

Wie kann der Ölheizungsbestand die Klimaziele erreichen?





Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden

Forschung und Anwendung GmbH

Prof. Oschatz - Prof. Hartmann - Prof. Werdin

Wie kann der Ölheizungsbestand die Klimaziele erreichen?

Auftraggeber: IWO Institut für Wärme und Oeltechnik e. V.
Süderstraße 73 a
20097 Hamburg

Auftragnehmer: ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Tiergartenstr. 54 in 01219 Dresden
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz
Dr.-Ing. Bernadetta Winiewska

Dresden, 6. Mai 2019

Management Summary

1. Ausgangssituation

Es ist das erklärte Ziel der deutschen Energie- und Klimapolitik, bis zum Jahr 2050 die Emissionen von Treibhausgasen gegenüber 1990 um 80 % bis 95 % zu senken. Für das Erreichen dieser Werte spielt der Gebäudeenergiesektor eine wichtige Rolle, da er einen wesentlichen Anteil an den Gesamtemissionen verursacht und gleichzeitig ein großes Minderungspotenzial aufweist.

Von den deutschlandweit etwa 41 Millionen beheizten Wohneinheiten werden gegenwärtig rund drei Viertel durch Erdgas oder Heizöl mit Wärme versorgt. Für die Klimaziele ist diese Ausgangssituation eine besondere Herausforderung, denn eine vollständige Umstellung auf rein erneuerbare Energieträger ist kurzfristig nicht realisierbar.

Allein durch den Energieträger Heizöl wurden im Jahr 2017 deutschlandweit rund 20 Millionen Menschen in ihren Wohnungen mit Wärme versorgt, es gab insgesamt rund 5,6 Mio. Ölheizungen. Die vorliegende Studie betrachtet davon die 5,48 Millionen Ölheizungen, die den Bereichen Wohngebäude sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) zugeordnet werden können. Sie zeigt hierfür auf, wie der entsprechende Gebäudebestand und die Wärmeversorgung modernisiert werden könnten, um die vorgegebenen Ziele ausgehend von 1990 bis 2050 Schritt für Schritt zu erreichen.

2. Vorgehensweise

Im Rahmen der Untersuchung wurden für ölbeheizte Gebäude von 1990 bis 2017 bereits erzielte Treibhausgasreduktionen ermittelt sowie mögliche Einsparungen von 2018 bis 2030 und weiter bis 2050 berechnet. Es wurden u.a. der Einfluss der energetischen Verbesserung von Gebäude- und Anlagentechnik sowie der Entwicklung des Ölheizungsbestandes bei unterschiedlichen Zielwerten und -jahren betrachtet.

Die durch Gebäude- und Anlagensanierung erzielbaren Einsparungen für die modellierten Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH) sowie Mehrfamilienhaus (MFH), klein und groß, wurden auf den gesamten ölbeheizten Gebäudebestand hochgerechnet. Trotz zum Teil angesetzter ambitionierter Sanierungsaktivitäten konnten die Ziele für 2030 (-67% gegenüber 1990) und 2050 (-80% bzw. -95% gegenüber 1990) nicht vollständig erreicht werden. Für die Schließung der verbleibenden Lücken zur Zielerreichung (insbesondere für 2030) wurden zusätzliche Maßnahmen identifiziert und bezüglich der erreichbaren CO₂-Minderung quantifiziert.

3. Zentrale Ergebnisse

Seit 1990 wurden die Treibhausgasemissionen ölbeheizter Gebäude in den im Rahmen der Studie betrachteten Sektoren Haushalte und GHD bereits um 45% verringert - dies entspricht der Heizölabsatzentwicklung von 1990 bis 2017. Der Gesamtbestand in den beiden Sektoren hat im gleichen Zeitraum eine Emissionsminderung von ca. 38% für Wärmeanwendungen erzielt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die stärkere Minderung der Emissionen im Heizölbereich in gewissem Maße durch einen Energieträgerwechsel verursacht wurde.

Um die Klimaziele zu erreichen, ist ein ambitioniertes Vorgehen bei der Gebäude- und Anlagensanierung (energetische Verbesserung der Gebäudehülle, Heizungsmodernisierung, Hybridsysteme mit Einbindung von erneuerbarer Energie) unumgänglich. Trotz unterstellter ambitionierter Sanierungsaktivitäten bis zum Jahr 2030 bleibt eine Differenz zum Zielwert von rund 10 Mio. t CO₂ pro Jahr.

Für die Schließung dieser Lücke sind weitere Maßnahmen erforderlich. Dies sind insbesondere deutlich ambitioniertere Effizienzsteigerungen, die Nutzbarmachung derzeit abgeregelter Strommengen aus erneuerbaren Energien in Hybridheizungen, das Heben von Einsparpotenzialen durch die Digitalisierung im Gebäudebereich (u. a. „Smart Home“) sowie brennstoffseitige THG-Minderungsoptionen.

Hinsichtlich der Zielwerte für 2050 kann durch ein weiterhin ambitioniertes Vorgehen bei der Gebäude- und Anlagensanierung die Lücke zum THG-Minderungsziel von -95% bis auf rund 20 Mio. t CO₂ verkleinert werden. Auch hier können die bereits genannten Maßnahmen dafür sorgen, die Lücke vollständig zu schließen. Dabei werden insbesondere im Zeitraum nach 2030 treibhausgasreduzierte flüssige Energieträger eine zunehmend wichtige Rolle spielen.

4. Handlungsempfehlungen

Zur Erreichung der klimapolitischen Ziele in Deutschland lässt sich aus den Ergebnissen der Studie folgendes Maßnahmenpaket für den Ölheizungsbestand ableiten:

- Deutlich ambitioniertere Effizienzsteigerungen (Gebäudehülle und Anlagentechnik) durch beispielsweise eine attraktive und technologieoffene steuerliche Sanierungsförderung.
- Die Förderung von Einzelmaßnahmen (KfW-Förderung) sollte auch für den Austausch alter Kessel gegen effiziente neue Brennwertkessel beibehalten und ausgebaut werden.
- Heben der Potenziale einer Digitalisierung im Gebäudebereich (u. a. „Smart Home“) durch eine zusätzliche Förderung für entsprechende Maßnahmen.
- Es bedarf einer attraktiven technologieoffenen Förderung von hybriden Systemen inklusive der Berücksichtigung von Photovoltaik-Hybridsystemen zur anteiligen Nutzung von selbst erzeugtem Strom für die Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung.
- Im Gebäudeenergiegesetz sollte eine ganzheitliche Betrachtung des gesamten Wärme- und Strombedarfs stattfinden, treibhausgasreduzierte flüssige Energieträger sollten gleichwertig mit anderen Optionen behandelt werden.
- Nutzbarmachung derzeit abgeregelter Strommengen aus erneuerbaren Energien in Hybridheizungen: dazu sollten die regulatorischen Rahmenbedingungen im Strommarkt so angepasst werden, dass z. B. durch Preisanreize die Stromnachfrage gezielt dann angeregt wird, wenn gerade ansonsten abgeregelter Strom aus erneuerbaren Energien (z.B. Windstrom) zur Verfügung steht und umgekehrt Strom dann teuer wird, wenn die Stromnachfrage durch erneuerbare Energien nicht gedeckt werden könnte und Strom konventionell produziert werden müsste.
- Einführung geeigneter Markteinführungsprogramme zur Nutzung brennstoffseitiger Treibhausgasreduzierungsoptionen durch den Einsatz von mit Strom aus erneuerbaren Energien erzeugter flüssiger Energieträger (Power to Liquids).
- Sicherstellung einer technologieoffenen Forschungsförderung für die möglichst zügige Entwicklung treibhausgasreduzierter Brennstoffe.

Inhalt

Management Summary	3
1 Einleitung.....	2
2 Randbedingungen.....	4
2.1 Gebäude und Wärmeschutz – Status quo.....	4
2.2 Sanierung	4
2.3 Sanierungsraten	5
3 Berechnungen.....	6
3.1 Energiebedarfsberechnung und CO ₂ -Emissionen	6
3.2 Hochrechnung auf Gesamtbestand	6
3.3 Bezugsjahr 1990.....	7
3.4 Verbrauchswerte – Status quo	7
3.5 Anzahl relevanter Ölanlagen im Gebäudebestand	8
3.6 Wichtung der Anlagenvarianten.....	8
4 Ergebnisse.....	12
4.1 Minderung der CO ₂ -Emissionen durch Gebäude- und Anlagensanierung ..	12
4.2 Verbleibende Differenz zum Zielwert.....	13
4.3 Maßnahmen zur Schließung der Lücke zum Zielwert.....	16
4.3.1 Maßnahmen zur Zielerfüllung 2030	16
4.3.2 Maßnahmen zur Zielerfüllung 2050	19
5 Literatur	24

1 Einleitung

Die deutsche Energie- und Klimapolitik verfolgt das Ziel einer weitgehenden Treibhausgasneutralität bis 2050. In dem Energiekonzept hat die Bundesregierung im Jahr 2010 beschlossen, die Treibhausgasemissionen bis 2050 gegenüber 1990 um 80 bis 95% zu senken. Mit dem im November 2016 beschlossenen [Klimaschutzplan 2050] wurden diese Ziele bekräftigt und präzisiert. Gemäß dem Zwischenziel für 2030 sollen die gesamten Treibhausgasemissionen (THG) in Deutschland um mindestens 55% gegenüber 1990 gemindert werden. Dabei variieren die Sektorenziele zwischen 31% und 67%. Im Gebäudebereich soll die Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2030 66 bis 67% (gegenüber 1990) betragen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Sektorenziele für 2030 entsprechend dem [Klimaschutzplan 2050]

Handlungsfeld	1990 (in Mio. Tonnen CO ₂ -Äq.)	2030 (in Mio. Tonnen CO ₂ -Äq.)	2030 (Minderung gegenüber 1990)
Energiewirtschaft	466	175 - 183	62 – 61%
Gebäude	209	70 - 72	67 – 66%
Verkehr	163	95 - 98	42 – 40%
Industrie	283	140 - 143	51 – 49%
Landwirtschaft	88	58 - 91	34 – 31%
Teilsomme	1.209	538 - 557	56 – 54%
Sonstige	39	5	87%
Gesamtsumme	1.248	543 - 562	56 – 55%

Bei der Erreichung der klimapolitischen Ziele spielt daher der Gebäudeenergiesektor eine wesentliche Rolle, da dieser ein großes Minderungspotenzial an Treibhausgasemissionen aufweist. Gut ein Viertel der zentralen Wärmeerzeuger, die zur Konditionierung des Gebäudebestandes aktuell eingesetzt werden, werden mit Heizöl betrieben (s. Abbildung 1). Die Grafik zeigt außerdem, dass viele der installierten Wärmeerzeuger unzureichend effizient sind und ein großer Erneuerungsbedarf besteht.

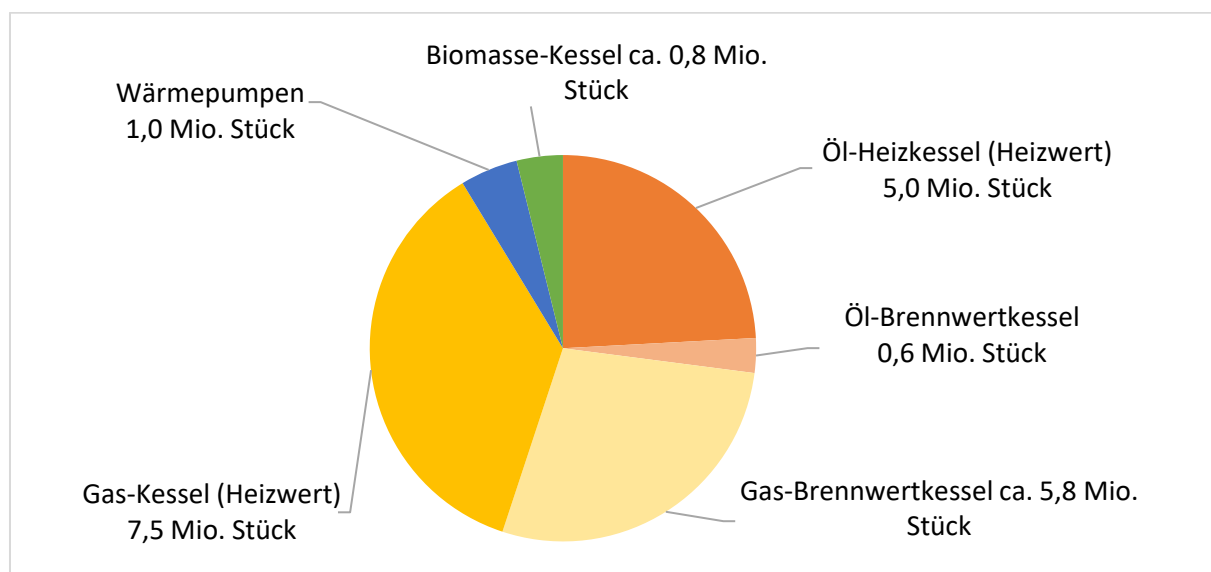


Abbildung 1: Gesamtbestand zentraler Wärmeerzeuger 2017, Datenquelle: Erhebung des Schornsteinfegerhandwerks für 2017 und BDH-Schätzung

In vorliegender Studie soll daher ein Sanierungsfahrplan erarbeitet werden, welcher aufzeigt, wie im ölbeheizten Gebäudebestand die vorgegebenen Ziele ausgehend von 1990 bis 2050 erreicht werden können. Dabei werden insbesondere Möglichkeiten aufgezeigt, wie der mit Heizöl beheizte Gebäudebestand die Minderungsziele für das Zieljahr 2030 erreichen kann. Diese sind bedingt durch die Kürze der verbleibenden Zeit als sehr ambitioniert zu sehen.

Im Rahmen der Ausarbeitung werden für den Energieträger Heizöl energetische Berechnungen für drei verschiedene Gebäudetypen durchgeführt. Ausgehend von einem definierten IST-Zustand für 1990 werden die Einsparungen an Endenergie und CO₂-Emissionen für verschiedene Sanierungsschritte ermittelt. Anschließend wird die trotz durchgeführten Sanierungsmaßnahmen verbleibende Differenz zum Zielwert ermittelt und die denkbaren Maßnahmen zur Schließung der Lücke vorgeschlagen. Das Ziel der Studie besteht daher darin, zu überprüfen, ob und auf welche Art und Weise die THG-Minderungsziele insbesondere für das Ziel Jahr 2030 in dem mit Heizöl beheizten Gebäudebestand erreicht werden können.

2 Randbedingungen

2.1 Gebäude und Wärmeschutz – Status quo

Im Rahmen der Berechnungen werden folgende drei Gebäudetypen analog der [geea-Gebäudestudie] betrachtet:

- Einfamilienhaus freistehend (EFH)
- Mehrfamilienhaus klein mit 6 Wohneinheiten (MFH)
- Mehrfamilienhaus groß mit 34 Wohneinheiten (G_MFH)

Zur Beschreibung des Status quo der bestehenden Öl-Altanlagen wird Folgendes unterstellt:

- Wärmeschutz der Gebäudehülle etwa Wärmeschutzverordnung 1984 [WSchV 84] (s. Tabelle 2)
- Altkessel: Standard- und Niedertemperaturtechnik, gewichtet
- Anteil zusätzlicher Kaminöfen: 45%

Die bestehenden Öl-Brennwertkessel werden sowohl auf die unsanierten als auch auf die sanierten Gebäude verteilt. Die Wichtung orientiert sich an den Verhältnissen zwischen der Sanierungsrate Anlagentechnik und dem Vollsanierungsäquivalent Gebäudehülle. Diese werden für den Status quo wie folgt angenommen:

- Sanierungsrate Anlagentechnik: 3%
- Vollsanierungsäquivalent Gebäudehülle: 1%

Tabelle 2: U-Werte vor und nach der baulichen Sanierung

	U-Wert in W/m ² K	
	vor Sanierung	nach Sanierung
Außenwand	0,60	0,20
Fenster	2,80	0,95
Dach	0,40	0,14
oberste Geschossdecke	0,40	0,14
Kellerdecke	0,60	0,25
Wände gegen Erdreich	0,60	0,25
Boden gegen Erdreich	0,60	0,25
Wärmebrückenzuschlag	0,10	0,05

2.2 Sanierung

Zur Effizienzsteigerung der ölbeheizten Gebäude werden sowohl bauliche als auch anlagenseitige Maßnahmen berücksichtigt.

Bei der baulichen Sanierung wird die Dämmung der Gebäudehülle auf KfW-Effizienzhausniveau 55 mit den in Tabelle 2 ausgewiesenen U-Werten nach Sanierung angenommen.

Auf der Anlagenseite werden folgende Technologien betrachtet und soweit sinnvoll miteinander kombiniert:

- Öl-Brennwerttechnik
- Solarthermie
- PV-Anlage
- Kaminofen mit Holz
- Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- Hybrid-Gerät mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe zur Heizung und Trinkwassererwärmung und einem Öl-Brennwertkessel als Spitzenlastwärmeerzeuger
- Warmwasser-Wärmepumpe

In Verbindung mit dem Austausch des Wärmeerzeugers und Warmwasserspeichers werden geringinvestive Maßnahmen, wie z.B. hydraulischer Abgleich, Dämmung der Verteilleitungen vorgenommen. Zusätzlich werden folgende Annahmen getroffen:

- keine Kaminöfen in Mehrfamilienhäusern
- falls Solarenergienutzung, dann entweder mit einer PV-Anlage oder einer Solarthermieanlage.

Die PV-Anlage wird überwiegend in Verbindung mit Warmwasser-Wärmepumpe und dem Hybrid-Gerät berücksichtigt. Es werden jedoch je nach Variante Konstellationen mit Brennwertkessel bzw. Brennwertkessel und Kaminofen in unterschiedlicher Ausprägung unterstellt.

Die Altanlage kann somit durch unterschiedliche Anlagenkonstellationen ersetzt werden. Die Wichtung der Sanierungsvarianten wird für jedes Gebäudetyp und jedes Jahr variiert.

2.3 Sanierungsraten

Im Rahmen der Betrachtung werden für die Sanierungsraten zwei Fälle unterschieden:

- Moderater Anstieg der Sanierungsraten

	2017	2030	2050
Sanierungsrate Anlagentechnik	3,0%	3,5%	4,0%
Vollsanierungsäquivalent Gebäudehülle	1,0%	1,2%	1,2%

- Ambitionierter Anstieg der Sanierungsraten

	2017	ab 2030
Sanierungsrate Anlagentechnik	3,0%	4,5%
Vollsanierungsäquivalent Gebäudehülle	1,0%	1,4%

3 Berechnungen

3.1 Energiebedarfsberechnung und CO₂-Emissionen

Die Energiebedarfsberechnung erfolgt mit [DIN V 18599:2011] mit Anpassung des Nutzenergiebedarfes Warmwasser entsprechend aktueller Ausgabe der Norm von September 2018 [DIN V 18599:2018]. Die normativ errechneten Werte werden anschließend mit einer Bedarfs-Verbrauchs-Korrektur in Anlehnung an [BMVBS 2012] versehen, um realitätsnahe Verbrauchsdaten abzubilden.

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen werden folgende CO₂-Emissionsfaktoren (s. Tabelle 3) zugrunde gelegt:

- Aktuell, alle Energieträger: Werte entsprechend dem Arbeitsentwurf zum Gebäudeenergiegesetz [GEG]
- Zukünftig: Entwicklung der Kennwerte für Strom und Holz entsprechend der geea-Gebäudetudie für das technologieoffene Szenario (Differenzierung nach Zielvorgabe: -80% und -95%)
- Zukünftig: Entwicklung des Emissionsfaktors für Heizöl abhängig von der Höhe der Beimischung des THG-neutralen flüssigen Energieträgers
- 2050: CO₂-Emissionsfaktoren Gas analog Öl (keine CO₂-Einsparung mehr durch Wechsel Öl zu Gas)

Tabelle 3: Verwendete CO₂-Emissionsfaktoren

	CO ₂ -Emissionsfaktoren in g/kWh			
	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz
2017	310	240	560	30
2050, Ziel 80%	Abhängig vom Anteil THG-neutraler Mengen		84	10
2050, Ziel 95%			56	10

Bei der Berechnung der CO₂-Emissionen werden die CO₂-Emissionen aller zur Beheizung und Trinkwassererwärmung eingesetzter Energieträger incl. der Hilfsenergie und der Stromaufwendungen für die Lüftungsanlage mit WRG bilanziert.

Der erneuerbar erzeugte Strom (PV-Strom) wird vollständig mit dem für das jeweilige Jahr unterstellten CO₂-Emissionsfaktor für allgemeinen Strommix gutgeschrieben.

3.2 Hochrechnung auf Gesamtbestand

Mit den Berechnungsergebnissen der Modellgebäude wird eine Hochrechnung für den Gesamtbestand an ölbeheizten Gebäuden vorgenommen. Da aus der vorliegenden Datenbasis die Anzahl der ölbeheizten Wohngebäude und damit die Anlagenanzahl im Wohngebäudebestand nicht eindeutig bestimmt werden kann, wird die Anlagenanzahl aus dem Gesamt-Heizölverbrauch und dem gewichteten Heizölverbrauch pro Gebäude bestimmt.

Entsprechend den BMWi-Angaben [BMWi 2019] sieht die Heizöl-Verbrauchsstruktur für 2017 wie folgt aus:

- | | | |
|---|---------------|---------------|
| • Industrie | 1.917 Mio. l | (1,6 Mio.t) |
| • Haushalte | 12.712 Mio. l | (10,7 Mio. t) |
| • Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) | 4.760 Mio. l | (4,0 Mio. t) |
| • Insgesamt | 19.389 Mio. l | (16,4 Mio. t) |

Im Rahmen der Ausarbeitung wird der Verbrauch der Haushalte und von GHD betrachtet. Damit ergibt sich für diesen Bereich im Jahr 2017 ein Gesamt-Heizölverbrauch von 17.472 Mio. l.

Hinsichtlich der Entwicklung der Anzahl ölbeheizter Gebäude werden folgende zwei Szenarien betrachtet:

- Szenario 1: Konstante Anzahl der ölbeheizten Gebäude ab dem Jahr 2018 (d.h. kein Energieträgerwechsel im Bestand)
- Szenario 2: Anlagenbestand mit Berücksichtigung von Abgängen bedingt durch Energieträgerwechsel
 - Entwicklung entsprechend den Annahmen der [geea Gebäudestudie] (bis zu 40% Abgänge bis zum Jahr 2050)
 - Für die Abgänge (zu Gas und Strom) werden die CO₂-Emissionen berechnet und in die Bilanzierung einbezogen.

3.3 Bezugsjahr 1990

Die CO₂-Emissionen der ölbeheizten Wohngebäude für das Bezugsjahr 1990 werden ausgehend von den aktuellen CO₂-Emissionen und der bisher realisierten CO₂-Einsparung berechnet.

Die bisherige CO₂-Einsparung in dem mit Heizöl beheizten Gebäudebereich wird mit 45% angenommen. Das entspricht der Verringerung des Heizölabsatzes seit 1990 bis 2017 für die Bereiche Haushalte und GHD.

3.4 Verbrauchswerte – Status quo

In Folgendem werden die für die betrachteten Gebäudetypen nach Bedarfs-Verbrauchsabgleich berechneten durchschnittlichen Energieverbrauchswerte im Status quo ausgewiesen.

Tabelle 4: Aktuelle durchschnittliche Energieverbrauchswerte je Gebäudetyp, heizwertbezogen

Gebäudetyp	Heizöl	Strom-Mix	Holz
	kWh/a		
EFH	30.114	742	1.071
MFH	87.918	1.172	0
G_MFH	407.195	2.893	0

3.5 Anzahl relevanter Ölanlagen im Gebäudebestand

Von den bestehenden 5,6 Mio. Ölkessel werden im Rahmen der Studie nur die bewertet, die zur Konditionierung von Wohngebäuden und GHD eingesetzt werden. Dabei werden GHD hinsichtlich Einsparpotenziale wie private Haushalte betrachtet.

Für die Berechnung der Anzahl der relevanten Ölanlagen im Gebäudebestand werden daher folgende Annahmen getroffen:

- Gesamtanzahl Ölkessel: 5,6 Mio. davon 0,6 Mio. Öl-Brennwertkessel
- Relevanter Heizölverbrauch: 17.472 Mio. l
- Wichtung der Gebäudetypen zur Bestimmung des durchschnittlichen Heizölverbrauchs pro Anlage:
 - EFH: 97,0%
 - MFH: 2,9%
 - G_MFH: 0,1%

Unter diesen Annahmen werden 5,48 Mio. Öl-Kessel (davon 0,59 Mio. Öl-Brennwertkessel) dem Wohngebäudebestand und GHD zugeordnet und im Rahmen dieser Ausarbeitung betrachtet. Das entspricht 98% der bestehenden Ölkessel. Die verbleibenden 2% werden der Industrie zugeordnet, die im Folgenden nicht berücksichtigt wird.

3.6 Wichtung der Anlagenvarianten

Im Rahmen der Studie werden hinsichtlich der Gebäude- und Anlagensanierung zwei Varianten betrachtet (s. Tabelle 5), die unterschiedliche Wichtung der Sanierungsvarianten aufweisen:

- moderate Gebäude- und Anlagensanierung
- ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung

Tabelle 5: Variantenbeschreibung

Jahr	Kriterium	Moderate Gebäude- und Anlagensanierung	Ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung
		Moderater Anstieg der Sanierungsraten	Ambitionierter Anstieg der Sanierungsraten
			Stärkerer Zubau von PV-Anlagen, Warmwasser-Wärmepumpen und Hybrid-Geräten
2030	Sanierungsrate Anlagentechnik	3,5%	4,5%
	Vollsanierungsäquivalent Gebäudehülle	1,2%	1,4%
2050	Sanierungsrate Anlagentechnik	4,0%	4,5%
	Vollsanierungsäquivalent Gebäudehülle	1,2%	1,4%

Die Wichtung der Sanierungsvarianten kann zum einen als Randbedingung und zum anderen als Ergebnis der Berechnung gesehen werden. Zu besserem Verständnis der Vorgehensweise bei der Berechnung wird diese am Beispiel des Einfamilienhauses für die zwei moderate (s. Tabelle 6) und ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung (s. Tabelle 7) ausgewiesen. Im Vergleich zur moderaten Gebäude- und Anlagensanierung werden für die ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung höhere Sanierungsraten und ein stärkerer Zubau von Warmwasser-Wärmepumpen, Hybrid-Geräten und PV-Anlagen berücksichtigt. So wird z.B. bei den moderaten Sanierungsaktivitäten unterstellt, dass bei den im Jahr 2030 sanierten Anlagen nur 17% mit einer zusätzlichen PV-Anlage erweitert werden. Bei den ambitionierten Sanierungsaktivitäten wären das zum gleichen Zeitpunkt bereits rund 30%.

Tabelle 6: Wichtung der Sanierungsvarianten im EFH, moderate Gebäude- und Anlagensanierung

	ungedämmt_BW	ungedämmt_BW + sol.TWE	ungedämmt_BW + Kaminofen	ungedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen	ungedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen + WRG	ungedämmt_BW + TW-WP	ungedämmt Hybrid-Gerät mit L/W-WP	gedämmt_BW	gedämmt_BW + sol.TWE	gedämmt_BW + Kaminofen	gedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen	gedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen + WRG	gedämmt_BW + TW-WP	gedämmt_Hybrid- Gerät mit L/W- WP
2017	26,4%	9,3%	21,6%	7,2%	0,4%	1,5%	0,3%	3,7%	12,8%	3,0%	8,9%	1,6%	2,8%	0,5%
2018	25,1%	9,7%	20,7%	7,8%	0,4%	2,4%	0,4%	3,5%	12,6%	2,8%	8,7%	1,8%	3,4%	0,6%
2019	23,9%	10,1%	19,8%	8,3%	0,4%	3,4%	0,6%	3,2%	12,4%	2,7%	8,5%	2,0%	4,0%	0,7%
2020	22,6%	10,6%	18,9%	8,8%	0,5%	4,3%	0,8%	3,0%	12,2%	2,5%	8,3%	2,2%	4,5%	0,8%
2021	21,3%	11,0%	18,0%	9,3%	0,5%	5,3%	0,9%	2,8%	12,0%	2,3%	8,1%	2,4%	5,1%	0,9%
2022	20,1%	11,4%	17,1%	9,9%	0,5%	6,2%	1,1%	2,6%	11,9%	2,2%	7,9%	2,6%	5,7%	1,0%
2023	18,8%	11,8%	16,2%	10,4%	0,5%	7,1%	1,3%	2,4%	11,7%	2,0%	7,7%	2,7%	6,2%	1,1%
2024	17,6%	12,3%	15,4%	10,9%	0,6%	8,1%	1,4%	2,2%	11,5%	1,8%	7,4%	2,9%	6,8%	1,2%
2025	16,3%	12,7%	14,5%	11,4%	0,6%	9,0%	1,6%	1,9%	11,3%	1,7%	7,2%	3,1%	7,4%	1,3%
2026	15,0%	13,1%	13,6%	11,9%	0,6%	10,0%	1,8%	1,7%	11,1%	1,5%	7,0%	3,3%	7,9%	1,4%
2027	13,8%	13,5%	12,7%	12,5%	0,7%	10,9%	1,9%	1,5%	10,9%	1,4%	6,8%	3,5%	8,5%	1,5%
2028	12,5%	13,9%	11,8%	13,0%	0,7%	11,8%	2,1%	1,3%	10,7%	1,2%	6,6%	3,7%	9,1%	1,6%
2029	11,3%	14,4%	10,9%	13,5%	0,7%	12,8%	2,3%	1,1%	10,5%	1,0%	6,4%	3,9%	9,6%	1,7%
2030	10,0%	14,8%	10,0%	14,0%	0,7%	13,7%	2,4%	0,9%	10,3%	0,9%	6,2%	4,1%	10,2%	1,8%
2031	9,6%	14,8%	9,6%	14,3%	0,8%	14,3%	2,5%	0,8%	10,1%	0,8%	6,1%	4,1%	10,3%	1,8%
2032	9,2%	14,9%	9,3%	14,5%	0,8%	14,9%	2,6%	0,8%	9,9%	0,8%	6,0%	4,1%	10,5%	1,8%
2033	8,9%	14,9%	8,9%	14,7%	0,8%	15,4%	2,7%	0,7%	9,8%	0,7%	5,9%	4,1%	10,6%	1,9%
2034	8,5%	15,0%	8,6%	14,9%	0,8%	16,0%	2,8%	0,7%	9,6%	0,7%	5,8%	4,1%	10,7%	1,9%
2035	8,1%	15,0%	8,2%	15,1%	0,8%	16,6%	2,9%	0,6%	9,4%	0,6%	5,7%	4,1%	10,8%	1,9%
2036	7,7%	15,1%	7,9%	15,3%	0,8%	17,2%	3,0%	0,6%	9,2%	0,6%	5,6%	4,1%	11,0%	1,9%
2037	7,3%	15,1%	7,5%	15,5%	0,8%	17,7%	3,1%	0,6%	9,0%	0,6%	5,5%	4,1%	11,1%	2,0%
2038	7,0%	15,2%	7,2%	15,7%	0,8%	18,3%	3,2%	0,5%	8,9%	0,5%	5,4%	4,1%	11,2%	2,0%
2039	6,6%	15,2%	6,8%	16,0%	0,8%	18,9%	3,3%	0,5%	8,7%	0,5%	5,3%	4,1%	11,3%	2,0%
2040	6,2%	15,3%	6,5%	16,2%	0,9%	19,5%	3,4%	0,4%	8,5%	0,4%	5,1%	4,1%	11,5%	2,0%
2041	5,8%	15,3%	6,1%	16,4%	0,9%	20,0%	3,5%	0,4%	8,3%	0,4%	5,0%	4,1%	11,6%	2,0%
2042	5,4%	15,4%	5,8%	16,6%	0,9%	20,6%	3,6%	0,3%	8,2%	0,3%	4,9%	4,1%	11,7%	2,1%
2043	5,1%	15,4%	5,4%	16,8%	0,9%	21,2%	3,7%	0,3%	8,0%	0,3%	4,8%	4,1%	11,9%	2,1%
2044	4,7%	15,5%	5,1%	17,0%	0,9%	21,8%	3,8%	0,3%	7,8%	0,3%	4,7%	4,1%	12,0%	2,1%
2045	4,3%	15,5%	4,7%	17,2%	0,9%	22,3%	3,9%	0,2%	7,6%	0,2%	4,6%	4,1%	12,1%	2,1%
2046	3,9%	15,6%	4,3%	17,4%	0,9%	22,9%	4,0%	0,2%	7,5%	0,2%	4,5%	4,1%	12,2%	2,2%
2047	3,5%	15,6%	4,0%	17,7%	0,9%	23,5%	4,1%	0,1%	7,3%	0,1%	4,4%	4,1%	12,4%	2,2%
2048	3,2%	15,7%	3,6%	17,9%	0,9%	24,1%	4,2%	0,1%	7,1%	0,1%	4,3%	4,1%	12,5%	2,2%
2049	2,8%	15,7%	3,3%	18,1%	1,0%	24,6%	4,3%	0,0%	6,9%	0,0%	4,2%	4,1%	12,6%	2,2%
2050	2,4%	15,8%	2,9%	18,3%	1,0%	25,2%	4,5%	0,0%	6,8%	0,0%	4,1%	4,1%	12,8%	2,3%

Tabelle 7: Wichtung der Sanierungsvarianten im EFH, ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung

	ungedämmt_BW	ungedämmt_BW + sol.TWE	ungedämmt_BW + Kaminofen	ungedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen	ungedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen + WRG	ungedämmt_BW + TW-WP	ungedämmt Hybrid-Gerät mit LW-WP	gedämmt BW	gedämmt_ BW + sol.TWE	gedämmt_ BW + Kaminofen	gedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen	gedämmt_BW + sol. TWE + Kaminofen + WRG	gedämmt_BW + TW-WP	gedämmt_Hybrid- Gerät mit LW- WP
2017	26,4%	9,3%	21,6%	7,2%	0,4%	1,5%	0,3%	3,7%	12,8%	3,0%	8,9%	1,6%	2,8%	0,5%
2018	24,7%	9,6%	20,3%	7,7%	0,4%	3,1%	1,0%	3,4%	12,4%	2,8%	8,6%	1,7%	3,5%	0,9%
2019	23,1%	10,0%	19,0%	8,1%	0,4%	4,6%	1,7%	3,1%	11,9%	2,5%	8,2%	1,8%	4,2%	1,2%
2020	21,5%	10,3%	17,8%	8,6%	0,5%	6,2%	2,4%	2,8%	11,5%	2,3%	7,8%	1,9%	4,9%	1,6%
2021	19,8%	10,7%	16,5%	9,0%	0,5%	7,8%	3,1%	2,5%	11,0%	2,1%	7,5%	2,0%	5,6%	1,9%
2022	18,2%	11,0%	15,2%	9,5%	0,5%	9,4%	3,8%	2,3%	10,6%	1,8%	7,1%	2,0%	6,4%	2,3%
2023	16,5%	11,4%	13,9%	9,9%	0,5%	10,9%	4,5%	2,0%	10,1%	1,6%	6,7%	2,1%	7,1%	2,6%
2024	14,9%	11,7%	12,7%	10,4%	0,5%	12,5%	5,2%	1,7%	9,7%	1,4%	6,4%	2,2%	7,8%	3,0%
2025	13,2%	12,1%	11,4%	10,8%	0,6%	14,1%	5,9%	1,4%	9,2%	1,2%	6,0%	2,3%	8,5%	3,4%
2026	11,6%	12,4%	10,1%	11,3%	0,6%	15,6%	6,6%	1,1%	8,8%	0,9%	5,7%	2,4%	9,2%	3,7%
2027	9,9%	12,7%	8,8%	11,7%	0,6%	17,2%	7,3%	0,8%	8,3%	0,7%	5,3%	2,5%	9,9%	4,1%
2028	8,3%	13,1%	7,6%	12,2%	0,6%	18,8%	8,0%	0,6%	7,9%	0,5%	4,9%	2,6%	10,6%	4,4%
2029	6,6%	13,4%	6,3%	12,6%	0,7%	20,4%	8,7%	0,3%	7,4%	0,2%	4,6%	2,7%	11,3%	4,8%
2030	5,0%	13,8%	5,0%	13,1%	0,7%	21,9%	9,4%	0,0%	7,0%	0,0%	4,2%	2,8%	12,0%	5,1%
2031	4,8%	13,9%	4,8%	13,3%	0,7%	22,0%	9,5%	0,0%	6,9%	0,0%	4,1%	2,8%	12,1%	5,3%
2032	4,5%	14,0%	4,5%	13,6%	0,7%	22,0%	9,7%	0,0%	6,7%	0,0%	4,0%	2,8%	12,2%	5,4%
2033	4,3%	14,0%	4,3%	13,8%	0,7%	22,0%	9,8%	0,0%	6,6%	0,0%	4,0%	2,8%	12,3%	5,5%
2034	4,0%	14,1%	4,0%	14,1%	0,7%	22,0%	9,9%	0,0%	6,4%	0,0%	3,9%	2,8%	12,4%	5,6%
2035	3,8%	14,2%	3,8%	14,3%	0,8%	22,0%	10,1%	0,0%	6,3%	0,0%	3,8%	2,7%	12,5%	5,8%
2036	3,5%	14,3%	3,5%	14,6%	0,8%	22,1%	10,2%	0,0%	6,2%	0,0%	3,7%	2,7%	12,6%	5,9%
2037	3,3%	14,4%	3,3%	14,8%	0,8%	22,1%	10,3%	0,0%	6,0%	0,0%	3,6%	2,7%	12,7%	6,0%
2038	3,0%	14,5%	3,0%	15,1%	0,8%	22,1%	10,5%	0,0%	5,9%	0,0%	3,5%	2,7%	12,8%	6,1%
2039	2,8%	14,6%	2,8%	15,3%	0,8%	22,1%	10,6%	0,0%	5,7%	0,0%	3,5%	2,7%	13,0%	6,3%
2040	2,5%	14,6%	2,5%	15,5%	0,8%	22,2%	10,7%	0,0%	5,6%	0,0%	3,4%	2,7%	13,1%	6,4%
2041	2,3%	14,7%	2,3%	15,8%	0,8%	22,2%	10,9%	0,0%	5,5%	0,0%	3,3%	2,7%	13,2%	6,5%
2042	2,0%	14,8%	2,0%	16,0%	0,8%	22,2%	11,0%	0,0%	5,3%	0,0%	3,2%	2,7%	13,3%	6,6%
2043	1,8%	14,9%	1,8%	16,3%	0,9%	22,2%	11,1%	0,0%	5,2%	0,0%	3,1%	2,6%	13,4%	6,8%
2044	1,5%	15,0%	1,5%	16,5%	0,9%	22,3%	11,3%	0,0%	5,0%	0,0%	3,1%	2,6%	13,5%	6,9%
2045	1,3%	15,1%	1,3%	16,8%	0,9%	22,3%	11,4%	0,0%	4,9%	0,0%	3,0%	2,6%	13,6%	7,0%
2046	1,0%	15,2%	1,0%	17,0%	0,9%	22,3%	11,5%	0,0%	4,8%	0,0%	2,9%	2,6%	13,7%	7,1%
2047	0,7%	15,2%	0,7%	17,3%	0,9%	22,3%	11,7%	0,0%	4,6%	0,0%	2,8%	2,6%	13,8%	7,2%
2048	0,5%	15,3%	0,5%	17,5%	0,9%	22,3%	11,8%	0,0%	4,5%	0,0%	2,7%	2,6%	13,9%	7,4%
2049	0,2%	15,4%	0,2%	17,8%	0,9%	22,4%	11,9%	0,0%	4,3%	0,0%	2,6%	2,6%	14,0%	7,5%
2050	0,0%	15,5%	0,0%	18,0%	0,9%	22,4%	12,1%	0,0%	4,2%	0,0%	2,6%	2,6%	14,2%	7,6%

4 Ergebnisse

4.1 Minderung der CO₂-Emissionen durch Gebäude- und Anlagensanierung

Bis zum Jahr 2017 hat bereits eine signifikante CO₂-Minderung im Wärmemarkt von ca. 38% bei allen Haushalten und GHD bzw. von 45% gegenüber 1990 bei den mit Heizöl beheizten Gebäuden durch

- Steigerung der Anlageneffizienz
- Gebäudesanierung
- Energieträgerwechsel (überwiegend zu Erdgas)

stattgefunden. Weitere Einsparungen bis zum Zieljahr 2030 bzw. 2050 können in unterschiedlicher Höhe in Abhängigkeit von den unterstellten Szenarien durch Gebäude- und/oder Anlagensanierung des mit Heizöl beheizten Gebäudebestandes erzielt werden (s. Abbildung 2, Abbildung 3). Wird die ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung bei konstanter Anzahl der mit Heizöl beheizten Gebäude unterstellt, könnten bis zum Zieljahr 2030 die CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 54,7% reduziert werden. Werden Abgänge zu THG-ärmeren Versorgungslösungen mit Erdgas berücksichtigt, könnten die CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 56,6% gemindert werden.

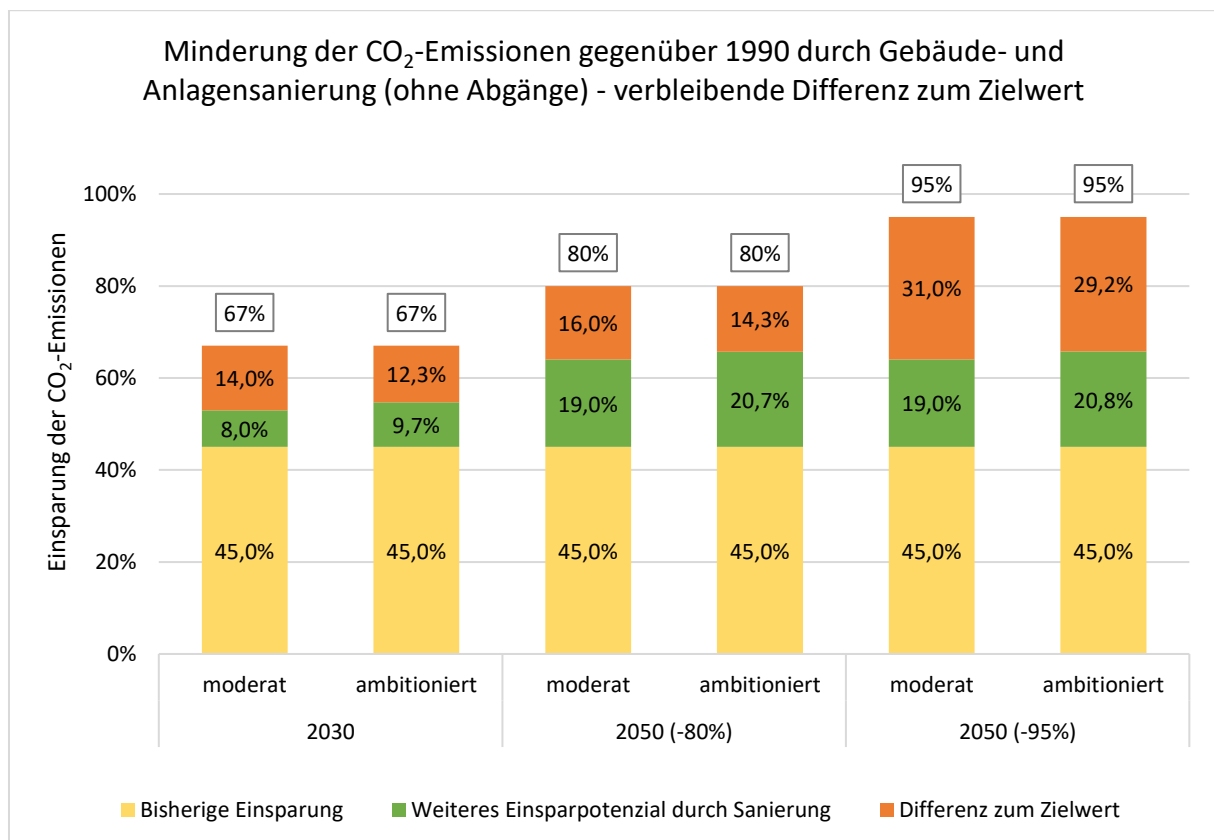


Abbildung 2: Minderung der CO₂-Emissionen durch Gebäude- und Anlagensanierung bei konstanter Anzahl der ölbeheizten Gebäude und die verbleibende Differenz zum Zielwert

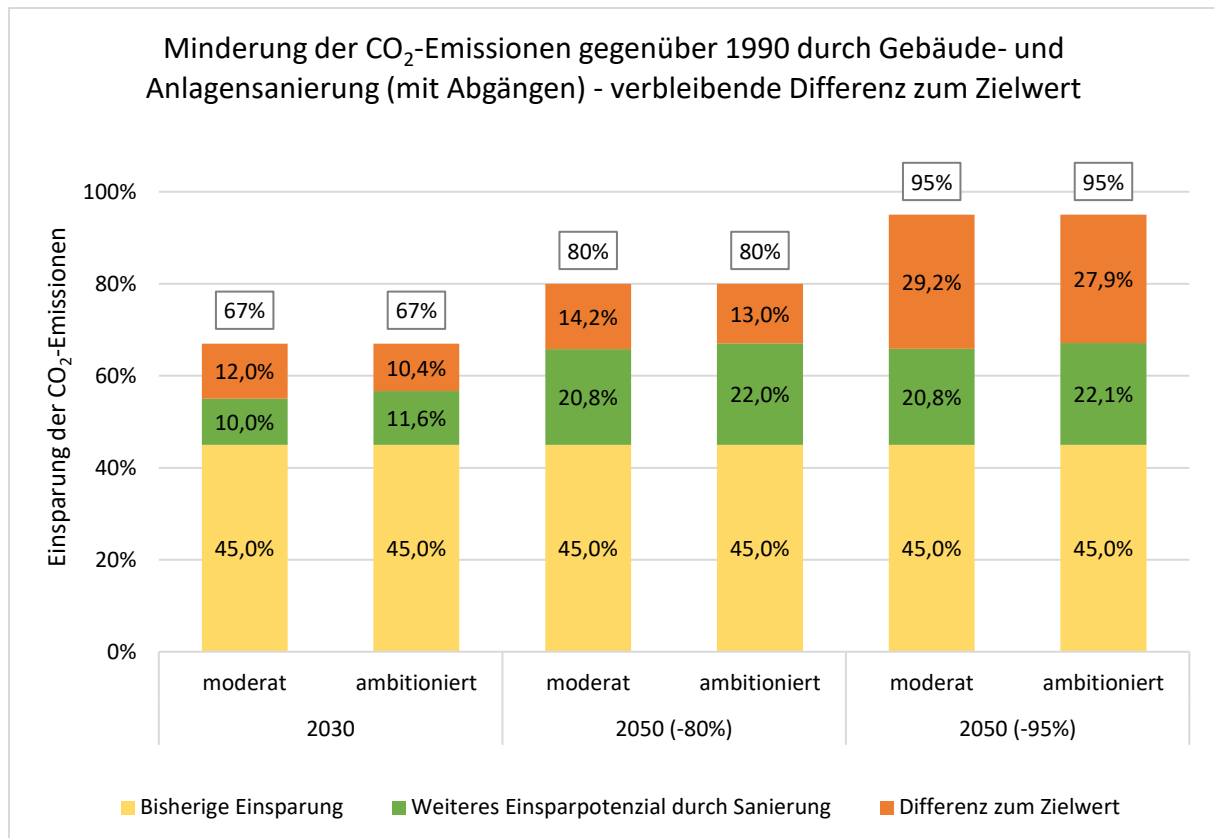


Abbildung 3: Minderung der CO₂-Emissionen durch Gebäude- und Anlagensanierung mit Berücksichtigung von Abgängen und die verbleibende Differenz zum Zielwert

4.2 Verbleibende Differenz zum Zielwert

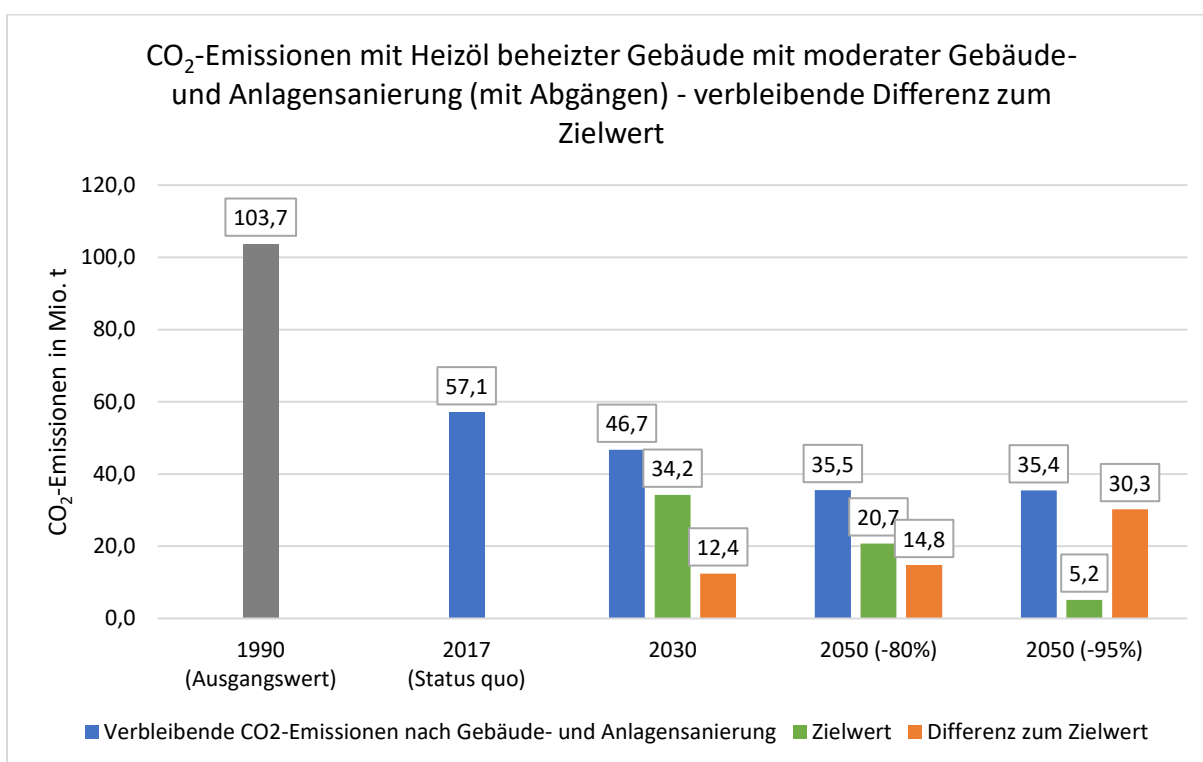
Trotz unterstellter ambitionierter Sanierungsaktivitäten bleibt in beiden Zieljahren eine Differenz zum Zielwert. Diese liegt je nach Zieljahr und Zielwert zwischen rund 10 und 31 Prozentpunkten. Ausgehend von den zugrunde gelegten Randbedingungen entspricht das einer Differenz zum Zielwert von ca. 10,7 bis 32,1 Mio. Tonnen CO₂ (s. Tabelle 8, Tabelle 9). Dies wird exemplarisch für das wahrscheinlichere Szenario mit Berücksichtigung der Abgänge für moderate und ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung in Abbildung 4 und Abbildung 5 dargestellt.

Tabelle 8: CO₂-Emissionen in den Zieljahren 2030 und 2050 bei konstanter Anzahl der ölbeheizten Gebäude - die verbleibende Differenz zum Zielwert

CO ₂ -Emissionen, in Mio. t	1990 (Ausgangswert)	2017 (Status quo)	2030	2050 (-80%)	2050(-95%)
Moderate Gebäude- und Anlagensanierung	103,7	57,1	48,8	37,3	37,3
Ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung			47,0	35,5	35,5
Zielwert			34,2	20,7	5,2
Differenz zum Zielwert	Moderate Gebäude- und Anlagensanierung		14,6	16,6	32,1
	Ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung		12,8	14,8	30,3

Tabelle 9: CO₂-Emissionen in den Zieljahren 2030 und 2050 mit Berücksichtigung von Abgängen - die verbleibende Differenz zum Zielwert

CO ₂ -Emissionen, in Mio. t	1990 (Ausgangswert)	2017 (Status quo)	2030	2050 (-80%)	2050(-95%)
Moderate Gebäude- und Anlagensanierung	103,7	57,1	46,7	35,5	35,4
Ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung			45,0	34,2	34,1
Zielwert			34,2	20,7	5,2
Differenz zum Zielwert	Moderate Gebäude- und Anlagensanierung		12,4	14,8	30,3
	Ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung		10,7	13,5	28,9

Abbildung 4: Minderung der CO₂-Emissionen durch moderate Gebäude- und Anlagensanierung mit Berücksichtigung von Abgängen - die verbleibende Differenz zum Zielwert

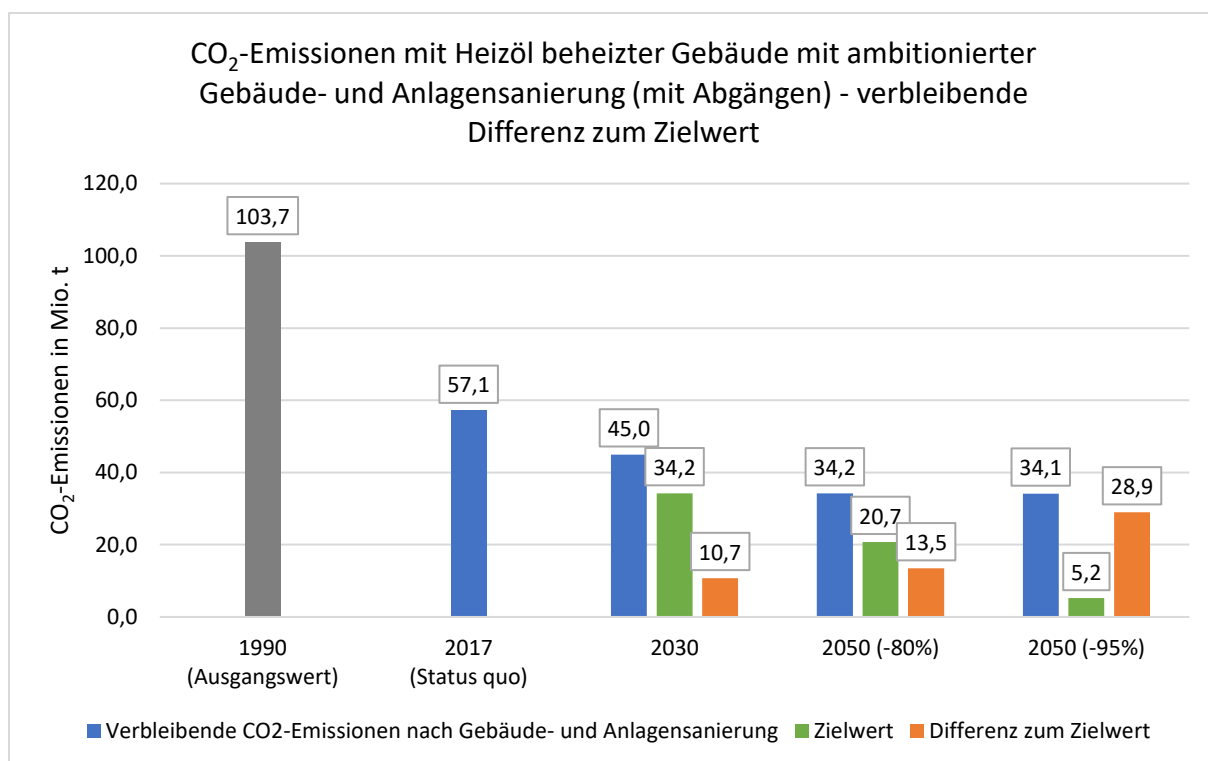


Abbildung 5: Minderung der CO₂-Emissionen durch ambitionierte Gebäude- und Anlagensanierung mit Berücksichtigung von Abgängen - die verbleibende Differenz zum Zielwert

Da die Zielerreichung nur durch die unterstellte Gebäude- und Anlagensanierung in Verbindung mit dem fossilen Energieträger nicht möglich ist, müssen weitere Maßnahmen definiert werden, um die Lücke zum Zielwert zu schließen und somit zur Erreichung der Klimaschutzziele im ölbeheizten Gebäudebestand beizutragen.

4.3 Maßnahmen zur Schließung der Lücke zum Zielwert

4.3.1 Maßnahmen zur Zielerfüllung 2030

Im Folgenden wird ein zusätzliches Maßnahmenpaket vorgeschlagen, welches zur Zielerreichung im Jahr 2030 führen könnte.

In Anbetracht der verbleibenden 11 Jahre stellt die Minderung der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor um 67% gegenüber 1990 ein sehr ambitioniertes Ziel dar. Die Zielerreichung erfordert daher verstärkte Aktivitäten bei allen Akteuren im Wärmemarkt.

Wie die Ergebnisse in Abschnitt 4.1 zeigen, ist die Zielerfüllung unter Berücksichtigung des ambitionierten Anstiegs der Sanierungsraten bis 2030 von 3% auf 4,5% bei der Anlagentechnik und von 1% auf 1,4% bei der Gebäudehülle ohne weitere Maßnahmen nicht möglich. Als weitere Maßnahmen zur Senkung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 werden daher darüber hinausgehende Reduzierungen des Energieverbrauchs sowie brennstoffseitige THG-Minderungsoptionen berücksichtigt.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf das Szenario mit Abgängen bedingt durch Energieträgerwechsel. Die Abgänge werden jedoch in die Bilanzierung aufgenommen. Bei dem Energieträger Erdgas wird eine analoge relative THG-Minderung durch brennstoffseitige THG-Minderungsoptionen wie bei dem Energieträger Heizöl unterstellt. Somit würde die Differenz zum Zielwert 2030 bei dem aktuell ölbeheizten Gebäudebestand nicht bei 10,7 Mio. t CO₂ sondern 10,1 Mio.t CO₂ bei der ambitionierten Gebäude- und Anlagensanierung liegen.

Die ausgewiesene Differenz zum Zielwert von 10,1 Mio.t CO₂ könnte durch folgende Maßnahmen gemindert werden:

- Deutlich ambitioniertere Effizienzsteigerungen

Dabei wird unterstellt, dass die Sanierungsraten von 4,5% auf 6,0% bei der Anlagentechnik und von 1,4% auf 2,2% bei der Gebäudehülle ansteigen. Diese Entwicklung könnte u.a. durch

- Steuerliche Sanierungsförderung
- Erhöhte Förderung für KfW-Einzelmaßnahmen
- Ausweitung der Förderung für KfW-Effizienzhäuser
- Förderung innovativer Technologien
- Verstärkte Beratungsoffensive

angereizt werden.

- Nutzbarmachung derzeit abgeregelter erneuerbarer Strommengen (insbesondere Windstrom) in Hybridheizungen

Dabei wird unterstellt, dass bis zum Jahr 2030 300.000 Ölheizungen jeweils 1.000 Liter Heizöl pro Jahr durch die Nutzung von ansonsten abgeregeltem Windstrom einsparen.

- Heben der Effizienzpotenziale durch verstärkte Digitalisierung von Heizungsanlagen
Die Optimierung von Heizungsanlagen durch die Vernetzung der einzelnen Anlagenkomponenten bzw. die Steuerung dieser mittels digitaler Informationstechnik kann zu weiteren Energie- und damit CO₂-Einsparungen führen. Die Höhe des möglichen Einsparpotenzials hängt dabei sowohl vom baulichen Wärmeschutz des Gebäudes als auch von der installierten Anlagentechnik und dem Verhalten des Nutzers ohne Digitalisierung der Heizung ab. Bei der Kombination mehrerer Digitalisierungsoptionen (Heizkurveneinstellung, Präsenzkontrolle, Lüftungserkennung, Anheiz- und Heizende-Option) sind Endenergieeinsparungen zwischen 8% (Altbau) und 15% (Neubau) möglich (vgl. [dena-Leitstudie]).

Im Folgenden wird angenommen, dass durch konsequente Nutzung der Digitalisierung bei den bis zum Jahr 2030 verkauften Kesseln sich eine zusätzliche Minderung des Heizölverbrauchs von 8% bezogen auf den Verbrauch der Altanlage, der im Durchschnitt bei 3.300 l Heizöl liegt, ergibt. Es wird unterstellt, dass auch bei den Abgängen die Potenziale der Digitalisierung im gleichen Umfang genutzt werden.

- Brennstoffseitige THG-Minderungsoptionen durch Einführung geeigneter Power-to-X Markteinführungsprogramme

Durch die zeitnahe Einführung geeigneter Markteinführungsprogramme für PtX-Technologien könnten erste Mengen bis 2030 zur Treibhausgasminderung eingesetzt werden. Entsprechende Vorschläge liegen bereits vor, so schlägt beispielsweise die PtX-Allianz ein PtX-Markteinführungsprogramm vor, bei dem die strombasierte Herstellung von Wasserstoff (ausschließlich mit erneuerbar erzeugtem Strom) und daraus gewonnenen Produkten, deren Nutzung zu einer CO₂-Vermeidung durch Substitution fossiler Energieträger führen soll, gefördert werden soll. Das Markteinführungsprogramm soll gemäß Vorschlag 2021 - 2025 umgesetzt werden. Die daraus entstehenden Power-to-Liquid (PtL) Mengen werden als Annahme hier anteilig (entsprechend des heutigen Anteils von Heizöl am gesamten Mineralölabsatz) zum Ansatz gebracht. Des Weiteren wird angenommen, dass diese von 2025 bis 2030 verdreifacht werden können, u.a. durch erste Importe. Das entspricht den in der [dena-Leitstudie] für das Jahr 2030 unterstellten Annahmen.

- Anerkennung flexibler Erfüllungsoptionen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und/oder Einsatz regenerativer Komponenten

Dabei wird angenommen, dass die anfallenden CO₂-Emissionen von 7,5 % der im Jahr 2030 benötigten Heizölmengen durch nachhaltige CO₂-Minderungsmaßnahmen in anderen Sektoren international kompensiert werden können und/oder ein Einsatz von THG-reduzierten flüssigen Brennstoffen erfolgt.

In Tabelle 10 werden die zuvor genannten Maßnahmen zur Schließung der Lücke zum Zielwert 2030 samt ihrer erzielbaren CO₂-Einsparung bzw. Kompensation ausgewiesen. Werden alle Maßnahmen in Verbindung mit der zuvor berechneten Wirkung der ambitionierten Gebäude- und Anlagensanierung kombiniert, ist eine vollständige Schließung der Lücke zum Zielwert im Jahr 2030 und letztendlich die Senkung der THG-Emissionen um 67% gegenüber 1990 in dem mit Heizöl beheizten Gebäudebestand möglich. Dies wird in Abbildung 6 verdeutlicht.

Tabelle 10: Maßnahmen zur Schließung der Lücke zum Zielwert 2030

Maßnahme	Wirkung/ Einsparung, in Mio. t Heizöl	Wirkung/ Einsparung, in Mio. t CO ₂	Getroffene Annahmen
Deutlich ambitioniertere Effizienzsteigerungen	0,66	2,55	Anstieg der Sanierungsraten von 4,5% auf 6,0% bei der Anlagentechnik und von 1,4% auf 2,2% bei der Gebäudehülle
Nutzbarmachung derzeit abgeregelter EE-Strommengen in Hybridheizungen	0,25	0,94	2030: 300.000 Anlagen Ø Einsparung: 1.000 Liter p.a.
Heben der Effizienzpotenziale durch verstärkte Digitalisierung von Heizungsanlagen	0,72	2,66	Alle bis 2030 verkauften Wärmeerzeuger Ø Einsparung: 8 % Ø Verbrauch Alt-Anlage: 3.300 l
Einführung geeigneter Power-to-X Markteinführungsprogramme	0,24	0,89	Abgeleitet aus den Zielen des PtX-Markteinführungsprogramms und der dena-Leitstudie
Anerkennung flexibler Erfüllungsoptionen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und/oder Einsatz regenerativer Komponenten	0,84	3,09	Kompensation der CO ₂ -Emissionen und/oder Einsatz regenerativer Komponenten im Heizöl in Höhe von 7,5 % des Heizölverbrauchs im Jahr 2030
Summe	2,71	10,12	

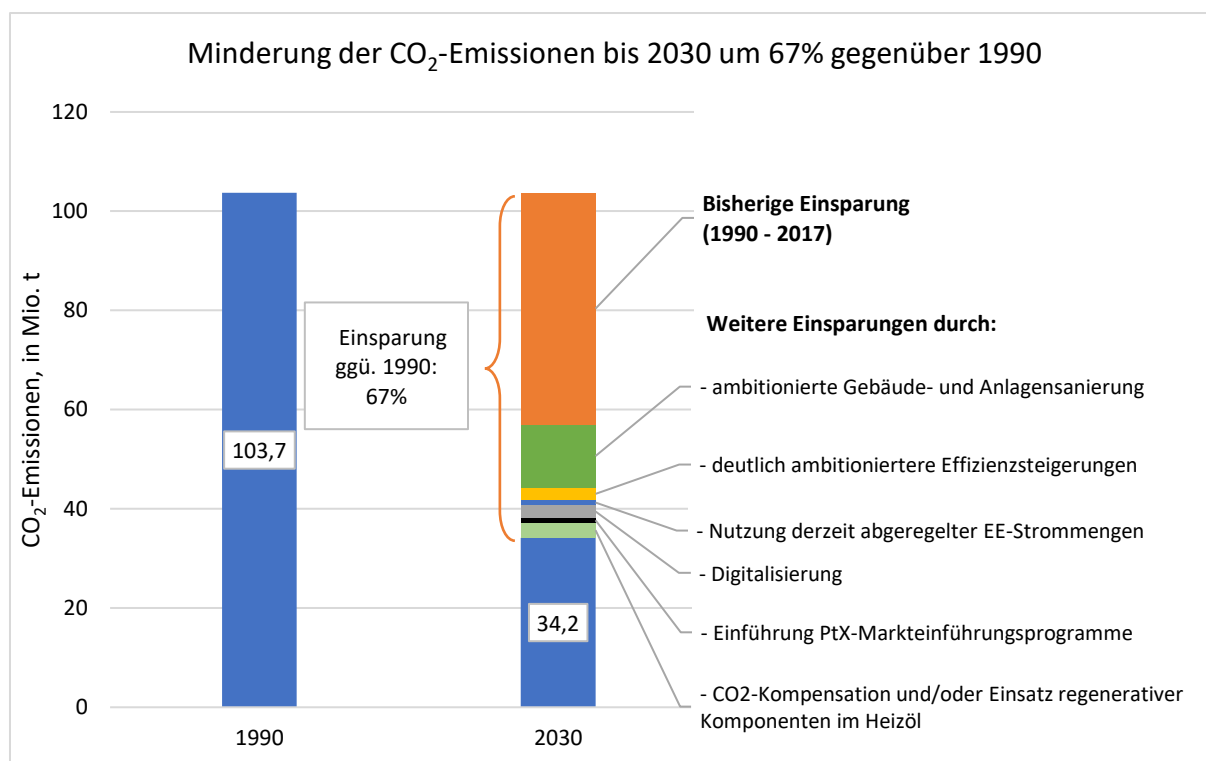
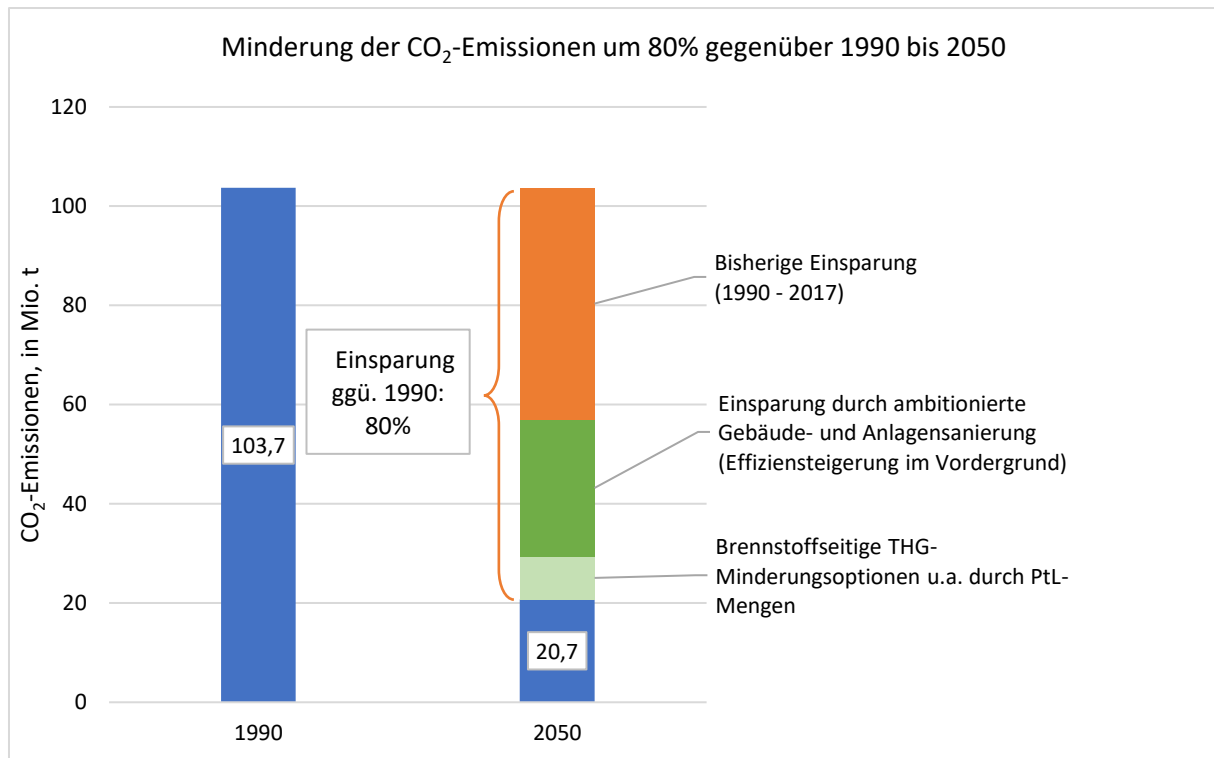
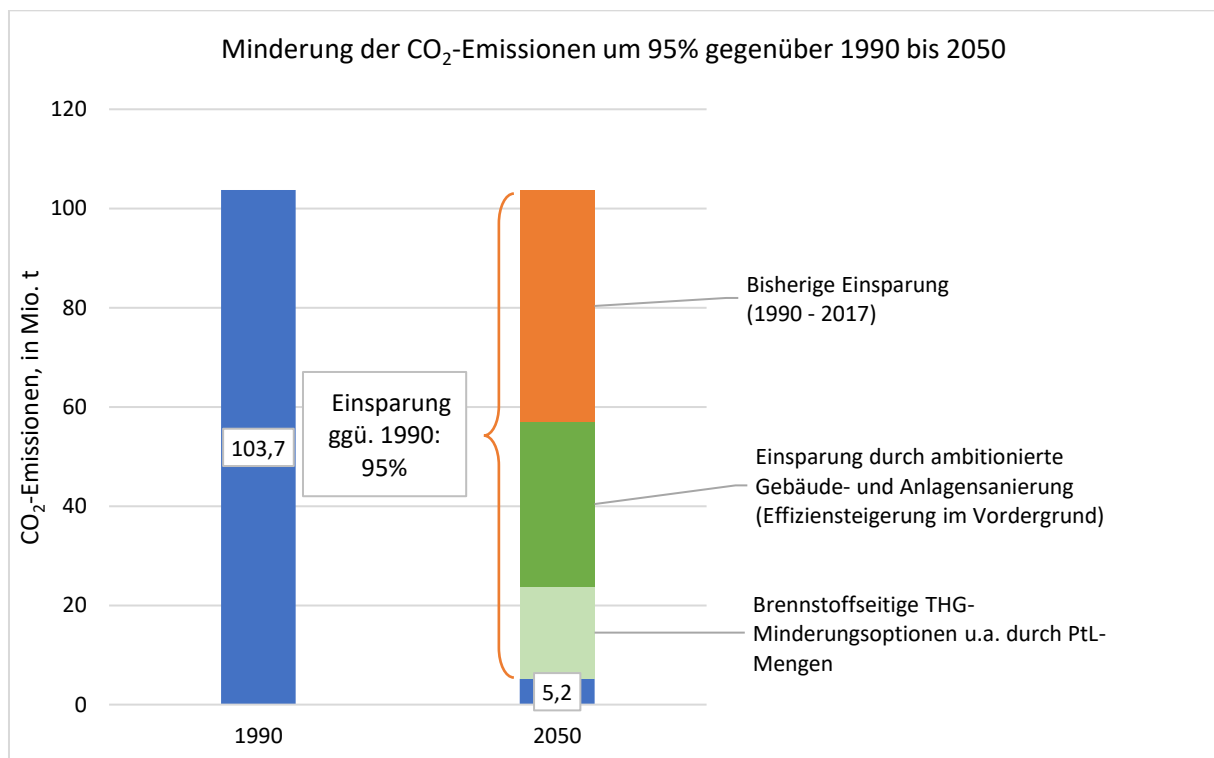


Abbildung 6: Minderung der CO₂-Emissionen bis 2030 um 67% gegenüber 1990 – mit Berücksichtigung von Abgängen

4.3.2 Maßnahmen zur Zielerfüllung 2050

Die für das Jahr 2050 angestrebte Minderung der CO₂-Emissionen von 80 bis 95% stellt ebenso ein sehr ambitioniertes Klimaschutzziel dar. Anders als bei dem Zieljahr 2030 ist in diesem Fall die verbleibende Zeit jedoch deutlich länger und erlaubt die erforderlichen technologischen Kapazitäten, die häufig durch einen langen Planungshorizont und langfristig wirkende Investitionsentscheidungen geprägt sind, aufzubauen.

Vor dem Hintergrund des längeren Zeithorizonts ist daher die Schließung der verbleibenden Lücke zum Zielwert 2050 und damit das Erreichen der Klimaschutzziele bei den ölbeheizten Gebäuden durch den verstärkten Einsatz THG-reduzierter flüssiger Energieträger durchaus realistisch (s. Abbildung 7, Abbildung 8). Die angestrebte Minderung der CO₂-Emissionen bis 2050, insbesondere um 95% gegenüber 1990, ist nur durch verstärkte Aktivitäten aller Akteure möglich. Die Einsparung von CO₂-Emissionen im ölbeheizten Gebäudebestand durch Steigerung der Energieeffizienz bleibt dabei weiterhin ein zentraler Meilenstein zur Zielerreichung.

Abbildung 7: Minderung der CO₂-Emissionen bis 2050 um 80% gegenüber 1990 – mit Berücksichtigung von AbgängenAbbildung 8: Minderung der CO₂-Emissionen bis 2050 um 95% gegenüber 1990 - mit Berücksichtigung von Abgängen

Die nach Effizienzsteigerung bis zum Jahr 2050 verbleibende Lücke zum Zielwert könnte durch brennstoffseitige THG-Minderungsoptionen geschlossen werden. In Abbildung 9 und Abbildung 10 werden die dafür erforderlichen relativen Anteile und die daraus resultierende absolute Menge an THG-neutralen flüssigen Energieträgern ausgewiesen.

Die erforderliche Menge an THG-neutralen flüssigen Energieträgern ist sehr stark von dem Zielwert, der Anzahl der ölbeheizten Gebäude und letztendlich von den unterstellten Sanierungsraten abhängig. Für das Jahr 2050 werden zwei Werte als angestrebte Minderungsziele betrachtet: 80% und 95% Minderung der CO₂-Emissionen gegenüber 1990. Sollte die Lücke zum Zielwert - 95% ausschließlich durch THG-reduzierte Energieträger geschlossen werden, müsste je nach Szenario ein Äquivalent von 4,8 bis 8,7 Mio. t an THG-neutralen flüssigen Energieträgern zur Verfügung gestellt werden. Das Erreichen des Minderungsziels von 80% wäre dagegen mit einer um ca. 50% geringeren Menge an THG-neutralen Energieträgern möglich.

Wird, analog der Abbildung 7 und Abbildung 8, das Szenario mit Abgängen bedingt durch den Energieträgerwechsel in Verbindung mit ambitionierter Gebäude- und Anlagensanierung unterstellt, wäre für die Schließung der Lücke zum Zielwert -80% ein Äquivalent von 2,3 Mio. t an THG-neutralen flüssigen Energieträgern im Jahr 2050 erforderlich. Für die Erreichung des Zielwerts -95% müsste dagegen ein Äquivalent von 5,1 Mio. t an THG-neutralen flüssigen Energieträgern im Jahr 2050 zur Verfügung gestellt werden.

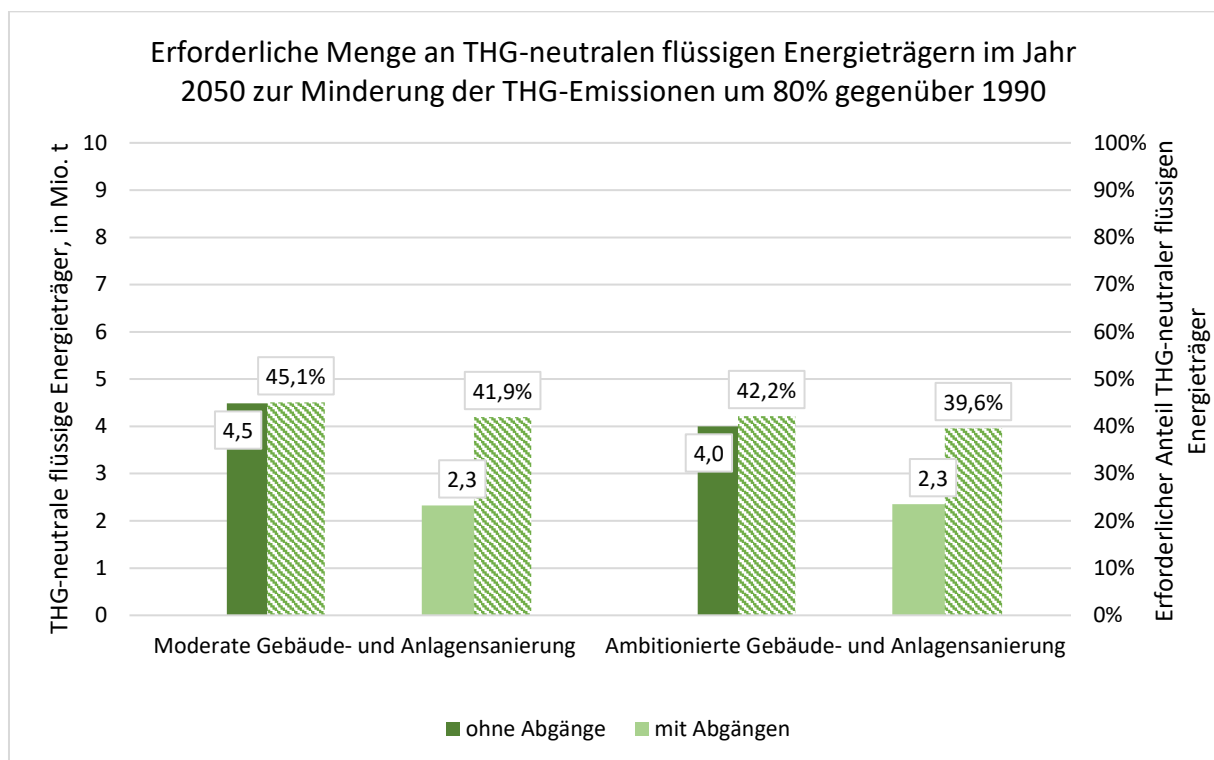


Abbildung 9: Erforderliche Menge an THG-neutralen flüssigen Energieträgern im Jahr 2050 zur Minderung der THG-Emissionen in ölbeheizten Gebäuden um 80% im Jahr 2050 gegenüber 1990

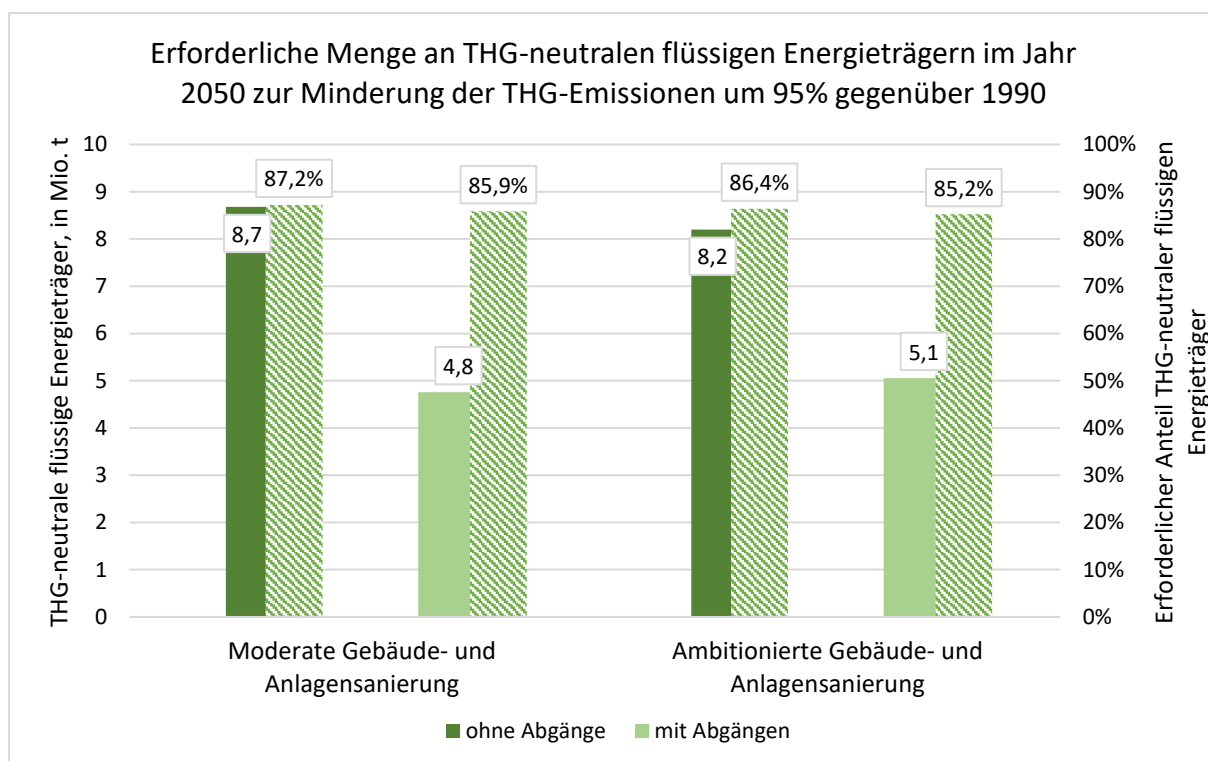


Abbildung 10: Erforderliche Menge an THG-neutralen flüssigen Energieträgern im Jahr 2050 zur Minderung der THG-Emissionen in ölbeheizten Gebäuden um 95% im Jahr 2050 gegenüber 1990

Bei den ausgewiesenen Mengen handelt sich um THG-neutrale flüssige Energieträger, deren CO_2 -Emissionsfaktor rechnerisch $0 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$ wäre. Bei der Beimischung von THG-reduzierten flüssigen Energieträgern mit einem CO_2 -Emissionsfaktor $> 0 \text{ g}_{\text{CO}_2}/\text{kWh}$ würde sich der Anteil und die absolute Menge an beigemischten THG-reduzierten flüssigen Energieträgern entsprechend erhöhen. Der in Abbildung 11 ausgewiesene gesamte Absatz an flüssigen Energieträgern würde jedoch für den jeweiligen Zielwert bei sonst gleichen Randbedingungen (z. B. mit ambitionierte Sanierungsaktivitäten mit Abgängen) unverändert bleiben.

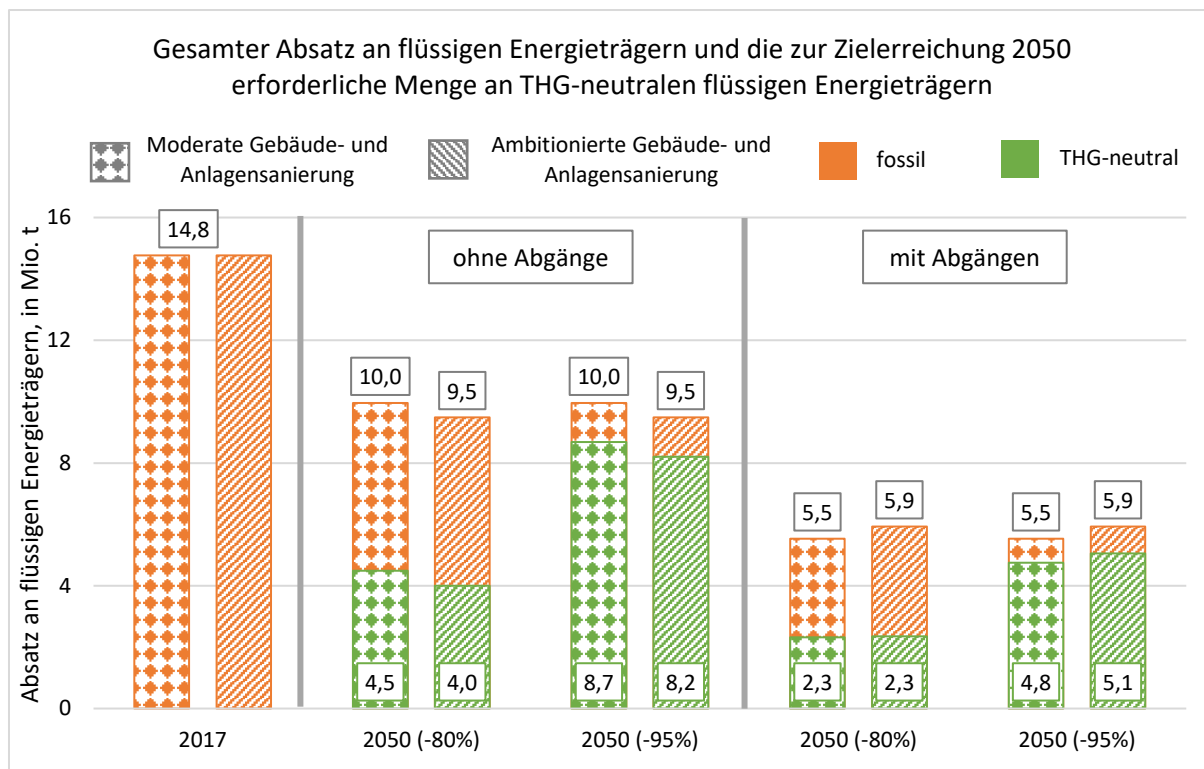


Abbildung 11: Gesamter Absatz und die zur Zielerreichung 2050 erforderliche Menge an THG-neutralen flüssigen Energieträgern

5 Literatur

- [BMWi 2019] Zahlen und Fakten, Gesamtausgabe der Energiedaten – Datensammlung des BMWi, letzte Aktualisierung Januar 2019
- [BMVBS 2012] BMVBS (Hrsg.): Vergleichswerte für Verbrauch bei Wohngebäuden. BMVBS-Online-Publikation 11/2012
- [dena-Leitstudie] Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050, Juli 2018
- [DIN V 18599:2011] Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teile 1-11, Ausgabe Dezember 2011
- [DIN V 18599:2018] Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teile 1-11, Ausgabe September 2018
- [geea-Gebäudestudie] Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): Gebäudestudie, Szenarien für eine marktwirtschaftliche Klima- und Ressourcenschutzpolitik 2050 im Gebäudesektor, im Auftrag von dena, Oktober 2017
- [GEG] Gesetzentwurf der Bundesregierung: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude, Bearbeitungsstand: 01.11.2018
- [Klimaschutzplan 2050] BMU (Hrsg.): Klimaschutzplan 2050, Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, November 2016
- [WSchV84] II. Verordnung über einen energieeinsparenden Wärmeschutz bei Gebäuden vom 24.02.1982 (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV)

