträger-Verbrauchswerten der Ist-Entwicklung und der Referenzentwicklung multipliziert. Für den zuvor dargestellten Endenergieverbrauch in Neubauten ergeben sich damit die in Abbildung 7-3 Treibhausgasemissionen. Da die Referenzentwicklung höhere Anteile fossiler Energieträger unterstellt, fallen auch die Treibhausgasemissionen höher aus, als dies in der tatsächlichen Entwicklung mit höheren Anteilen erneuerbarer Energien der Fall ist. Die tatsächlichen CO₂-Emissionen der Neubauten lagen im Jahr 2013 schätzungsweise bei 1,5 Millionen Tonnen. Mit der unterstellten Referenzentwicklung hätten die Emissionen im selben Jahr bei etwa 1,8 Mio. Tonnen gelegen. Gegenüber der Referenz konnten folglich etwa 300.000 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Tabelle 7-3: Emissionsfaktoren zur Bestimmung der Treibhausgas-Emissionen

| | Emissionsfaktor (CO ₂ -Äquivalente) (g/kWh) |
|--------------|---|
| Kohle | 349 |
| Heizöl | 319 |
| Gas | 247 |
| Fernwärme | 278 |
| Biomasse | 25 |
| Umweltwärme | 0 |
| Solarthermie | 0 |

Quelle: (IINAS 2015), eigene Berechnungen

Abbildung 7-3: Einsparungen an Treibhausgasemissionen durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeherzeugung in Neubauten



Quelle: eigene Berechnungen

Entsprechend werden die zwischen 2009 und 2013 erzielten fossilen Primärenergieeinsparungen auf 1,4 TWh geschätzt. Die CO₂-Einsparungen werden auf etwa 300.000 Tonnen geschätzt.

8 Prognose zur Entwicklung der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt bis 2020

Ziel der hier dargestellten Prognoserechnungen ist es, festzustellen, inwiefern das Ziel des EEWärmeG von 14 % Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis 2020 unter den aktuellen Bedingungen voraussichtlich erreicht wird. Hierzu wurden unterschiedliche modellgestützte Prognoserechnungen durchgeführt unterteilt nach den Segmenten Gebäude, Fernwärme/KWK und Industrie. Zur Beurteilung der Zielerreichung wurden die unterschiedlichen Prognoserechnungen anschließend zusammengefasst. Den Ausgangspunkt der Rechnungen bildet der letzte konsolidierte Ausbaustand erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Die Berechnungen berücksichtigen nicht die Ende 2014 verabschiedeten Maßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) und des Klimaschutzaktionsplans.

8.1 Raumwärme, Warmwasser und Klimatisierung der Sektoren Privaten Haushalte und GHD

Fortschreibung der Politikinstrumente im Gebäudebereich

Die bestehenden Politikinstrumente werden in der derzeitigen (Stand 2015) Ausgestaltung bis zum Jahr 2020 fortgeschrieben. Tabelle 8-1 zeigt die Kerninstrumente im Gebäudebereich zur Förderung von erneuerbarer Wärme und Energieeffizienz. Die für die Modellierung relevanten Ausgestaltungsparameter stellen bei den finanziellen Instrumenten das jährliche Förderbudget, die spezifischen Fördersätze sowie die Fördertatbestände und Förderempfänger dar (Technologien, Gebäude, Investoren) dar. Bei den regulativen Instrumenten – EEWärmeG und EnEV – werden die erneuerbaren Mindestanteile, das energetische Anforderungsniveau der Gebäude sowie die jeweiligen Auslösetatbestände (Neubau, grundlegende Sanierung) relevante Ausgestaltungselemente im Modell berücksichtigt.

Tabelle 8-1: Kerninstrumente und Ausgestaltung bis 2020

| Kerninstrumente | Parameter | Ausgestaltung bis 2020 |
|---|---|---|
| EnEV | | |
| | Umfang/ Auslösetatbestand: | Neubau, Sanierung von Gebäuden |
| | Anforderungsniveau: | EnEV 2009, EnEV 2014 |
| EEWärmeG | | |
| | Umfang/ Auslösetatbestand: | Seit 2009 Neubau, seit 2012 Öffentliche Gebäude im Falle grundlegender Sanierung |
| | Mindestanteile/ Ersatzmaßnahmen: | EEWärmeG 2009 |
| MAP | | |
| | Förderbudget: | ∅ 260 Mio. €/a |
| | Fördertatbestände: | EE-Wärmeerzeuger in Bestandsgebäuden Neubau nur in 2009 zu 75 % |
| | Investitionszuschuss: | Technologiespezifisch: 4 %- 20 % EE in Bestandsgebäuden |
| KfW Energieeffizient Sanieren / Energieeffizient Bauen | | |
| | Umfang: | Gebäude Baujahr vor 1995 (vor 2002 ab 2015) Neubau |
| | Förderbudget: | 2,0 Mrd. €/ a ab 2015 |
| | Tilgungszuschuss und Zinsvergünstigung/ Alternativ: Investitionszuschuss bei Sanierung von Bestandsgebäuden: | Effektiver Zinssatz Kredit: 0,75 %/a Neubau im KfW Effizienzhaus Standard <ul style="list-style-type: none"> ▪ KfW EH 55: 5% Tilgungszuschuss ▪ Weitere EH-Klassen 40 und 70 (entfällt ab 01.04.2016) Sanierung zum KfW-Effizienzhaus (Kredit-Variante): <ul style="list-style-type: none"> ▪ KfW EH 55: 22,5 % Tilgungszuschuss ▪ KfW EH 100: 10,0% Tilgungszuschuss ▪ Weitere EH-Klassen 70, 85, 15, Denkmal Sanierung zum KfW-Effizienzhaus (Zuschuss-Variante): <ul style="list-style-type: none"> ▪ KfW EH 55: 25 % Investitionszuschuss ▪ KfW EH 100: 12,5 % Investitionszuschuss ▪ Weitere EH-Klassen 70, 85, 15, Denkmal Einzelmaßnahmen (Zuschuss-Variante) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Brennwertkessel / BHKW: 10 % Investitionszuschuss |

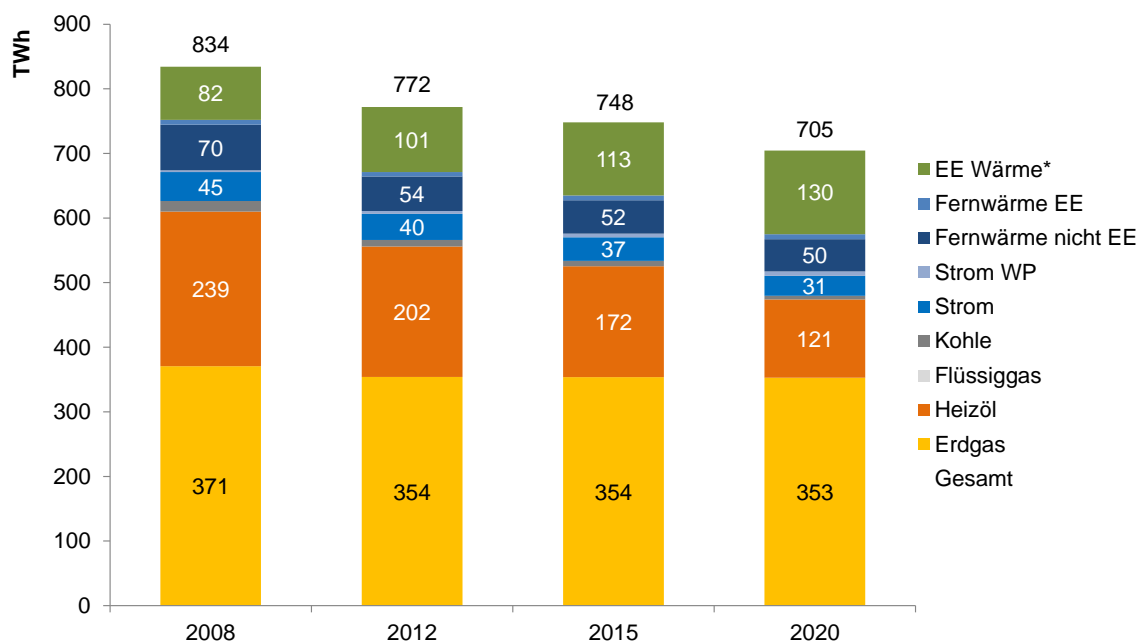
Quelle: eigene Darstellung

Ergebnisse

Abbildung 8-1 zeigt die Ergebnisse der Modellsimulation bezüglich der Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme, Warmwasser und Klimatisierung in Gebäuden. Der Endenergiebedarf sinkt im Zeitraum 2012 bis 2020 um rund 67 TWh, was einem relativen Rückgang von 9 % entspricht. Die Wärmebereitstellung durch EE steigt um 29 TWh auf insgesamt 130 TWh im Jahr 2020. Bei den fossilen Energieträgern ist insbesondere ein Rückgang bei Heizöl zu verzeichnen, welcher einerseits durch energetische Sanierungsmaßnahmen bedingt ist, insbesondere aber auch auf den

Energieträgerwechsel beim Heizsystemaustausch zu Gunsten von EE-Anlagen sowie Erdgas befeuerten Systemen zurückzuführen ist. Erdgas-Brennwertkessel haben in dem Szenario auch noch im Jahr 2020 den mit Abstand höchsten Marktanteil bei dezentralen Wärmeversorgungssystemen, womit der Trend der letzten fünf Jahre fortgesetzt wird. Dies ist insbesondere auf die niedrigen Investitionen im Vergleich zu EE-Systemen zurückzuführen, deren Wirtschaftlichkeit durch eine entsprechende finanzielle Förderung im Rahmen des KfW-Programms sogar noch verbessert wird.

Abbildung 8-1: Entwicklung des Energiebedarfs für Raumwärme, Warmwasser und Klimatisierung in Gebäuden bis 2020



Quelle: eigene Berechnungen

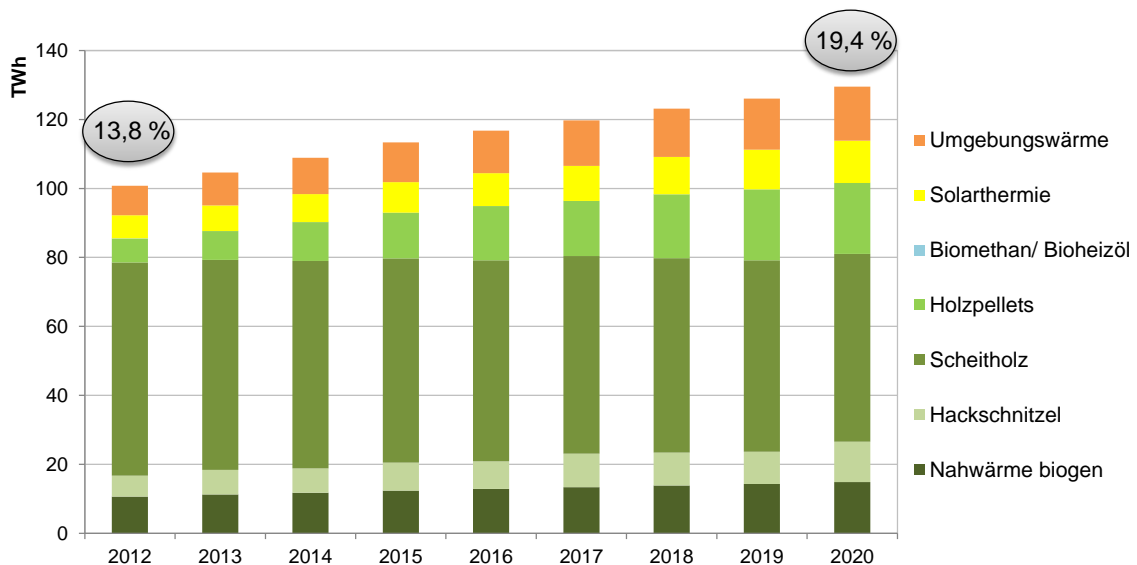
* EE-Wärme ohne EE in Fernwärme inkl. biogener Nahwärme

Die Entwicklung der erneuerbaren Energien wird in Abbildung 8-2 differenziert nach Energieträgern dargestellt. Die Wärmebereitstellung aus biogenen Energieträgern erhöht sich im Zeitraum 2012 bis 2020 um 11,8 TWh, wobei die Verwendung von Scheitholz abnimmt, während Holzpellet- und Hackschnitzelkessel ausgebaut werden. Der Rückgang von Scheitholz ist vor allem auf Sanierung und Abriss von Gebäuden mit holzbefeuerten Einzelöfen zurückzuführen, die zum größten Teil in sehr alten Gebäuden mit Baualterklassen vor 1948 installiert sind. Aus der Szenarioberechnung resultiert eine jährliche Neuinstallation von Wärmepumpen in ähnlicher Größenordnung wie in den letzten Jahren. Nach den Erhebungen der Energiestatistik ist die klimabereinigte Wärmebereitstellung durch Erd- und Umweltwärme in den Jahren 2008 bis 2013 um rund 1150 GWh pro Jahr angestiegen, während aus den Modellergebnissen im Betrachtungszeitraum von 2013 bis 2020 ein Zuwachs von rund 876 GWh pro Jahr resultiert. Insgesamt

steigt die EE-Wärmebereitstellung durch Erd- und Umweltwärme somit von 8,5 TWh in 2012 auf knapp 15,6 TWh im Jahr 2020. Im gleichen Zeitraum wird die Bereitstellung von solarthermischer Wärme um 5,4 TWh auf 11,6 TWh gesteigert.

Nach Ermittlung des EE-Wärme-Anteils nach der Methodik ohne Strom inklusive Prozesswärme¹¹ im Bereich der Haushalte resultiert daraus ein Anteil erneuerbarer Energien von 19,4 % am Wärme- und Kälteenergiebedarf im Gebäudebereich¹²

Abbildung 8-2: Entwicklung der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung in Gebäuden¹²



EE-Anteil an der Wärmebereitstellung in Gebäuden

Quelle: eigene Berechnungen

8.2 Industrie

Mit einem Anteil von ca. 38,3 % in 2013 (vgl. Abbildung 2-3) trägt die Wärmebereitstellung in der Industrie erheblich zur gesamten Wärmebereitstellung in Deutschland bei und ist damit zur Erreichung des 14 %-Ziels in 2020 von besonderem Interesse. Um eine Aussage über die Erreichbarkeit dieses Ziels machen zu können, ist es zunächst notwendig, die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Industrie abzuschätzen. Hierzu werden Daten über

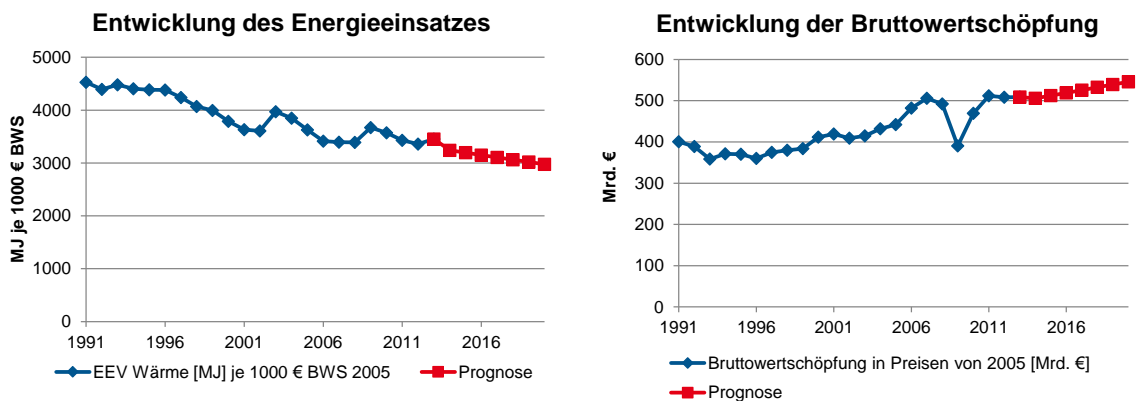
¹¹ Der Anwendungsbereich „sonstige Prozesswärme“ umfasst im Sektor Haushalte überwiegend Stromanwendungen (Kühlschränke), die in der Quotenberechnung nicht berücksichtigt werden. Der Endenergiebedarf durch Gas unter sonstige Prozesswärme wird hingegen zusätzlich berücksichtigt. Dieser wird im Jahr 2011 mit rund 833 GWh bilanziert und spielt somit für die Höhe des EE-Wärme-Anteils keine Rolle. Bis zum Jahr 2020 wird dieser Wert als konstant angenommen.

¹² ohne Raumwärme in der Industrie und EE in der Fernwärme inklusive biogene Nahwärme

die Entwicklung der Energieeffizienz in der Industrie, d. h. des Endenergieverbrauchs je 1000 € Bruttowertschöpfung (BWS), herangezogen (BMWi 2015a) und mit der Entwicklung der BWS in Beziehung gesetzt.

Der Endenergieverbrauch für Wärme (AGEB 2013) je 1000 € BWS bildet die Basis der folgenden Berechnungen. Die Zeitreihe von 1991 bis 2013 weist einen degressiv fallenden Trend auf und wird dementsprechend über eine Exponentialkurve, die mittels einer Regressionsanalyse ermittelt wurde, bis 2020 fortgeschrieben und ist in Abbildung 8-3 dargestellt. Die Abbildung 8-3 zeigt darüber hinaus die prognostizierte Entwicklung der BWS, die auch als Aktivitätsrate interpretiert werden kann.

Abbildung 8-3: Prognostizierte Entwicklung des Energieeinsatzes bei der Wärmebereitstellung sowie der Bruttowertschöpfung in der Industrie



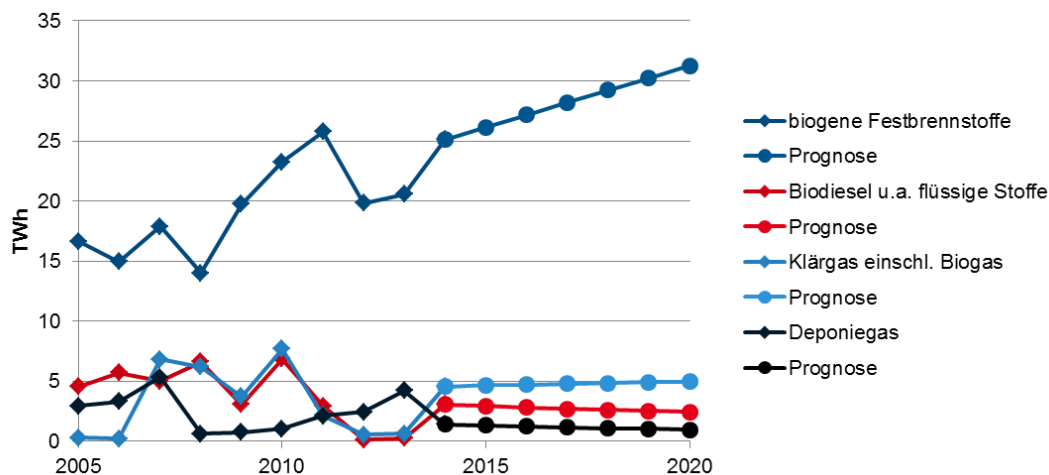
Quelle: eigene Berechnungen

Werden beide Entwicklungen übereinandergelegt, ergibt sich ein leicht sinkender Wärmebedarf der Industrie. Somit würde der Anstieg der Produktion durch Effizienzgewinne überkompensiert und es käme zu einem Rückgang des Wärmebedarfs von insgesamt 8% in 2020 gegenüber 2013.

Da die Temperaturbereiche der industriellen Prozesse das Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Wärme wesentlich bestimmen, werden die Anteile der verschiedenen Anwendungen (Prozesswärme, Raumwärme, Warmwasser) sowie die für die industriellen Prozesse benötigten Temperaturbereiche in den einzelnen Industriesektoren differenziert berechnet. Für die sektorale Aufgliederung kommen Daten seitens (Prognos, Fraunhofer ISI und TU München 2015) zum Einsatz, die den Strom- und Brennstoffverbrauch differenziert nach Anwendungsbereichen oder Temperaturniveau für die Jahre 2005 bis 2013 ausweisen und zwischen 14 Industriesektoren unterscheiden.

Für die Prognose wird eine Zeitreihenanalyse der Diffusion von erneuerbaren Energieträgern durchgeführt und mit der Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme bis 2020 verrechnet. Die in Abbildung 8-4 dargestellten Prognosewerte bilden den Gesamteffekt der getrennten Fortschreibungen von Energieeffizienz, Aktivitätsrate und der Diffusion von erneuerbaren Energien ab.

Abbildung 8-4: Vergangene und prognostizierte Entwicklung des Einsatzes biogener Festbrennstoffe, von Biodiesel u.a. flüssiger Stoffe, von Klärgas einschl. Biogas und von Deponiegas zur Wärmebereitstellung in der Industrie [TWh]



Quelle: eigene Berechnungen

Bezüglich des Ausbaus der Solarthermie kann mit der bisherigen Entwicklung und dem sehr geringen Niveau keine valide Prognose erstellt werden. Bezüglich der Entwicklung des Einsatzes von Wärmepumpen, deren Potenzial temperaturbedingt unter dem Potenzial der solar erzeugten Wärme liegt, wird ebenfalls kein großer Zubau bis 2020 erwartet.

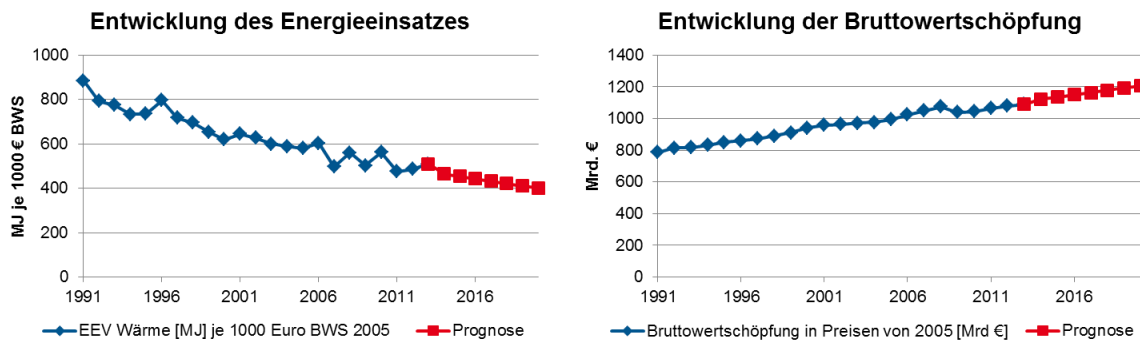
Zusammengefasst ergibt sich mit dem prognostizierten Wärmebedarf und dem prognostizierten Zubau von Technologien zur Bereitstellung erneuerbarer Wärme in der Industrie unter Einbeziehung des Stromverbrauchs für Prozesswärmeerzeugung ein Wachstum des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme von 5 % in 2013 auf ca. 8 % in 2020 (ohne Berücksichtigung erneuerbarer Fernwärme). Ohne Berücksichtigung des Stromverbrauchs zur Prozesswärmeerzeugung ergibt sich ein Wachstum von 5 % in 2013 auf 9 % in 2020.

8.3 Prozesswärme im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Das Vorgehen zur Abschätzung des Einsatzes erneuerbarer Energien im Bereich der Prozesswärme erfolgt im Sektor GHD analog zum Sektor Industrie. Der Raumwärme-, Warmwasser- und Kältebedarf im GHD-Sektor wird im Rahmen der Prognose des Wärmebedarfs in Gebäuden betrachtet (siehe Abschnitt 8.1).

Zunächst wird hierzu wiederum die prognostizierte Entwicklung des Energieeinsatzes für die Wärmebereitstellung der prognostizierten Entwicklung der BWS (Aktivitätsrate) gegenübergestellt (vgl. Abbildung 8-5).

Abbildung 8-5: Prognostizierte Entwicklung des Energieeinsatzes bei der Wärmebereitstellung sowie der Bruttowertschöpfung im Sektor GHD



Quelle: eigene Berechnungen

Insgesamt ergibt sich ein um 13 % fallender Wärmebedarf in 2020 gegenüber 2013, welcher direkt auf die Prozesswärme übertragen wird (vgl. Tabelle 8-2). Die Aufteilung des Sektors GHD in kleinere Einheiten entfällt, da die Unterschiede in den Temperaturniveaus deutlich geringer sind als im Industriesektor und i.d.R. dem niedrigen Temperaturbereich zugeordnet werden können.

Bezüglich der Diffusion von auf Biomasse basierenden erneuerbaren Energieträgern werden die für den Sektor Industrie berechneten Entwicklungen verwendet, da anzunehmen ist, dass sich die Entwicklung der Diffusion im Sektor GHD im Bereich der Prozesswärme analog dazu verhält. Die so generierten Prognosewerte für die Diffusion erneuerbarer Energien werden mit dem prognostizierten Endenergieverbrauch des Sektors GHD für Wärme multipliziert und mit dem Anteil der Prozesswärme verrechnet.

Ebenfalls analog zum Sektor Industrie ist davon auszugehen, dass der Zubau von Solarthermie, Wärmepumpen und Tiefengeothermie auch in Zukunft von untergeordneter Relevanz bleiben wird. Die Ergebnisse der Prognoserechnung finden sich in Tabelle 8-2.

Werden diese Prognosewerte auf den gesamten Endenergieverbrauch für Prozesswärme inkl. Strom bezogen, ergibt sich eine Zunahme des Einsatzes von erneuerbaren Energieträgern von 13 % in 2013 auf 17 % in 2020 im Sektor GHD. Hierfür wurde analog zum Sektor Industrie der Endenergieverbrauch für Prozesswärme fortgeschrieben und in den Anteil mit eingerechnet. Da die maßgeblich durch Strom bereitgestellte Prozesswärme etwa ein Viertel des gesamten Endenergieverbrauchs für Prozesswärme und -kälte im Sektor GHD ausmacht und Strom darüber hinaus etwa ein Fünftel der gesamten Prozesswärme liefert, steigt die obige Quote ohne Berücksichtigung des Stroms auf 20 % in 2013 und 29 % in 2020.

Tabelle 8-2: Prognose des Endenergieverbrauchs für Prozesswärme und des Einsatzes erneuerbarer Energien für die Bereitstellung von Prozesswärme im Sektor GHD

| | | 2013 | 2020 |
|--|-----|------|------|
| EEV Prozesswärme | TWh | 30,9 | 26,9 |
| EEV Prozesswärme, Erneuerbare | TWh | 5,3 | 6,6 |
| EEV Prozesswärme, biogene Festbrennstoffe | TWh | 1,7 | 2,2 |
| EEV Prozesswärme, biogene flüssige Brennstoffe | TWh | 0,2 | 0,3 |
| EEV Prozesswärme, Biogas / Biomethan | TWh | 1,6 | 2,1 |
| EEV Prozesswärme, Klärgas | TWh | 1,7 | 2,1 |
| EEV Prozesswärme, Deponiegas | TWh | 0,0 | 0,0 |
| EEV Prozesswärme, Geothermie | TWh | 0,0 | 0,0 |
| EEV Prozesswärme, Solarthermie | TWh | 0,0 | 0,0 |
| EEV Prozesswärme, Wärmepumpen | TWh | 0,0 | 0,0 |

Quelle: eigene Berechnungen

8.4 Fernwärme

Gemäß dem in Kapitel 2.4.3 dargestellten Daten zum Stand der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt lag die Bereitstellung von Fern- und Nahwärme aus erneuerbaren Energien im Jahr 2013 bei 14,7 TWh. Den größten Anteil hieran hatten biogene Abfälle sowie Biomasse. Zur Abschätzung der Entwicklung erneuerbarer Energien in der Fernwärme bis 2020 sind zudem die Energieträger Solarthermie und Geothermie zu betrachten. Folgende Entwicklungen werden bei der Prognose unterstellt:

Biomasse: Aufgrund der im EEG im Jahr 2014 reduzierten Vergütungssätze für Biomasse-Anlagen und dem politisch angestrebten Ausbaupfad von 100 MW_{el} pro Jahr ist bis zum Jahr 2020 nur mit einem langsamen Wachstum der KWK-Stromerzeugung auf der Basis von Biomasse zu rechnen. Konkret erscheint ein jährlicher Zubau in Höhe von 50 MW_{el} realisierbar, was schätzungsweise

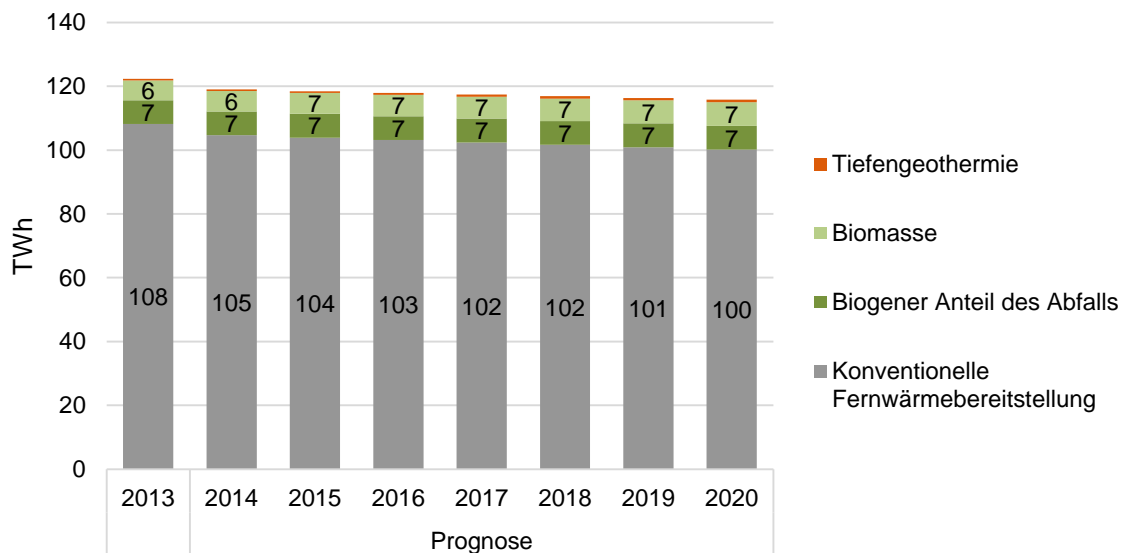
etwa 80 MW_{th} entsprechen dürfte. Der Ausbau der ungekoppelten Wärmeerzeugung durch Biomasse in Heizwerken war bereits in den vergangenen Jahren von eher langsamen Wachstumsraten gekennzeichnet (DBFZ 2013).

Biogener Abfall: Hinsichtlich der Nutzung biogener Abfälle ist von einer weitgehenden Stagnation auszugehen, da das nationale Abfallaufkommen bereits heute nicht ausreicht, um die bestehenden Müllverbrennungsanlagen auszulasten.

Solar- und Geothermie: Die von IFEU, GEF-Ingenieurbüro und AGFW durchgeführte Studie „Transformationsstrategien Fernwärme“ zeigt, dass es aktuell bereits technisch und wirtschaftlich möglich ist, auch Solarthermie-Anlagen und Geothermie-Anlagen in das KWK-/Fernwärmesystem zu integrieren. Bislang gibt es in Deutschland allerdings nur wenige solcher Anlagen.

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen ist daher in den kommenden Jahren nur von einer geringen Zunahme der erneuerbaren Energien in der Fernwärme auszugehen. Abbildung 8-6 stellt die auf Basis dieser Informationen prognostizierte Entwicklung der Fernwärme dar.

Abbildung 8-6: Prognose der Fernwärmebereitstellung bis 2020



Quelle: eigene Berechnungen

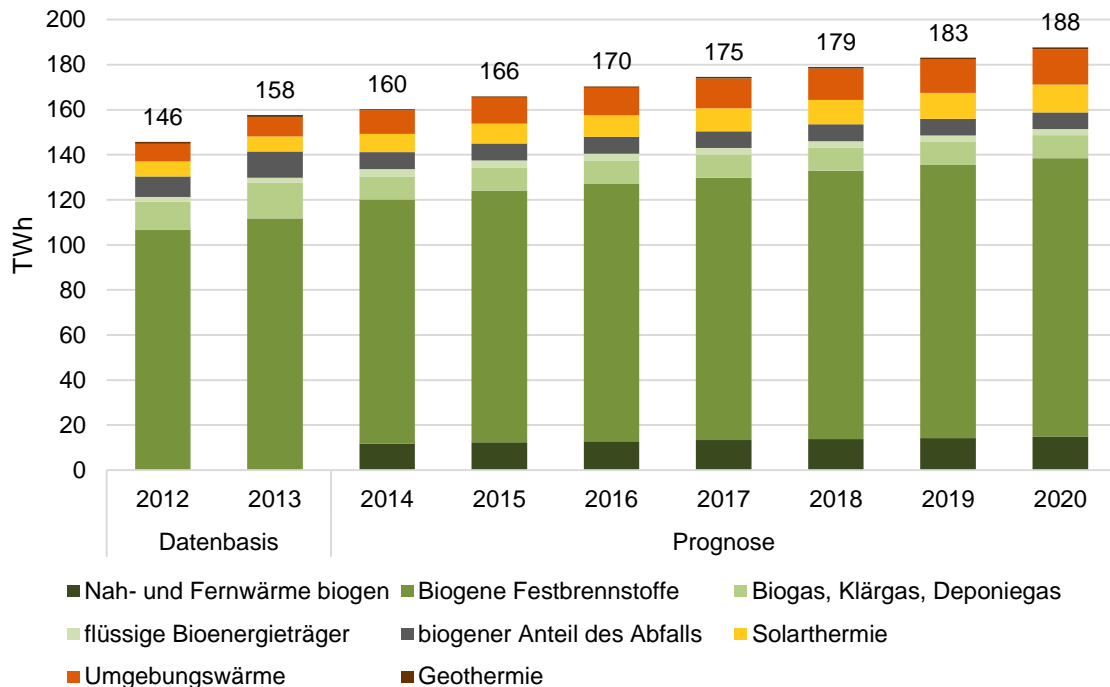
Dem historischen Trend folgend ist bis 2020 von einem leichten Rückgang der Fernwärme auszugehen. Dieser wird im Wesentlichen durch einen sinkenden Wärmebedarf von Gebäuden ausgelöst. Die durch erneuerbare Energien bereitgestellte Wärmemenge erhöht sich bis 2020 im Gegenzug leicht. Der Großteil der erneuerbaren Fernwärme wird auch im Jahr 2020 nach wie vor von biogenen Abfällen und Biomasse bereitgestellt werden. Der Anteil der Geothermie nimmt leicht zu, solare Fernwärme wird auch im Jahr

2020 voraussichtlich noch keine signifikante Rolle spielen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Fernwärme steigt damit vor allem aufgrund des Rückgangs des Fernwärmebedarfs von etwa 11,3 % im Jahr 2012 auf 13,6 % im Jahr 2020.

8.5 Zusammenfassung und Beurteilung der Zielerfüllung

Auf Basis der zuvor dargestellten Prognosen zur Entwicklung des Wärme- und Kältebedarfs und der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien ist davon auszugehen, dass sich die Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien unter den aktuellen Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2020 auf etwa 188 TWh erhöhen wird (Abbildung 8-7). Gegenüber dem Jahr 2012 würde dies einem Anstieg von 42 TWh entsprechen. Der größte Teil dieses Ausbaus wird voraussichtlich durch biogene Festbrennstoffe erfolgen. Die Bedeutung von Solarthermie und Geothermie wird zunehmen. Im Vergleich zur Wärmebereitstellung aus Biomasse werden diese Energieträger jedoch auch im Jahr 2020 nur geringe Beiträge zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien leisten.

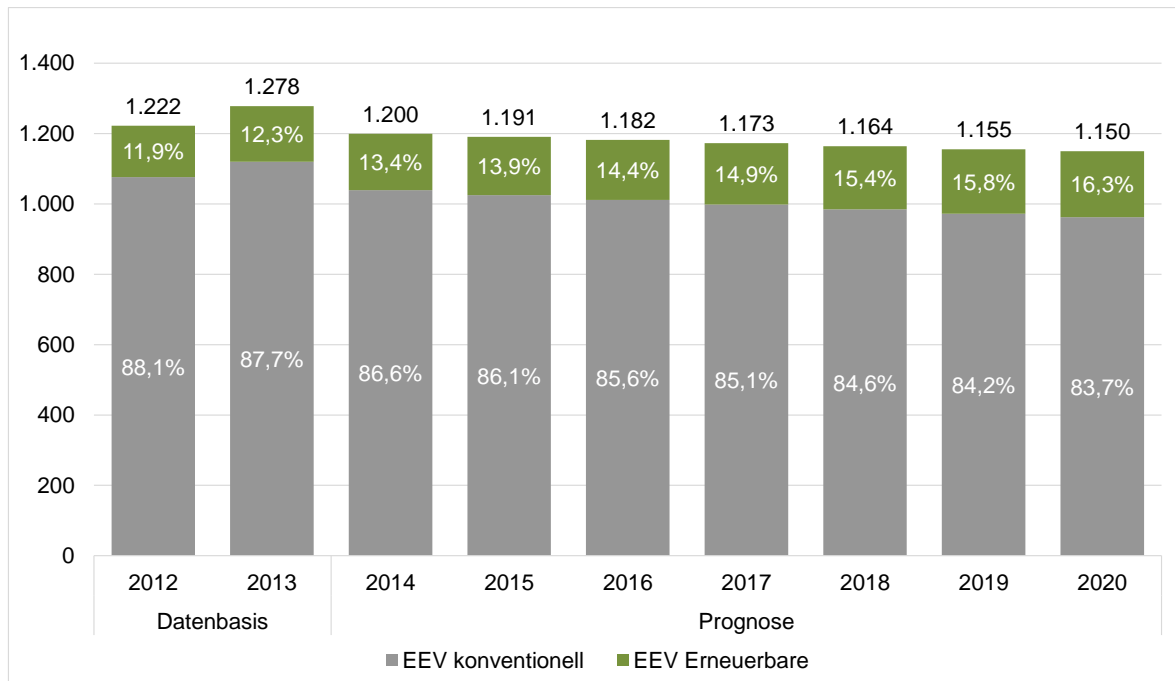
Abbildung 8-7: Entwicklung der Wärme- und Kältebereitstellung aus erneuerbaren Energien bis 2020



Quelle: eigene Berechnungen

Abbildung 8-8 stellt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte unterteilt nach erneuerbaren und konventionellen Energieträgern dar. Auf Basis der Prognoserechnungen ist davon auszugehen, dass der Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis 2020 gegenüber 2012 um etwa 72 TWh zurückgehen wird.

Abbildung 8-8: Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte und Abschätzung der Zielerreichung bis 2020



Quelle: eigene Berechnungen

Gemäß den prognostizierten Entwicklungen von Endenergieverbrauch und erneuerbarer Wärmebereitstellung ergibt sich im Jahr 2020 ein Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte von etwa 16,3 % (Abbildung 8-8).

Auf Basis der getroffenen Annahmen und Entwicklungen der Prognose-Rechnungen ist eine Erreichung des 14 %-Ziels im Jahr 2020 demzufolge wahrscheinlich. Die Prognose beinhaltet zwar verschiedene Unsicherheiten, beispielsweise können witterungs- oder konjunkturbedingte Einflüsse, die längerfristigen Trends folgen, in einzelnen Jahren abweichen. Mit 16,3 % liegt der prognostizierte Anteil jedoch deutlich oberhalb des Zielwerts, so dass auch bei aus Sicht des EE-Wärme-Anteils ungünstigen Entwicklungen Spielraum für die Zielerreichung bleibt.

9 Literatur

- AGEB. 2013. Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012. Berlin.
- . 2015. Energiebilanz der Bunderepublik Deutschland 2013.
- AGFW. 2014. AGFW-Hauptbericht 2013.
- . 2015. Liste der fP -Bescheinigungen nach FW 309-1 nach Städten sortiert. <https://www.agfw.de/service/primarenergiefaktoren/> (Zugegriffen: 16. März 2015).
- ASUE. 2014. BHKW-Kenndaten 2014/15.
- Aydemir, Ali und Jan Steinbach. 2015. Raumlufttechnik und Klimakältesysteme. In: *Energietechnologien der Zukunft*, hg. von Martin Wietschel, Sandra Ullrich, Peter Markewitz, Friedrich Schulte, und Fabio Genese, 369–382. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-07129-5_17 (Zugegriffen: 25. September 2015).
- BDH. 2015a. Daten & Fakten. <http://www.bdh-koeln.de/presse/daten-fakten.html> (Zugegriffen: 25. September 2015).
- . 2015b. Marktentwicklung Wärmeerzeuger 2004-2014.
- BfE. 2012. Statistische Auswertung und Analysen von Klein-Wärmepumpen. Buchs (Schweiz): Schweizer Bundesamt für Energie.
- BMU. 2012. Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG-Erfahrungsbericht). http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/49596.php (Zugegriffen: 20. Dezember 2012).
- . 2013. Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung.
- BMUB. 2013. Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV). *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit*. <http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/energieeffizientes-bauen-und-sanieren/energieeinsparverordnung/> (Zugegriffen: 20. März 2015).
- BMWi. 2012. Energiedaten - nationale und internationale Entwicklung.
- . 2014. Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/zweiter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (Zugegriffen: 29. September 2014).
- . 2015a. Energiedaten.
- . 2015b. Erneuerbare Energien im Jahr 2014: Erste Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland auf Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien.
- . 2015c. Zahlen und Fakten Energiedaten: Nationale und internationale Entwicklung. 16. März. <http://bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten/gesamtausgabe,did=476134.html>.
- . 2015d. Endenergieverbrauch Wärme 1990-2014; unveröffentlicht. August.
- . 2015e. EE-Wärme Zeitreihe, unveröffentlicht. August.
- BMWi und AGEE-Stat. 2014. Erneuerbare Energien im Jahr 2013: Erste vorläufige Daten zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat).
- . 2015. Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland.
- BNetzA. 2014. Biogas-Monitoringbericht 2014. http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Biogas/Biogas_Monitoring/Biogas_Monitoringbericht_2014.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Zugegriffen: 25. September 2015).
- BSW. 2015. Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie).
- BSW, Technomar, itw und co2online. 2012. Fahrplan Solarwärme - Strategie und Maßnahmen der Solarwärme-Branche für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030.
- BT-Drs. 16/9476. 2008. Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (16. Ausschuss) zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – Drucksachen 16/8149, 16/8395 – Entwurf eines Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer. Deutscher Bundestag. Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (16. Ausschuss).
- BWP. 2015. Jahreszahlen.

- C.A.R.M.E.N. 2013. Der Holzpellet-Preis-Index, Jahresmittelwerte. <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/holzpellets/jahresmittelwerte/121-der-pellet-preis-index-jahresmittelwerte> (Zugegriffen: 21. März 2013).
- C.A.R.M.E.N. 2013. Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln. <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel/jahresmittelwerte> (Zugegriffen: 21. März 2013).
- DBFZ. 2013. Methodenentwicklung biogene Wärme.
- . 2014. Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben IIa: Biomasse).
- DBFZ und IWES. 2014. Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben IIa Biomasse).
- DBFZ und Jürgen Zeddies. 2011. Biomassepotenziale aus dem Energiepflanzenanbau in Deutschland, in: Informationen zur Raumentwicklung (Heft 5/6.2011).
- DEPI. 2015. Pelletfeuerungen/Wärmebereitstellung in Deutschland. http://www.depv.de/de/home/marktdaten/entwicklung_pelletheizungen/ (Zugegriffen: 3. März 2015).
- Diefenbach, Nikolaus, Holger Cischinsky, Markus Rodenfels und Klaus-Dieter Clausnitzer. 2010. Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt (IWU).
- DLR, ifeu, LBST und DBFZ. 2013. Biomassepotenziale und Nutzungskonkurrenzen: Kurzstudie im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung, Unterstützung und Beratung des BMVBS in den Bereichen Verkehr und Mobilität mit besonderem Fokus auf Kraftstoffen und Antriebstechnologien sowie Energie und Klima.
- Ecofys. 2013. Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS Online Publikation.
- Ecofys, Fraunhofer ISI, Öko-Institut, IZES und Stefan Klinski. 2013. Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß §18 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz.
- Ecofys und Prognos. 2011. Potenziale der Wärmepumpe zum Lastmanagement im Strommarkt und zur Netzintegration erneuerbarer Energien.
- Eurostat. 2013. SHARES Tool Manual, Version 2013.50204. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956088/SHARES-2013-manual.pdf/6545be46-cacc-4e6d-baee-eceb99192d2f> (Zugegriffen: 1. April 2015).
- Fachverband Gebäude-Klima. 2011. Regenerative Energien in der Klima- und Lüftungstechnik.
- Fichtner, DLR, ifeu, GFZ, SWT und TFZ. 2010. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011: Evaluierung des Förderjahres 2009. http://www.erneuerbare-energien.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/39812.php (Zugegriffen: 21. Juni 2012).
- Fichtner, DLR, TFZ, DBI-Gas- und Umwelttechnik GmbH, TUHH-IUE und Ecofys. 2014. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014.
- . 2015. Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014. Evaluierung des Förderjahres 2013.
- FNR. 2013a. Leitfaden Biogas: Von der Gewinnung zur Nutzung.
- . 2013b. Basisdaten Bioenergie Deutschland.
- . 2015a. Hackschnitzel-Heizungen 2015: Was muss aktuell beachtet werden?
- . 2015b. Faustzahlen Biogas. <http://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen/> (Zugegriffen: 25. September 2015).
- Fraunhofer ISE, Fraunhofer ISI, Öko-Institut, IREES GmbH, TU Wien und Bremer Energie Institut. 2012a. Erarbeitung einer integrierten Wärme- und Kältestrategie: Arbeitspaket 7 - Szenarienberechnung, Policy-Evaluation und Sensitivitätsanalysen.
- . 2012b. Erarbeitung einer integrierten Wärme- und Kältestrategie: Arbeitspaket 1 - Bestandsaufnahme und Strukturierung des Wärme- und Kältebereichs.
- . 2013. Erarbeitung einer integrierten Wärme- und Kältestrategie (Phase 2): Zielsysteme für den Gebäudebereich im Jahr 2050.
- Fraunhofer ISI, IREES, IfE und GfK. 2011. Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010.
- Gasser. 2013. Leistungsgeregelte Wärmepumpen – Erfahrungen und Potenzial gehalten auf der Tagung des BFE-Forschungsprogramms „Wärmepumpen und Kälte“, 26. Juni, Burgdorf (Schweiz).

- GZB. 2010. GeothermieZentrum Bochum im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW): Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes. Bestandsaufnahme und Trends. Bochum.
- Hofmann, Frank, Sven Schimschar, Kjell Bettgenhäuser, Ursel Weissleder, Jochen Fröhlich, Juri Horst, Patrick Hoffmann, u. a. 2011. Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichtes gemäß § 18 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz.
- IFEU. 2013. Ökologische Bewertung von Ökogas-Produkten.
- IFEU, Dena, Ecofys, Bergische Universität, Klinski und TU Darmstadt. 2014. 100 % Wärme aus Erneuerbaren Energien. Auf dem Weg zum Niedrigstenergiegebäude im Bestand.
- ifeu, DLR und ZSW. 2010. Prozesswärme im Marktanreizprogramm: Zwischenbericht zu Perspektivische Weiterentwicklung des Marktanreizprogramms.
- IFEU, DLR, ZSW und ITG. 2013. Perspektivische Entwicklung des Marktanreizprogramms, 1. Zwischenbericht.
- IFEU, GEF und AGFW. 2013. Transformationsstrategien Fernwärme. Frankfurt.
- IINAS. 2015. GEMIS. <http://www.iinas.org/gemis-download-de.html>.
- Institut für nachhaltige Energie- und Ressourcennutzung (iner). 2015. Erneuerbare Energien zur individuellen Wärme- und Kälteerzeugung: Innovationen und Herausforderungen auf dem Weg in den Wärmemarkt.
- IWU. 2014. Gradtagszahlen Deutschland. <http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen/#c205> (Zugegriffen: 29. September 2014).
- Klauß, Swen. 2010. Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit Projektdaten. Kassel: Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V. im Auftrag des BMVBS und des BBSR.
- LWF. 2014. Energieholzmarkt Bayern 2012: Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch. Freising.
- Maas, Anton, Hans Erhorn, Bert Oschatz und Heiko Schiller. 2012. Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012 – Anforderungsmethodik, Regelwerk und Wirtschaftlichkeit. BMVBS-Online Publikation 05/2012.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. 2011. Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg.
- Müller, Thorsten, Volker Oschmann und Guido Wustlich, Hrsg. 2010. *EEWärmeG-Erneuerbare Energien Wärmegesetz. Kommentar*. München: C.H.Beck.
- Nast, Michael. 2009. EEWärmeG und Marktanreizprogramm. In: *Tagungsband 19*. Kloster Banz, Mai.
- Nitsch, Joachim. 2007. Leitstudie 2007: Ausbaustrategie Erneuerbare Energien.
- O A. 2009. *Richtlinie 2009/28/EG vom 23. April 2009 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG*.
- O A. 2013. *Beschluss der Kommission vom 1. März 2013 zur Festlegung von Leitlinien für die Mitgliedstaaten zur Berechnung der durch verschiedene Wärmepumpen-Technologien aus erneuerbaren Quellen gewonnenen Energie gemäß Artikel 5 der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates*.
- Öko-Institut und Fraunhofer ISI. 2010. Abschätzung der Kosten einer Ausweitung der Nutzungspflicht auf bestehende öffentliche Gebäude.
- . 2014. Klimaschutzszenario 2050: 1. Modellierungsrunde.
- Öko-Institut, Fraunhofer ISI, Klinski, IfEU, ITG und Geiser & van Oppen. 2015. Instrumente und Rechtsfragen EEWärmeG Zwischenbericht AP3: Abgleich der Regelwerke EEWärmeG und EnEV/EnEG – Phase 1: Systematische Gegenüberstellung. Hg. von Friedhelm Keimeyer, Veit Bürger, Jan Steinbach, Martin Pehnt, Stefan Klinski, Margarethe van Oppen, und Bert Oschatz. Berlin, Freiburg: Unveröffentlicht.
- Öko-Institut, Fraunhofer ISI, IfEU, HWR Berlin, Geiser & van Oppen, ITG Dresden im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- Photovoltaik-Guide. 2015. PV-Preisindex: Aktuelle Preise von schlüsselfertigen Photovoltaikanlagen. <http://www.photovoltaik-guide.de/pv-preisindex> (Zugegriffen: 16. Juni 2015).
- Prognos, EWI und GWS. 2010. Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung.
- . 2014. Entwicklung der Energiemärkte: Energiereferenzprognose.
- Prognos, Fraunhofer IFAM, BHKW-Consult und IREES. 2014. Potenzial- und Kosten-Nutzen-Analyse zu den Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-Kopplung (Umsetzung der EU-Energieeffizienzrichtlinie) sowie Evaluierung des KWKG im Jahr 2014.

- Prognos, Fraunhofer ISI und TU München. 2014. Datenbasis Endenergieverbrauch Energieeffizienz in der Zeitreihe: Ergebnistabellen für die Jahre 2005-2012. 31. März.
- . 2015. Datenbasis Endenergieverbrauch Energieeffizienz in der Zeitreihe: Ergebnistabellen für die Jahre 2005-2013.
- RL 2009/28/EG. 2009. Richtlinie 2009/28/EG vom 23. April 2009 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. *AbIEU Nr. L 140/16 v. 5.6.2009*.
- RWI. 2013. Erstellen der Anwendungsbilanzen 2011 und 2012 für den Sektor Private Haushalte. Im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. Essen.
- Schlomann, Barbara, Jan Steinbach, Heinrich Kleeberger, Bernd Geiger, Antje Pich, Edelgard Gruber, Michael Mai und Andreas Gerspacher. 2013. Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010. *Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)*. Karlsruhe, München, Nürnberg.
- SDH. 2015. Ranking List of European Large Scale Solar Heating Plants. <http://www.solar-district-heating.eu/ServicesTools/Plantdatabase.aspx> (Zugegriffen: 29. März 2015).
- Shell, BDH, HWWI und ITG. 2013. Klimaschutz im Wohnungssektor – Wie heizen wir morgen? Fakten, Trends und Perspektiven für Heiztechniken bis 2030.
- StBA. 2012. Fachserie 5 Heft 1 Bauen und Wohnen Mikrozensus Zusatzerhebung 2010: Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte. Wiesbaden.
- . 2014a. Monatsbericht über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung.
- . 2014b. Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden sowie des Verarbeitenden Gewerbes.
- . 2014c. Baugenehmigungen für Wohngebäude nach Gebäudeart und verwendeter Energie zur Heizung (Primär und Sekundär) 2013 (Tabelle G IE 7A).
- . 2014d. Baugenehmigungen für Nichtwohngebäude nach Gebäudeart und verwendeter Energie zur Heizung (Primär und Sekundär) 2013 (Tabelle G IE8).
- . 2015a. Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme.
- . 2015b. Erhebung über Erzeugung, Bezug, Verwendung und Abgabe von Wärme: Qualitätsbericht. Wiesbaden.
- . 2015c. Baugenehmigungen/Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980.
- . 2015d. Baugenehmigungen für Wohn- und Nichtwohngebäude nach Gebäudeart und Merkmalen zum EE-WärmeG.
- . 2015e. Baugenehmigungen für Wohn- und Nichtwohngebäude nach Gebäudeart und verwendeter Energie zur Heizung (primär und sekundär).
- . 2015f. Beschäftigte, Umsatz, Produktionswert und Wertschöpfung der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe.
- Struschka, Michael, Daniel Kilgus, Maïke Springmann und Günter Baumbach. 2008. Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. Dessau-Roßlau: UBA.
- SWW. 2015a. Marktübersicht Flachkollektoren. *Sonne, Wind und Wärme*. <http://www.sonnewind-waerme.de/marktuebersicht/flachkollektoren> (Zugegriffen: 16. Juni 2015).
- . 2015b. Marktübersicht Vakuumröhrenkollektoren. *Sonne, Wind und Wärme*. <http://tableserver.eu01.aws.af.cm/tables/fis5irqmcsn> (Zugegriffen: 16. Juni 2015).
- TFZ. 2009. Entwicklung Scheitholzpreise. *Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing. Persönliche Mitteilung; erhalten am 06.07.2009*.
- . 2011. Aktuelle Scheitholzpreise. <http://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/17385/> (Zugegriffen: 19. September 2011).
- . 2013. Aktuelle Scheitholzpreise. <http://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/17385/> (Zugegriffen: 21. März 2013).
- UBA. 2013. Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energietraeger-0>.
- . 2014a. Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger: Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013.
- . 2014b. Nachhaltige Kälterzeugung in Deutschland an den Beispielen Gebäudeklimatisierung und Industrie.

- . 2014c. KWK-Ausbau: Entwicklung, Prognose, Wirksamkeit der Anreize im KWK-Gesetz unter Berücksichtigung von Emissionshandel, Erneuerbare-Energien-Gesetz und anderen Instrumenten. Dessau-Roßlau. Viehmann, Cornelia und Torsten Schröder. 2012. Märkte für Kleinabscheider. Übersicht zum Kleinfeuerungsanlagenbestand in Deutschland. In: . Zeitgeschichtliches Forum, Leipzig.
- WEKA MEDIA. 2014. sirAdos Baupreisedatenbank. www.baupreise.de.
- Wernicke, Ingrid und Jochen Diekmann. 2014. Methodische Änderungen der Energiebilanz. <http://www.ag-energiebilanzen.de/DE/daten-und-fakten/bilanzen-1990-2012/bilanzen-1990-2012.html> (Zugegriffen: 2. Juli 2014).
- WPZ. 2015a. Prüfergebnisse. <http://www.wpz.ch/ies/kompetenzen/fachstelle-waermepumpen-testzentrum-wpz/pruefergebnisse.html> (Zugegriffen: 6. November 2015).
- . 2015b. Prüfergebnisse Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen basierend auf der EN 14511:2011 vom 23.03.2015. <http://www.wpz.ch/fileadmin/Institute/IES/pdf/PruefResSW150323.pdf> (Zugegriffen: 6. November 2015).
- . 2015c. Prüfergebnisse Luft/Wasser-Wärmepumpen basierend auf der EN 14511:2013 und EN 14825:2013 vom 02.06.2015. <http://www.wpz.ch/fileadmin/Institute/IES/pdf/PruefResLW150602.pdf> (Zugegriffen: 6. November 2015).