ECOFYS

A Navigant Company

Optionen und Instrumente der Freien und Hansestadt Hamburg zur Reduzierung der CO_2-Emissionen im Gebäudesektor

Optionen und Instrumente der Freien und Hansestadt Hamburg zur Reduzierung der CO_2-Emissionen im Gebäudesektor

Gutachterliche Analyse und Simulation der CO_2-Einsparung

Von: Sigrid Lindner, Ashok John, Andreas Hermelink, Alexander Pohl, Carsten Petersdorff

Bearbeitung: 01. Februar - 22. November 2018

Projekt-Nummer: 200748

Beauftragt durch: Behörde für Umwelt Energie Hamburg (BUE)

Ecofys - A Navigant Company
Ecofys Germany GmbH | Am Wassermann 36 | 50829 Köln | **T** +49 (0)221 27070-100 | **F** +49 (0)221 27070-011 | **E** info@ecofys.com | **I** ecofys.com
Handelsregister Amtsgericht Köln | **Handelsregisternr.** HRB 28527 | **Ust-ID-Nr.** DE 187378615
Geschäftsführer Scott S. Harper, Julie M. Howard, Monica M. Weed

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 1

2 Einleitung 4

3 Methodisches Vorgehen 6
3.1 Hintergrund 6
3.2 Entwicklung Methodik 6

4 Gebäudemodell und Szenarien des Masterplan-Ergänzungsgutachten 10
4.1 Datengrundlage und Situation in Hamburg 10
4.1.1 Methodische Vorgehensweise zur Erarbeitung eines Gebäudemodells für Hamburg 11
4.1.2 Gebäudebestand in Hamburg 15
4.1.3 Energieerzeugung 20
4.2 Basis-Szenario “Business as usual” 21
4.2.1 Grundlage BAU Szenario 21
4.2.2 Ergebnisse BAU Szenario 35

5 Definition und Bewertung politischer Instrumente 43
5.1.1 Workshops zur Definition und Festlegung der Instrumente 43
5.1.2 Auswahl künftiger Instrumente zur Unterstützung der Zielerreichung 44
5.1.3 Handlungsfeld 1: Dekarbonisierung der Fernwärme und Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes 46
5.1.4 Handlungsfeld 2: Erneuerbare Wärme für den Gebäudebestand 54
5.1.5 Handlungsfeld 3: Sanierungsrate und Sanierungstiefe erhöhen 60
5.1.6 Handlungsfeld 4: Öffentlichen Wohnungs- und Nichtwohnungsbau verbessern 67
5.1.7 Handlungsfeld 5: Neue Wärmenetze und Einsatz erneuerbarer Energien 72
5.1.8 Handlungsfeld 6: Besserer Neubaustandard 75
5.2 Zielszenario Novellierung Instrumente 78
5.2.1 Ergebnisse ambitioniertes Szenario je Siedlunsgzone 78
5.2.2 Gegenüberstellung Ergebnisse Szenarien Gesamtstadt 86

6 Fazit 93

7 Anhang 95

Ecofys - A Navigant Company
Ecofys Germany GmbH | Am Wassermann 36 | 50829 Köln | **T** +49 (0)221 27070-100 | **F** +49 (0)221 27070-011 | **E** info@ecofys.com | **I** ecofys.com
Handelsregister Amtsgericht Köln | **Handelsregisternr.** HRB 28527 | **Ust-ID-Nr.** DE 187378615
Geschäftsführer Scott S. Harper, Julie M. Howard, Monica M. Weed

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächenentwicklung in Hamburg 2020 bis 2050 nach Baualtersklassen 1
Abbildung 2: Entwicklung CO2-Emissionen 2020 bis 2050 - BAU Szenario und ambitioniertes Szenario 3
Abbildung 3: Szenarien für Hamburg – im Vergleich mit den Szenarien aus der Effizienzstrategie Gebäude für den Bund 3
Abbildung 4: Funktion der Bottom-up Modellierung mit dem BEAM² Modell 7
Abbildung 5: Energieverbrauch Wohngebäude nach Gebäudetyp und Baualtersklasse 12
Abbildung 6: Energieverbrauch Nichtwohngebäude nach Gebäudetyp und Baualtersklasse 13
Abbildung 7: Versorgungszonen Hamburg (basierend auf Siedlungscluster aus Wärmeversorgungskonzept LBD 2011) 14
Abbildung 8: Darstellung Wärmedichte je Baublock (Flächendeckende Erhebung des energetischen Zustands des Hamburger Gebäudebestands; Ecofys, 2012) 15
Abbildung 9: Gebäudebestand Hamburg Aufteilung nach Gebäudetypen, eigenen Berechnungen Ecofys 16
Abbildung 10: Verteilung Baualtersklassen für Wohngebäude; Zensus 9. Mai 2011 (Ergebnisse zum Stand Mai 2013) 16
Abbildung 11: Anteil Nichtwohngebäude Endenergieverbrauch, eigenen Berechnungen Ecofys 17
Abbildung 12: Eigentumsverhältnisse Wohngebäude; Zensus 9. Mai 2011 (Ergebnisse zum Stand Mai 2013) 18
Abbildung 13: Mietwohnungsbestand nach Eigentümergruppen, Praxis der energetischen Wohnungsmodernisierung in Hamburg, ARGE Kirchhoff/Jacobs, 2014 18
Abbildung 14: Öffentliche Nichtwohngebäude in Hamburg, Quelle: BUE 19
Abbildung 15: Anwendungsbilanzen nach Sektoren BUE /Energiebilanz 2015 Endenergie 20
Abbildung 16: Anwendungsbilanzen nach Sektoren BUE /Energiebilanz 2015 CO_2 20
Abbildung 17: Altersstruktur der Öl- und Gasfeuerungsanlagen ohne Brennwertkessel in Hamburg 2014 (Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks 2014) 21
Abbildung 18: Struktur der Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen, Haushaltsbefragung 2015, BBSR 2016 23
Abbildung 19: Förderreport für Hamburg, KfW Bankengruppe 2017 24
Abbildung 20: Sanierungszustand Dächer Bergedorf-Süd: Metropol Grund GmbH, MegaWATT GmbH 25
Abbildung 21: Sanierungszustand Fassaden Bergedorf-Süd: Metropol Grund GmbH, MegaWATT GmbH 25
Abbildung 22: Entwicklung energetischer Maßnahmen im Wohnungs- und Nichtwohnungsbau, Quelle: BBSR Kompakt Daten zum Gebäudebestand 2016 26
Abbildung 23: Energieeffizient Bauen – Entwicklung Effizienzhausstandards 2015-2017 – Quelle: KFW, 21. Netzwerktreffen 27
Abbildung 24: Neubau Wohnungen in Hamburg, Quelle: Gutachten zu Baukosten in Hamburg, ARGE zeitgemäßes Bauen 28
Abbildung 25: Effizienzstandards der erhobenen Daten des Gutachtens zu Baukosten in Hamburg, ARGE zeitgemäßes Bauen, 2017 28
Abbildung 26: Wohnungsbau in Hamburg 2010-2016, Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Wohnen in Hamburg 2030, Fachkonferenz 2017 29

Abbildung 27: Ausführung Anlagentechnik in Hamburg nach energetischen Gebäudestandards aus „Gutachten zu Baukosten in Hamburg, ARGE zeitgemäßes Bauen, 2017“ (optisch hervorgehoben = besonders prägnant) 30
Abbildung 28: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Wohngebäude in der Verdichtungszone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen 31
Abbildung 29: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Nichtwohngebäude in der Verdichtungszone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen 32
Abbildung 30: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Wohngebäude in der dezentrale Zone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen 33
Abbildung 31: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Nichtwohngebäude in der dezentralen Zone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen 33
Abbildung 32: Anteil mit Fernwärme versorgter Gebäude und potentiell versorgbarer Gebäude nach Bezirken, Flächendeckende Erhebung, Ecofys 2012 34
Abbildung 33: Flächenanteile Gebäude je Baualtersklasse - Dezentrale Zone 36
Abbildung 34: Flächenanteile Gebäude je Baualtersklasse - Urbane Zone 36
Abbildung 35: Entwicklung beheizte Fläche - je Heizsystem - Dezentrale Zone 38
Abbildung 36: Entwicklung Endenergiebedarf - je Heizsystem - Dezentrale Zone 38
Abbildung 37: Entwicklung beheizte Fläche je Heizsystem – Urbane Zone 39
Abbildung 38: Endenergiebedarf je Heizsystem – Urbane Zone 39
Abbildung 39: Entwicklung CO2-Emissionen je Gebäudetyp je Heizsystem – Dezentrale Zone 40
Abbildung 40: Entwicklung CO_2-Emissionen je Heizsystem – Dezentrale Zone 40
Abbildung 41: Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp je Heizsystem – Urbane Zone 41
Abbildung 42: Entwicklung CO_2-Emissionen je Heizsystem – Urbane Zone 41
Abbildung 43: BAU Szenario – Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp – Gesamtstadt 42
Abbildung 44: Darstellung der einzelnen Instrumente für den Workshop am Beispiel der IFB Förderung 44
Abbildung 45: Anteile Fernwärmeerzeugung Hamburg, LBD/Hamburg Institut 46
Abbildung 46 Erzeuger Vattenfall Fernwärmenetz 2015; Quelle: BET Gutachten 48
Abbildung 47: CO_2-Emissionen der Südvariante, Quelle: Energienetzbeirat Hamburg, 2017 49
Abbildung 48: CO_2-Emissionsfaktoren und EE-Anteile der Varianten; Hamburg Institut; Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz Hamburg; 2017 50
Abbildung 49: Darstellung GIS basierter Analyse der Fernwärmeanschlüsse sowie des Anschlusspotentials (Ecofys, 2011) 51
Abbildung 50: Karte Fernwärmenetze Hamburg (Ecofys, 2011) 52
Abbildung 51: Anteile Energieträger für Raumwärme und Warmwasser sowie CO2-Emissionen, Quelle BUE auf Basis der Energiebilanz 2015 54
Abbildung 52: Landtag BW, Ersatzmaßnahmen gemäß §§10 und 17 EEWärmeG, 2017 55
Abbildung 53:Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien in einem sanierten Mehrfamilienhaus im Jahr 2013-2014; MAP Evaluierung, Stuible et.al. 56
Abbildung 54: Steuern und Abgaben auf verschiedene Energieträger; Agora Energiewende 2018 56
Abbildung 55: Anlagen mit MAP Förderung (BAFA) Quelle: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, Stuible et.al. 58
Abbildung 56: Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme von 2003 bis 2015; Quelle: BUE 60

Abbildung 57: Hemmnisse, Adressaten, Maßnahmen der Sanierung: Hintergrundpapier zur ESG, Prognos/ifeu 2015 62
Abbildung 58: Zentrale Problemfelder der Sanierung, Feldstudie Deneff 2017 63
Abbildung 59: Beispiel individueller Sanierungsfahrplan, Kurzanleitung Sanierungsfahrplan, BMWi 2017 64
Abbildung 60: Anteile Baualtersklassen SAGA GWG 68
Abbildung 61: Entwicklung Endenergieverbrauch Wohnung SAGA 69
Abbildung 62: Geförderter Wohnungsbau IFB Jahresbericht 2017 70
Abbildung 63: Wärmedichten in Hamburg (eigene Auswertung) 73
Abbildung 64: Mehrinvestitionen pro m² Wohnfläche am Beispiel eines Mehrfamilienhauses, Quelle: Lösungsansätze für wirtschaftliches Bauen 2020; Schulze Darup 76
Abbildung 65: Gebäudeflächenanteile je Baualtersklasse - Dezentrale Zone 79
Abbildung 66: Gebäudeflächenanteile je Baualtersklasse – Urbane Zone 79
Abbildung 67: Entwicklung beheizte Fläche je Heizsystem – Dezentrale Zone 80
Abbildung 68: Spezifische Endenergiekennwerte in kWh/m²je Gebäudetyp in 2020 und 2050 – dezentrale Zone 81
Abbildung 69: Entwicklung Endenergiebedarf je Heizsystem – Dezentrale Zone 81
Abbildung 70: Entwicklung beheizte Fläche je Heizsystem – Urbane Zone 82
Abbildung 71: Spezifische Endenergiekennwerte in kWh/m²je Gebäudetyp in 2020 und 2050 – urbane Zone 83
Abbildung 72: Entwicklung Endenergiebedarf je Heizsystem – Urbane Zone 83
Abbildung 73: Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp – Dezentrale Zone 84
Abbildung 74: Entwicklung CO_2-Emissionen je Heizsystem – Dezentrale Zone 84
Abbildung 75: Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp – Urbane Zone 85
Abbildung 76: CO_2-Emissionen je Heizsystem – Urbane Zone 85
Abbildung 77: Flächenentwicklung je Baualtersklasse – Gesamtstadt 86
Abbildung 78: Flächenentwicklung je Gebäudetyp – Gesamtstadt 86
Abbildung 79: Entwicklung Endenergie BAU Szenario – Gesamtstadt 87
Abbildung 80: Entwicklung Endenergie ZE Szenario – Gesamtstadt 87
Abbildung 81: Entwicklung Primärenergie BAU Szenario – Gesamtstadt 88
Abbildung 82: Entwicklung Primärenergie ZE Szenario – Gesamtstadt 89
Abbildung 83: Entwicklung CO_2-Emissionen BAU Szenario – Gesamtstadt 90
Abbildung 84: Entwicklung CO_2-Emissionen ZE Szenario – Gesamtstadt 90
Abbildung 85: Entwicklung CO_2-Emissionen - Szenarienvergleich und Zielerreichung 92
Abbildung 86: Policy Cycle, basierend auf Knill und Tolsun 2008 94

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Datenquellen zur Erstellung des Gebäudemodells nach Themenbereichen und Zeitraum 11
Tabelle 2: Gebäudetypen Hamburger Gebäudemodell 11
Tabelle 3: Baualtersklassen Hamburger Gebäudemodell 11
Tabelle 4: Entwicklung CO_2- Faktor Fernwärme in Hamburg, BUE 35
Tabelle 5: Erste qualitative Bewertung Instrumente und Maßnahmen zur Zielerreichung (rot: priorisierte Handlungsfelder BUE aus 1. Workshop) 43
Tabelle 6: Erste qualitative Bewertung Instrumente und Maßnahmen zur Zielerreichung 44
Tabelle 7: CO_2-Einspareffekte in Mio. Tonnen pro Jahr (im Mittel über 30 Jahre), eigene Berechnungen 45
Tabelle 8: Priorisierung der 6 Handlungsfelder zur Zielerreichung 46
Tabelle 9: Energieträgermix der in Hamburg verbrauchten Fernwärme 2011-2015, Quelle: BUE 47
Tabelle 10: Künftige CO_2Faktoren Fernwärme Variante „Süd“ 49
Tabelle 11: Abschätzung Entwicklung Sanierungsrate basierend auf Teilsanierungen in Sanierungsstufen, Ecofys 61
Tabelle 12: Flächenanteile Wärmedichte-Bereiche in Hamburg 72

1 Zusammenfassung

Um eine Strategie zum Erreichen der Hamburger Klimaschutzziele zu entwickeln, sind zunächst genaue Kenntnisse der aktuellen sowie einer möglichen, alternativen Entwicklung des Wärmesektors notwendig. Die Entwicklung detaillierter Emissionspfade auf der Basis eines Gebäudemodells, welches den Gebäudebestand möglichst realistisch abbildet, ist daher die Aufgabe des vorliegenden Gutachtens.

Auf der Basis von geo-referenzierten Daten, die zum Teil dem Hamburger Wärmekataster entstammen, wurde ein Gebäudemodell auf der Grundlage verschiedener Gebäudetypologien und Baualtersklassen erstellt. Zudem wurde die Stadt in zwei geografische Zonen unterteilt: die innerstädtisch verdichtete, urbane Zone, in der auch der Großteil der Hamburger Fernwärmenetze liegen. Und die geringer verdichtete, dezentrale Zone, die die urbane Zone umschließt und durch eine dezentrale Versorgung geprägt ist. Für diese beiden unterschiedlichen Siedlungsstrukturen müssen auch unterschiedliche Strategien entwickelt werden, um die Wärmewende für beide umsetzbar zu gestalten. Das Gebäudemodell, abgebildet durch das „Built-Environment-Analysis-Model“ (BEAM^2), ermöglicht es, auf der Basis von gebäudespezifischen Kennwerten, eine Gesamtbilanz des aktuellen Wärmeverbrauchs zu erstellen. Das Bottom-Up Gebäudemodell (BEAM^2) erzielt einen Wert von 17,4 TWh/a Endenergie für 2018, Berechnungen basierend auf der Verursacherbilanz von 2015 liegen bei 16,2TWh.

Für das Business-as-usual-Szenario (BAU) wurde eine Entwicklung angenommen, die auf den aktuellen gesetzlichen Vorgaben beruht. Auf der Grundlage von lokalen Daten wurden Annahmen für eine wahrscheinliche, künftige Entwicklung des Gebäudesektors in Hamburg getroffen. Es wurde eine Sanierungsrate von 1,1% für Wohngebäude und von 0,8% für Nichtwohngebäude angenommen. Die Kennwerte für Neubau und Abriss wurden in einer Zeitreihe festgelegt, mit einem Schwerpunkt beim Wohnungszubau bis 2030. Es wird insgesamt von einem Zubau an Nutzflächen von 14 Mio. m² bis 2050 ausgegangen.

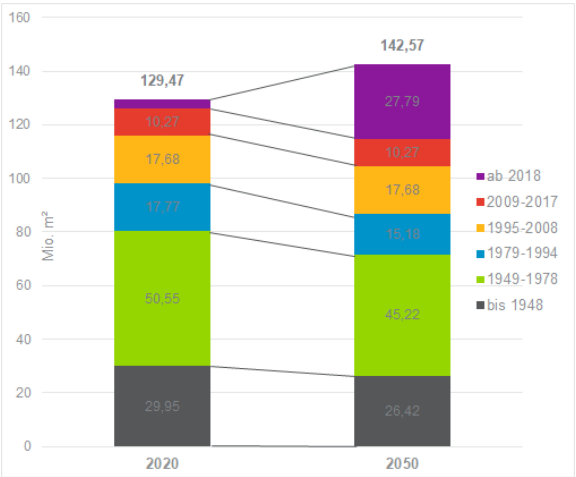


Abbildung 1: Flächenentwicklung in Hamburg 2020 bis 2050 nach Baualtersklassen

Zudem wurden Annahmen für den künftigen Energieträgermix und den Wärmenetzausbau getroffen. Insbesondere hierin unterscheiden sich die beiden geografischen Zonen in ihrer Entwicklung (s. Kapitel 4.2 Basis-Szenario "Business as usual").

Zur Darstellung einer Entwicklung, die sich an den Klimaschutzzielen der Stadt orientiert, wurde ein weiteres Szenario entwickelt (ZE). Es basiert auf der Umsetzung einer umfassenden Strategie, die alle Bereiche des Gebäudesektors adressiert. Im Rahmen von 6 Handlungsfeldern wurden mögliche Maßnahmen und Instrumente aufgezeigt, die kurzfristig umgesetzt eine entsprechende Wirkung bis 2050 entfalten:

Handlungsfelder/Instrumente
Dekarbonisierung der Fernwärme und Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes
Erneuerbare Fernwärmeerzeugung, Rekommunalisierung, Erhöhung Anschlussquote, Ausbau Wärmenetze
Erneuerbare Wärme für den Gebäudebestand
Nutzungspflicht für erneuerbare Energienauch auch für Nichtwohngebäude
Sanierungsrate und Sanierungstiefe erhöhen
Anreize und Unterstützung für besseres und tieferes Sanieren, IFB Förderprogarmme, Stufenmodell
Öffentlichen Wohnungs- und Nichtwohnungsbau verbessern
Verpflichtung für bessere Neubau- und Sanierungsstandards, EEWärmeG Bestand
Anschlussrate Fernwärme und Einsatz erneuerbarer Energien erhöhen
Förderung bei Übererfüllung, Anschlusszwang/-anreize
Besserer Neubaustandard
Novellierung der KliSchVO

Insgesamt stellen ein Mix aus Effizienzmaßnahmen bei neuen und bestehenden Gebäuden sowie die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung gekoppelt an den Wärmenetzausbau (von 24% in 2015 auf 60% in 2050) die Basis für die Wärmestrategie für den urbanen Raum dar. Im Zusammenspiel der verschiedenen Bereiche lassen sich Einsparungen erreichen, die eine Zielerreichung - in Anlehnung an die Ziele der Bundesregierung für den Gebäudesektor[1] - in 2050 möglich erscheinen lassen. Das Ziel der Stadt Hamburg, bis 2050 entsprechend dem Bundesziel einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen[2] erscheint damit umsetzbar zu sein.

[1] Ziel der Bundesregierung ist es, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu haben. Dazu soll der nicht-erneuerbare Primärenergiebedarf des Gebäudebestands bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Zielbezugsjahr 2008 um rund 80% gesenkt werden (Hintergrundpapier zur Energieeffizienzstrategie Gebäude; Prognos 2015)

[2] Hamburger Klimaplan 2015

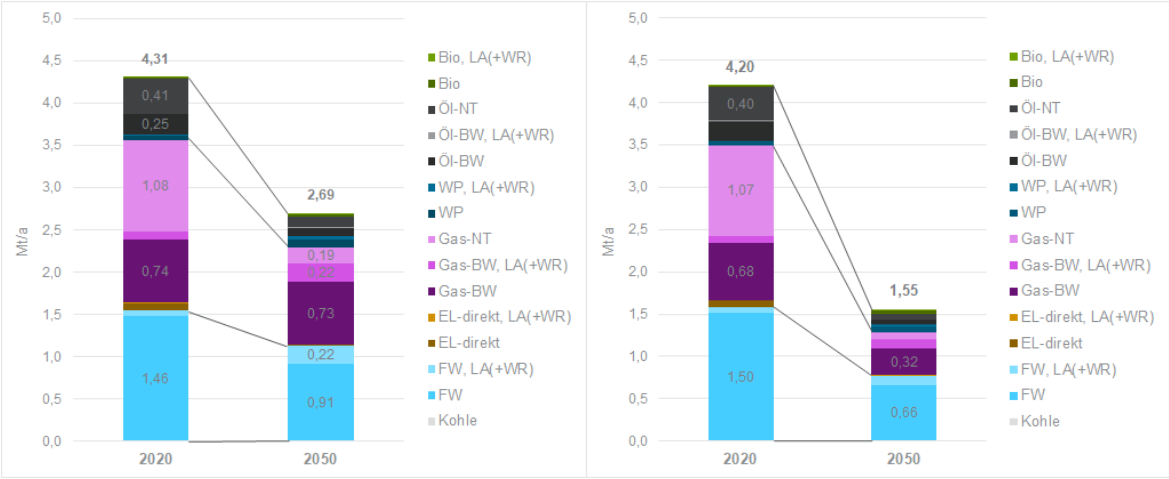


Abbildung 2: Entwicklung CO2-Emissionen 2020 bis 2050 - BAU Szenario und ambitioniertes Szenario

Das ambitionierte Szenario für Hamburg (1,55 Mt CO_2/a) erreicht die Zielwerte nicht, die auf dem Zielerreichungs-szenario der Effizienzstrategie Gebäude (ESG) basieren (1,37 Mt CO_2/a). Es liegt jedoch nur knapp darüber, sodass die Zielerreichung über 30 Jahre bis 2050 möglich erscheint.

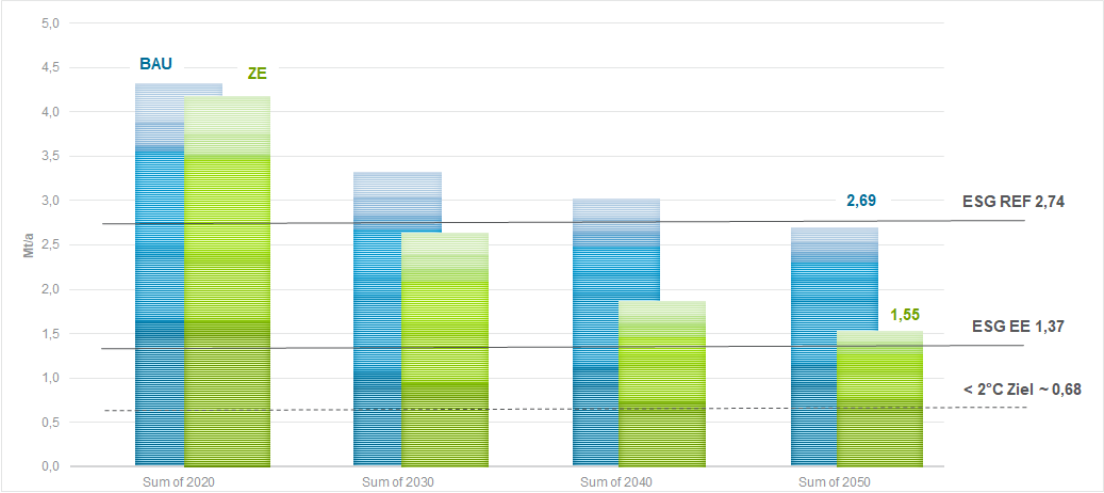


Abbildung 3: Szenarien für Hamburg – im Vergleich mit den Szenarien aus der Effizienzstrategie Gebäude für den Bund

2 Einleitung

Nicht ohne Grund wurde die Freie und Hansestadt Hamburg nach Stockholm bereits im Jahr 2011 zur zweiten europäischen Umwelthauptstadt gewählt. Aufbauend auf dem Hamburgischen Klimaschutzgesetz von 1997 verabschiedete der Senat 2007 die Hamburgische Klimaschutzverordnung als neues legislatives Fundament für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen. Parallel hatte die Freie und Hansestadt Hamburg 2007 schon frühzeitig ein Klimaschutzkonzept 2008-2012 mit Zielen und einem umfassenden Maßnahmenportfolio erstellt, das jährlich fortgeschrieben wird. Dieses mündete in die Entwicklung eines Masterplans Klimaschutz, welcher 2013 vom Hamburger Senat beschlossen wurde. Der Masterplan Klimaschutz zeigte dabei eine Perspektive bis 2050 auf, die es ermöglicht, das CO_2-Minderungsziel von 80 % Einsparung gegenüber 1990 zu erreichen. Bis zum Jahr 2020 sollen zwei Millionen Tonnen CO_2 eingespart werden. Die aktuellen klimapolitischen Zielsetzungen für die Jahre 2020, 2030 und 2050, sowie das in diesem Zusammenhang verfolgte Leitbild einer „Climate Smart City und ergänzender Strategien und Maßnahmen zum Erreichen der ambitionierten Ziele, zeigt der im Dezember 2015 vom Senat beschlossene Hamburger Klimaplan auf. Im Klimaplan sind Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel integriert.

Bereits bis 2030 will die Stadt den CO_2-Ausstoß im Vergleich zu 1990 halbieren. Dabei soll die Hamburger Verwaltung mit gutem Beispiel vorangehen und ab 2030 CO_2-neutral wirtschaften und bspw. ab 2020 einen zu 50 % strombetriebenen Behördenfuhrpark betreiben. Derzeit wird der Hamburger Klimaplan fortgeschrieben.

Neben dem Anteil verursacht durch Verkehr, entfällt ein Großteil städtischer Emissionen auf den Bereich der Wohn- und Nichtwohngebäude. In Hamburg sind dies ca. 4,23 Mio. Tonnen CO_2 für die Wärmebereitstellung (ohne Prozesswärme) und 16,2 TWh Endenergie (Energiebilanz 2015). Das sind etwa 34% des Endenergieverbrauchs Hamburgs. Das Ziel der Stadt Hamburg ist es, bis 2050 entsprechend dem Bundesziel einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Auch bietet der Gebäude- und Energiesektor die Möglichkeit, Klimaschutzmaßnahmen z. B. durch Gebäudesanierung unter wirtschaftlichen Bedingungen umzusetzen. Die Hamburger Strategie des Klimaplans zielt dabei zudem auf Energieverbräuche bestehender Mehrfamilienhäuser von durchschnittlich 40–45 kWh/m² und von Einfamilienhäusern 45–55 kWh/m² im Jahr 2050. Bei Nichtwohngebäuden sollen bis dahin 50 % des Wärmebedarfs eingespart werden. Der verbleibende Wärmebedarf soll in allen Gebäuden überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Für die öffentlichen Gebäude nimmt die Verwaltung eine Vorbildfunktion ein und stellt bis Ende 2017 Sanierungskonzepte und -fahrpläne auf. Allein für Schulen und Hochschulen sollen zusätzliche 24,4 Mio. Euro[3] für die energetische Sanierung aufgewendet werden. Die Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB Hamburg) unterstützt dabei die Bemühungen, indem sie klimafreundliches Bauen und Sanieren fördert. Derzeit arbeitet der Hamburger Senat gemeinsam mit den Hamburger Bürgern an einer klimagerechten und klimaangepassten „Climate Smart City Hamburg“. Auch der Gebäudebereich steht dabei im Fokus der Strategie.

[3] Klimaplan Hamburg

Die vorliegende Untersuchung zur Entwicklung einer Wärmestrategie für Hamburg bis zum Jahr 2050, soll diese Strategie ergänzen und realistische Möglichkeiten aufzeigen, wie die Klimaschutzziele für den Gebäude- und Wärmesektor in Hamburg erreicht werden können. Verschiedene Maßnahmen und Instrumente wurden dabei in Zusammenarbeit mit der BUE entwickelt und anschließend in Bezug auf ihre Einspareffekte bewertet. Es wurden zwei Szenarien erstellt, die zum einen die Entwicklung bis 2050 aufzeigten, die mit den aktuell vereinbarten Maßnahmen erreicht werden kann und zum anderen einen Pfad darstellten, der ein deutlich höheres Einsparpotential umsetzen kann. Hierfür müssten verschiedene Instrumente zur Förderung und Forderung von Klimaschutzmaßnahmen eingeführt werden. Es müssten zudem Investitionen in Bereichen der kommunalen Daseinsfürsorge getätigt werden, um dem Vorbildcharakter der öffentlichen Hand zu entsprechen. Diese umfassende Zusammenstellung von Instrumenten und Maßnahmen könnte der Stadt Hamburg ermöglichen, in den Zielbereich der selbst gesetzten Anforderungen zu kommen.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Hintergrund

Basierend auf dem Ecofys Gebäude-Gutachten zum Masterplan Klimaschutz aus dem Jahr 2010 wurden die Aussagen der damaligen Berechnungen um aktuelle Datengrundlagen und Entwicklungen im Gebäudesektor ergänzt, um eine Aktualisierung und eine Detaillierung der Hochrechnungen für die Jahre 2030 und 2050 zu erhalten. Seit 2010 hat sich die Datenlage zum Gebäudebestand in Hamburg deutlich verbessert. Insbesondere durch die Arbeiten an dem Projekt „Flächendeckende Erhebung des energetischen Zustands des Hamburger Gebäudebestands“ aus den Jahren 2011/ 2012 gibt es eine umfassende Nichtwohngebäudetypologie, Factsheets für Wohn- und Nichtwohngebäude, gegliedert nach Baualtersklassen, räumliche Daten, die Gebäudeinformationen und Versorgungsinformationen (z. B. Fernwärme) zusammenbringen. Diese Daten beziehen sich jedoch ausschließlich auf den Ist-Zustand der Gebäude. Eine Zukunftssimulation wurde im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt. Daher erbot es sich, die flächendeckenden Daten zu nutzen und sie mit Szenarienrechnungen zu verbinden.

Durch den Einsatz des von Ecofys entwickelten BEAM^2 Modells und ein auf den verfügbaren GIS Daten (z. B. aus dem Hamburgischen Wärmekataster) neu aufgebautes Gebäudemodell der Stadt Hamburg, konnte die Detailtiefe insbesondere im Bereich der Nichtwohngebäude deutlich verbessert werden und ein teilräumlicher Ansatz gewählt werden.

Ergänzend zum Vorgängerprojekt sollten diesmal auch explizit einzelne Instrumente auf ihre Wirksamkeit in Hinblick auf die Zielerreichung der Hamburger Klimaschutzziele untersucht werden. Hierfür musste zunächst der mögliche Beitrag des Gebäudesektors für Raumwärme und Warmwasser am gesamten CO_2-Minderungsziel der Stadt Hamburg (in Anlehnung an die Energieeffizienzstrategie Gebäude der Bundesregierung) eruiert werden.

3.2 Entwicklung Methodik

Aufgabe des Gutachtens war es daher, für den Bereich Gebäudeenergieeffizienz und Raumwärmebereitstellung neben einem Business-as-usual Szenario (BAU) als Referenzszenario, unter Berücksichtigung der aktuellen Gesetzgebung des Bundes und des Stadt Hamburg, ein Zielszenario zu entwickeln. Dabei sollten die mittel- und langfristigen Ziele der Bundesregierung sowie der Stadt Hamburg, die im Bereich effiziente Gebäude, klimaschonende Infrastruktur und Ausbau der Erneuerbaren Energien zu erwarten sind, berücksichtigt werden. Zudem sollten verschiedene Politikinstrumente, mit denen die Stadt Hamburg Einfluss auf die Energieeffizienz im Gebäudebereich sowie auf eine CO_2-arme Wärmeversorgung nehmen kann, definiert und quantifiziert werden.

Dafür wurden die möglichen Effekte, die aus den verschiedenen Instrumenten resultieren, analysiert und eine Einschätzung zu einer möglichen Zielerreichung für die Jahre 2030 und 2050 gegeben. Zur Klärung der vorliegenden Fragestellungen wurden umfangreiche Simulationen sowohl für Wohn- als auch für Nichtwohngebäude mit dem Built-Environment-Analysis-Model (BEAM^2) durchgeführt.

BEAM² - Built-Environment-Analysis-Model

Prognosen zur Entwicklung des Gebäudesektors (Nutzflächen, Energieverbrauch, Energiekosten, CO_2-Emissionen etc.) können aufgrund ihrer Komplexität nur mit Hilfe von Modellen möglichst realitätsnah erstellt werden. Speziell für diese Aufgaben hat die Ecofys Germany GmbH ein integriertes Analysemodell für den Gebäudebestand entwickelt, das Built-Environment-Analysis-Model (BEAM²). Dieses Bottom-up Modell berechnet, basierend auf einer Vielzahl definierter Referenzgebäude, neben Energiebedarfen für Heizwärme, Warmwasser, Klimatisierung und Hilfsenergie (Heizungspumpen und -steuerung, Lüftungsanlagen, Strom für Klimaanlagen im Nichtwohngebäuden) und die damit verbundenen CO_2-Emissionen. Diese werden für verschiedene Gebäudetypen, Baualtersklassen, Energiestandards und Energieträger – und für das vorliegende Projekt auch räumliche Cluster - bis 2050 berechnet. Unter Angabe von Neubau-, Abriss- und Sanierungsraten können beliebige Szenarien modelliert werden, in denen die Effekte einzelner Maßnahmen oder gesamter Maßnahmenbündel quantifiziert werden können. Auf diese Weise lassen sich die Folgen politischer und technischer Maßnahmen zur Energieeinsparung in Ihren Auswirkungen auf den Gebäudebestand darstellen.

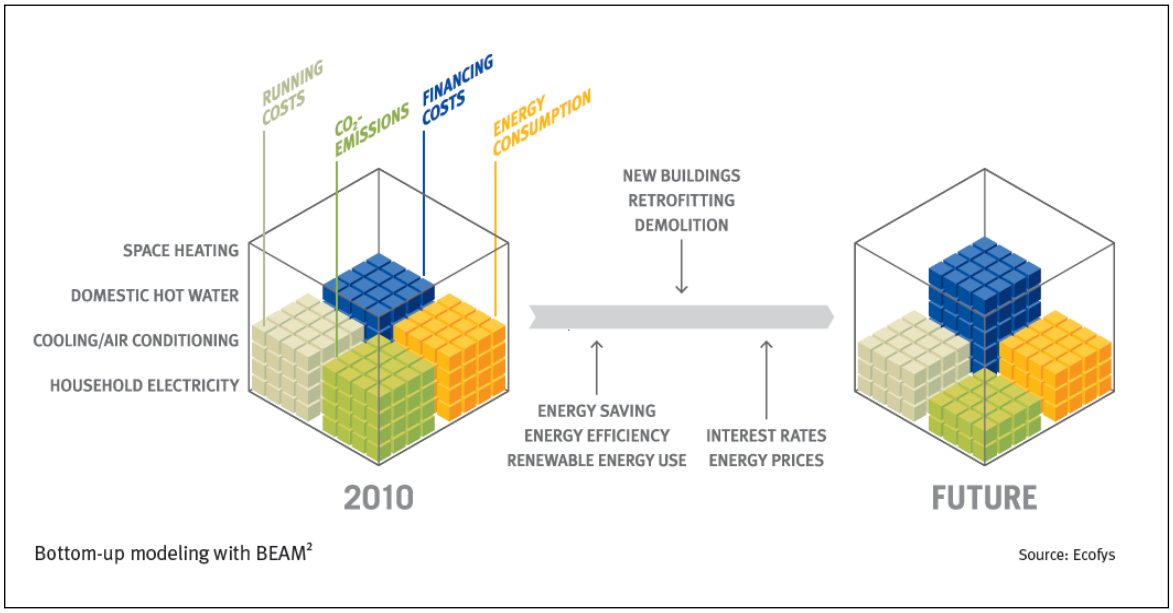


Abbildung 4: Funktion der Bottom-up Modellierung mit dem BEAM² Modell

Status-quo

Zunächst wird der Gebäudebestand im Modell abgebildet. Hierzu werden Referenzgebäude (Wohn- und Nichtwohngebäude) in Bezug auf ihre Geometrie definiert. Der Bestand wird diesen Referenzgebäuden zugeordnet und es werden darüber hinaus verschiedene Baualtersklassen, Qualitäten der Gebäudehülle (U-Werte der Bauteile) und Anlagentechnikvarianten pro Referenzgebäude definiert (z. B. bereits teilsaniertes Einfamilienhaus mit Baujahr zwischen 1949 und 1978 mit Öl-Niedertemperaturkessel). Hier können alle Parameter an die spezifische Situation angepasst werden, inklusive der Gebäudestruktur und Siedlungstypologie. Durch die Zuordnung wird gleichzeitig die

Verteilung der Gebäude festgelegt. Pro Referenzgebäude können darüber hinaus Hilfsenergiebedarfe definiert werden (z. B. für Beleuchtung und Hilfsenergie). Die Angabe von top-down Daten aus der Energie- und CO_2-Bilanz des Statistikamts Nord dient der Kalibrierung des Modells für den Startpunkt.

Definition der Szenarien

Es werden Sanierungs-, Abriss- und Neubauprogramme definiert, die zunächst Einfluss auf die zukünftigen Verteilungen der Gebäudeflächen nach Sanierungsstandards und Anlagentechnik haben. Für ein Szenario werden weiterhin Wetterdaten (Temperatur und Strahlung) hinterlegt.

Sanierungsprogramme

Für die Sanierungsprogramme können Prioritäten in Bezug auf die zu sanierende Altersgruppe und Anlagentechnik vergeben werden. Die Zielstandards für die Sanierung können frei definiert werden, gemäß den angestrebten U-Werten für die Gebäudehülle nach der Sanierung, Art der Anlagentechnik etc. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Zielverteilungen der Anlagentechnik anzugeben (beispielsweise 50 % GuD-Kraftwerke in Siedlungszentren und 50 % Wärmepumpen in Nicht-Siedlungszentren). An dieser Stelle können auch andere Technologien, wie Kompressionskälteanlagen aber auch Lüftungsanlagen etc. in die Anlagentechnik mit einbezogen werden.

Neubauprogramme

Für Neubauprogramme können ähnlich wie für Sanierungsprogramme genaue Zielvorgaben und - Verteilungen definiert werden, um so eine realistische Abbildung des Gebäudebestandes im Jahr 2050 zu erhalten.

Abrissprogramme

Der Abriss findet in den definierten Klassen anhand einer Prioritätenliste in Bezug auf Anlagentechnik pro Baualtersklasse und Referenzgebäude statt.

Ergebnisberechnung

Auf Basis der eingegebenen Daten können dann Szenarien berechnet werden. Zunächst werden die zukünftigen Flächenverteilungen basierend auf den Eingangsdaten und den definierten Programmen berechnet. Hieran schließt sich die Berechnung der Heizwärme- und Kühlenergiebedarfe nach DIN-EN-ISO 13790 pro Sanierungsstandard an, die unter Hinzunahme der Anlagentechnik dann in die Berechnung der Endenergiebedarfe für Heizwärme und Kühlung mündet. Hierzu werden noch die Endenergiebedarfe für die Warmwasserbereitung und Hilfsenergie addiert, um darauf aufbauend mittels Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren die CO_2-Emissionen und Primärenergiebedarfe zu berechnen.

Neben den verschiedenen Gebäudetypen und Baualtersklassen wurde die Stadt zusätzlich in zwei unterschiedliche Siedlungszonen unterteilt – innerstädtisch-verdichtete Zone mit überwiegend Fernwärmenetz und Zone geringerer Bebauungsdichte mit dezentralen Versorgungsstrukturen. Zentrales Ziel dabei ist es, einen Erkenntnisgewinn über

notwendige Steuerungsimpulse für die Wärmeversorgung in Hamburg zu erlangen, um die langfristigen Klimaschutzziele zu erreichen.

Basierend auf den Erkenntnissen aus den Simulationen wurden durch die Auftragnehmer Empfehlungen zu mögliche strategische Anpassungen bzw. der Gestaltung von Steuerungsimpulsen formuliert. Dabei stehen die identifizierten Instrumente zur Einhaltung der Klimaschutzziele im Vordergrund.

Auf ökonomische Fragestellungen wurde im Rahmen dieses Projektes nicht näher eingegangen, es wurde vielmehr ein technisches Potential betrachtet. Die Frage nach der Umsetzbarkeit der verschiedenen vorgeschlagenen Maßnahmen wurde jedoch im Rahmen von zwei Workshops mit dem Auftraggeber diskutiert.

4 Gebäudemodell und Szenarien des Masterplan-Ergänzungsgutachten

4.1 Datengrundlage und Situation in Hamburg

Die Datengrundlage zur Erstellung eines umfassenden Modells des Hamburger Gebäudebestands ist aufgrund verschiedener Gutachten und Projekte der letzten Jahre sehr umfangreich. Folgende Tabelle zeigt die Datenbasis, die zur Modellierung des Hamburger Gebäudebestandes verwendet wurde:

Themenbereich	Zeitraum	Quelle	Anmerkungen
Energieträgerverteilung je Gebäudetyp und Baualtersklasse	Bis 2009	Datenblätter Gebäudetypologie	Die Datenblätter wurden im Rahmen des Projekts „Flächendeckende Erhebung des Gebäudebestands“ (ecofys 2012) erstellt.
	Ab 2009	Statistik zu Baufertigstellungen im Wohn- und Nichtwohnbau (Neubauten)	Informationen wurden von der BUE bzw. vom Statistikamt Nord zur Verfügung gestellt
Kalibrierung der Energieträgerverteilung	Gesamter Zeitraum	Anwendungsbilanzen nach Sektoren	Statistikamt/ BUE
Flächen je Gebäudetyp und Baualtersklasse	Bis 2009	Datenblätter Gebäudetypologie und GIS	Siehe oben
	Ab 2009	Wärmekataster	Informationen wurden von der BUE zur Verfügung gestellt
Verbrauchkennwerte je Wohngebäude und Baualtersklasse	Bis 2009	Flächendeckende Erhebung des energetischen Zustands des Hamburger Gebäudebestands	Zur Ermittlung der Kennwerte wurden für die EFH und RH die CO_2-Online und für die MFH die ISTA Daten ausgewertet
	Ab 2009	Flächendeckende Erhebung des Gebäudebestands unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors (80 % des Verbrauchskennwerts der Baualtersklasse 1995-2008)	Siehe oben
Verbrauchkennwerte Nicht-Wohngebäude je Wohngebäudetyp und Baualtersklasse	Bis 2009	Kennwerte für Nichtwohngebäude aus Studie „Klimaschutzstrategien für Nichtwohngebäude in Stadtquartieren“	Wuppertal Institut
	Ab 2009	Wärmekataster	Informationen wurden von der BUE zur Verfügung gestellt
Definition der Zonen		In Anlehnung an „Wärmeversorgungskonzept für die Freie und Hansestadt Hamburg“	In Anlehnung an LBD-Studie

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Datenquellen zur Erstellung des Gebäudemodells nach Themenbereichen und Zeitraum

Darüber hinaus wurden für die Entwicklung der beiden Szenarien und den Handlungsempfehlungen zahlreiche weitere Quellen verwendet, welche im weiteren Verlauf dieses Dokuments an geeigneter Stelle referenziert werden.

Im Folgenden Kapitel wird die Verwendung der Daten näher erläutert.

4.1.1 Methodische Vorgehensweise zur Erarbeitung eines Gebäudemodells für Hamburg

Für das vorliegende Projekt wurde die folgende Zusammenstellung von Gebäudetypen als Referenzgebäude für den Hamburger Gesamtbestand ausgewählt:

Wohngebäude	Nichtwohngebäude
Einfamilienhäuser und Reihenhäuser	Verwaltung, Büro und Praxis
Mehrfamilienhäuser klein	Lagerung (Speicher, Kühlhaus)
Mehrfamilienhäuser groß	Produktion/ Fabrik
	Handel
	Schulen
	Transport, Spedition
	Handwerk/ Werkstatt
	Krankenhaus
	Hotel/ Pension

Tabelle 2: Gebäudetypen Hamburger Gebäudemodell

Neben einer Definition der Wohn- und Nichtwohngebäudetypen werden auch verschiedene Baualtersklassen und Sanierungsniveaus im Modell definiert. Für das Gebäudemodell wurde eine Aufteilung in folgende Baualtersklassen vorgenommen:

Wohngebäude und Nichtwohngebäude
Bis 1948
1949 – 1978
1979 – 1994
1995 – 2008
Ab 2009

Tabelle 3: Baualtersklassen Hamburger Gebäudemodell

Auf Grundlage der o. g. verfügbaren Datengrundlage für Hamburg wurde ein Modell des Hamburger Gebäudebestands zur weiteren Berechnung im BEAM² erstellt. Die o. g. Datenquellen wurden dazu primär Microsoft Excel- und Access-basiert aufbereitet und aufgrund gemeinsamer Attribute, wie z. B. Baualtersklasse, Gebäudetyp, geographische Lage, zusammengeführt. Dieser Prozess führte zu einem Bottom-Up Modell des Hamburger Gebäudebestandes. Zur Validierung wurden der Energiebedarf aus dem Bottom-Up Modell mit den Top-Down Werten der Anwendungsbilanzen des Statistikamtes abgeglichen. Dies führte zu einer weiteren Anpassung der Energieträgerverteilung des Hamburger Gebäudebestandes. Ziel war es eine Energieträgerverteilung vergleichbar mit der Anwendungsbilanz zu erreichen.

Abbildung 5 und Abbildung 6 stellen die Energieträgerverteilung nach Gebäudetyp und Baualtersklasse dar.

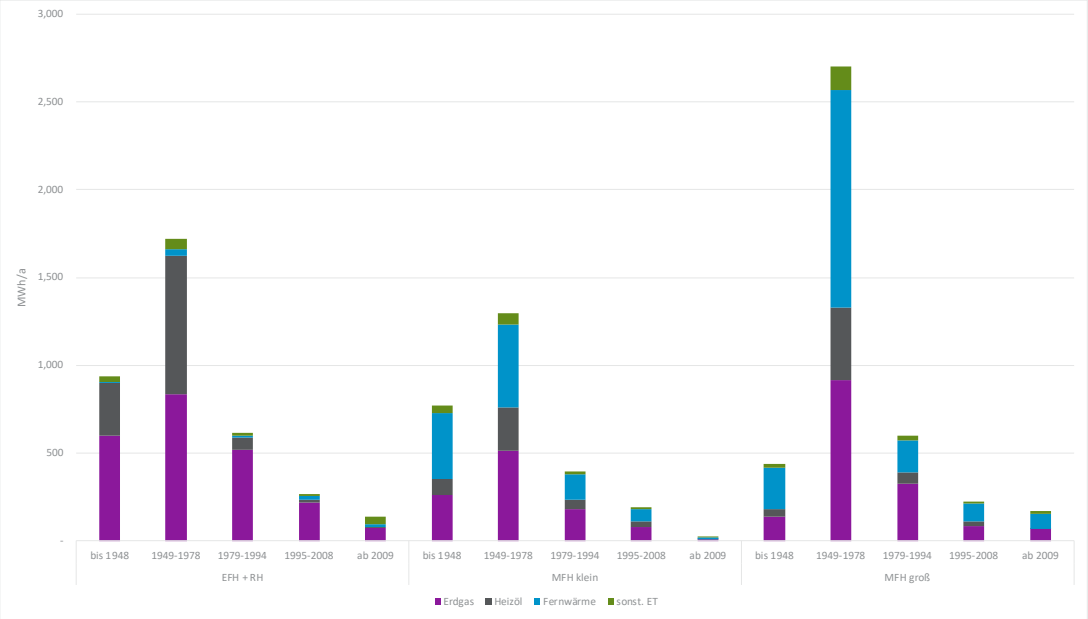


Abbildung 5: Energieverbrauch Wohngebäude nach Gebäudetyp und Baualtersklasse

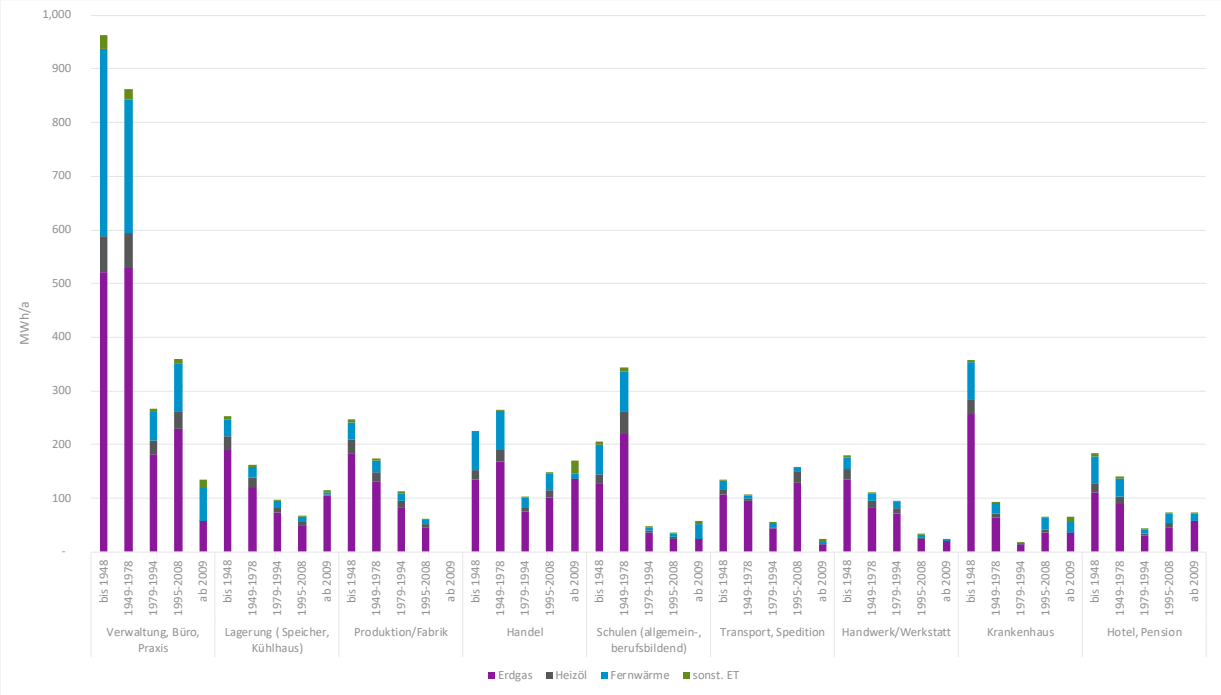


Abbildung 6: Energieverbrauch Nichtwohngebäude nach Gebäudetyp und Baualtersklasse

Der Gesamtenergieverbrauch wurde für das Gebäudemodell nicht kalibriert. Die Abweichungen, die sich noch im Toleranzbereich bewegen (2 % für Nicht-Wohngebäude und 20 % Wohngebäude) können auch auf eine Unschärfe in der Verursacherbilanz zurückzuführen sein. Der Endenergieverbrauch in Hamburg lag für Raumwärme und Warmwasser 2015 gemäß Berechnungen der BUE basierend auf der Verursacherbilanz von 2015 bei 16,2TWh[4], das Bottom-Up Gebäudemodell erzielt einen Wert von 17,4 TWh/a.

Zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs wurde den Gebäudetypen/ Baualtersklassen die entsprechenden Verbrauchskennwerte (siehe Tabelle 1) zugeordnet. Die Kennwerte repräsentieren die durchschnittlichen Verbräuche des Hamburger Gebäudebestandes je Gebäudetyp und Baualtersklasse. Die Kennwerte beziehen sich auf den aktuellen Zustand der Gebäude, d. h. auf Teilsanierungszustände, insbesondere für die älteren Baualtersklassen (d. h. nicht auf den Originalzustand).

Die Gebäude- und Versorgungsdaten sind, dank der vorangegangenen Arbeiten[5] zur Ermittlung und Zuordnung GIS-basierten Daten z. B. im Hamburger Wärmekataster[6], zum Großteil auf räumlicher Ebene vorhanden. Um die

[4] Nicht witterungsbereinigt

[5] Flächendeckende Erhebung und Kartierung des energetischen Zustandes des Hamburger Gebäudebestandes https://www.ecofys.com/files/files/ecofys-2014-gebaeudeerhebung-hamburg.pdf

[6] Wärmekataster Hamburg https://www.hamburg.de/energiewende/waermekataster/

Versorgungssituation in Hamburg mit dem hohen Anteil an Fernwärme auch auf räumlicher Ebene abbilden zu können, wurde für das Gebäudemodell ein Ansatz gewählt, der den Stadtraum in zwei unterschiedliche Zonen gliedert:

- Die dichte, innerstädtische Zone (**Verdichtungsgebiet**) in der größtenteils das aktuelle Fernwärmenetz liegt, in welcher aber auch weiteres Verdichtungspotential besteht sowie die sog. **Urbanisierungszone,** die sich an diese anschließt und ein Erweiterungsgebiet für den Fernwärmenetzausbau darstellt.
- Die **Dezentrale Versorgungszone**: hier sind weniger dicht bebaute Stadtteile vorhanden und es findet eine dezentrale Wärmeversorgung der Gebäude statt (siehe Abbildung 7).

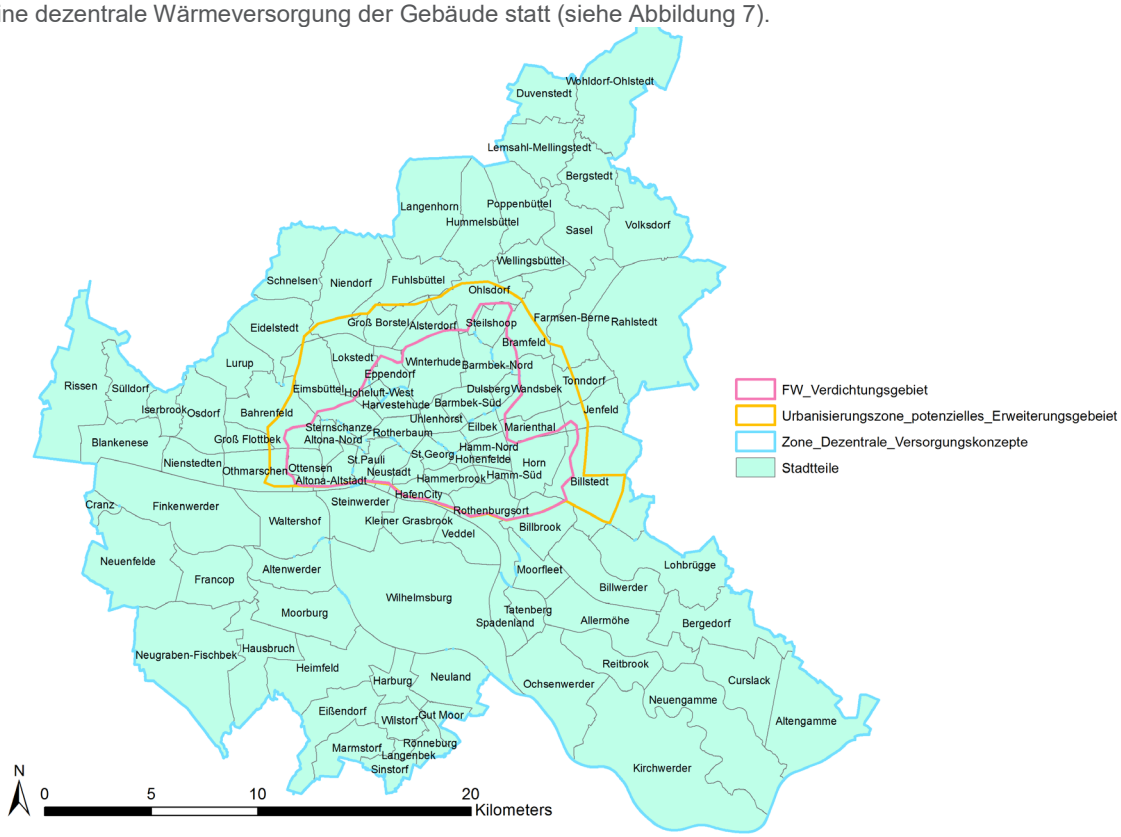


Abbildung 7: Versorgungszonen Hamburg (basierend auf Siedlungscluster aus Wärmeversorgungskonzept LBD 2011)

Die Unterteilung in die zwei Versorgungszonen ergibt schließlich ein umfassendes Bild des aktuellen Gebäudebestandes und dessen Wärmeversorgung.

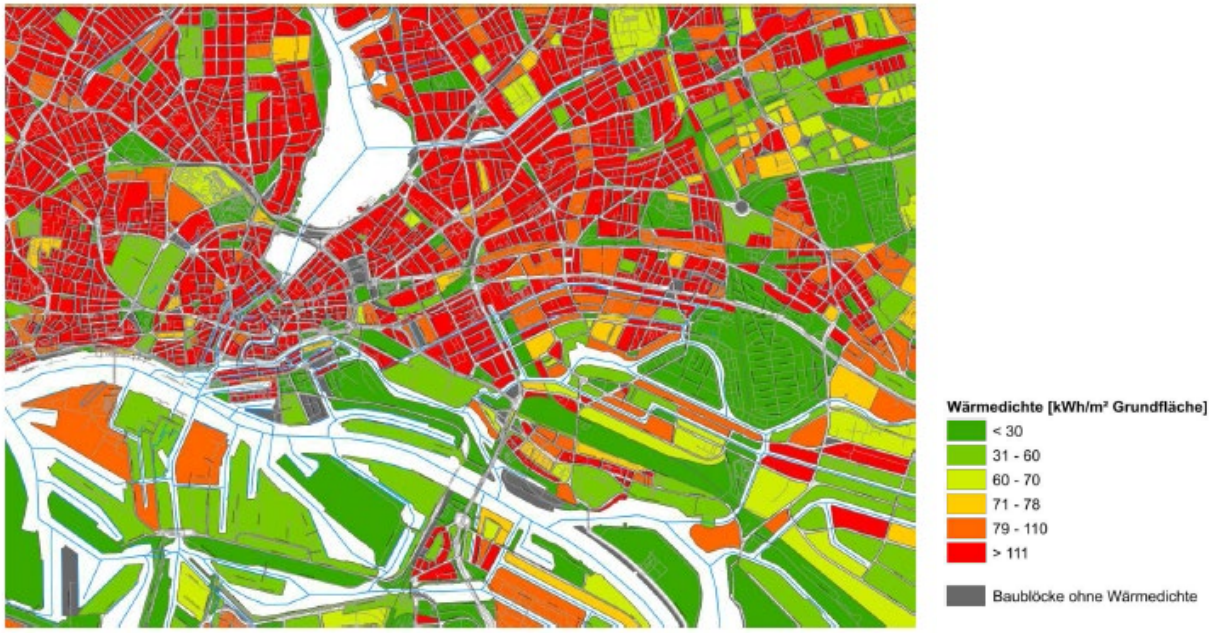


Abbildung 8: Darstellung Wärmedichte je Baublock (Flächendeckende Erhebung des energetischen Zustands des Hamburger Gebäudebestands; Ecofys, 2012)

Zudem konnten durch die GIS-gestützten Analysen Aussagen zur Wärmedichte (kWh/m² Grundfläche) je Baublock gemacht werden (siehe Abbildung 8). Ergänzend konnten Gebiete bzw. Gebäude entsprechend ihrer Lage an einem der Hamburger Fernwärmenetze als mit Fernwärme versorgt oder als potentiell fernwärmeversorgt ausgewiesen werden. Die Informationen zur Wärmedichte sowie zu den fernwärmeversorgten Gebäuden wurden verwendet, um den Ist-Zustand der Fernwärmequote in den beiden Zonen abzuschätzen und die Energieträgerverteilung entsprechend anzupassen.

In weiteren Schritten wurden die Möglichkeiten für die zukünftige Entwicklung des Gebäudebereichs innerhalb verschiedener Szenarien entwickelt.

4.1.2 Gebäudebestand in Hamburg

Spezifisch für die Situation des Gebäudebestandes in Hamburg sind die vielerorts übliche Backsteinarchitektur sowie ein hoher Anteil an Nichtwohngebäuden, insbesondere charakterisiert durch Verwaltungsgebäude, Lager und Handelsgebäude. Insgesamt können etwa 71 Mio. m² beheizter Fläche den Wohngebäuden und ca. 56 Mio. m² den Nichtwohngebäude zugeordnet werden (Flächendeckende Erhebung des Gebäudebestands, Ecofys 2012).

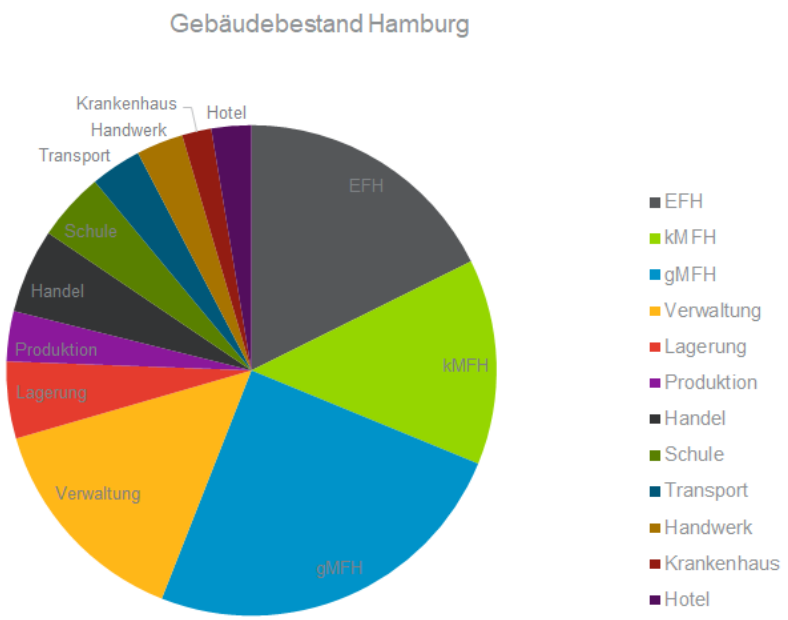


Abbildung 9: Gebäudebestand Hamburg Aufteilung nach Gebäudetypen, eigenen Berechnungen Ecofys

Die Verteilung der Baualtersklassen von Wohngebäuden in Hamburg stellt sich wie folgt dar und zeigt die besondere Relevanz von Gebäuden der Nachkriegszeit bis zum Ende der 70er Jahre.

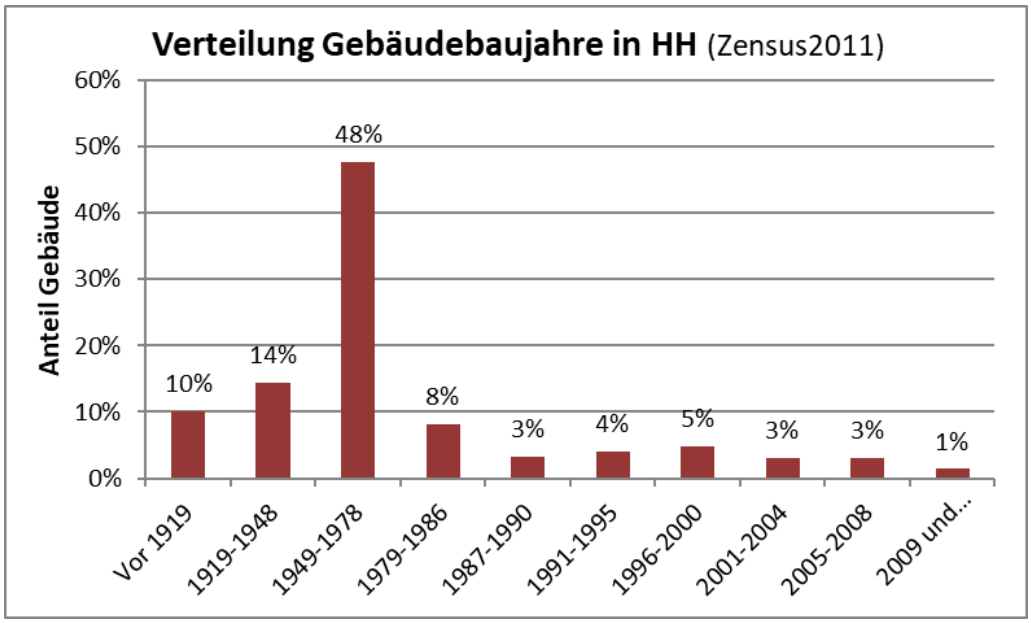


Abbildung 10: Verteilung Baualtersklassen für Wohngebäude; Zensus 9. Mai 2011 (Ergebnisse zum Stand Mai 2013)

Die Anteile der verschiedenen Nichtwohngebäudetypen bzw. der Beitrag der einzelnen Gebäudetypen zum Endenergieverbrauch in Hamburg konnte von Ecofys im Rahmen des GEWISS[7] Projektes basierend auf den GIS-Daten der flächendeckenden Erhebung ermittelt werden.

Nr.	Nichtwohngebäude-kategorie	Nutzung	Anteil am NW-Verbrauch
1	Verwaltung / Bürogebäude	Verwaltung, Büro, Praxis	25,4%
2	Betriebsgebäude	Lagerung (Speicher, Kühlhaus)	11,0%
3	Betriebsgebäude	Produktion/Fabrik	8,6%
4	Handel / Dienstleistung	Handel	7,1%
5	Lehre / Forschung / Betreuung	Schulen, (allgemein-, berufsbildend)	5,5%
6	Verkehrsinfrastruktur	Transport, Spedition	3,7%
7	Betriebsgebäude	Handwerk/Werkstatt	3,7%
8	Betriebsgebäude	Gewächshaus	3,2%
9	Gesundheitswesen	Krankenhaus	2,9%
10	Beherbergung	Hotel, Pension	2,0%
11	Betriebsgebäude	Gewerbe und Industrie, sonstige Gebäude	1,9%
12	Handel / Dienstleistung	Handel und Dienstl., sonstige Gebäude	1,6%
13	Lehre / Forschung / Betreuung	Fachhochschule, Universität	1,4%
14	Handel / Dienstleistung	Versicherung	1,3%
15	Verkehrsinfrastruktur	Flugzeughalle, Hangar	1,2%

Abbildung 11: Anteil Nichtwohngebäude Endenergieverbrauch, eigenen Berechnungen Ecofys

Die Gebäude in Hamburg sind zum Großteil im Besitz privater Eigentümer (69%). Die Eigentumsverhältnisse haben einen wesentlichen Einfluss auf die zu entwickelnden Instrumente zur Erhöhung der Sanierungsrate und Verbesserung der Sanierungsqualität sowie zum verstärkten Einsatz regenerativer Energien zur Wärmeerzeugung.

Ein hoher Wohngebäudeanteil in privater Hand bedeutet wenige Einwirkungsmöglichkeiten von Seiten der öffentlichen Hand. Die Herausforderung besteht hierbei in einen gemeinsamen Dialog zu treten.

Die folgende Grafik zeigt die Verteilung der Eigentumsverhältnisse aller Wohngebäude in Hamburg.

[7] GEWISS – Geografisches Wärmeinformations- und Simulationssystem, HAW/HCU Hamburg

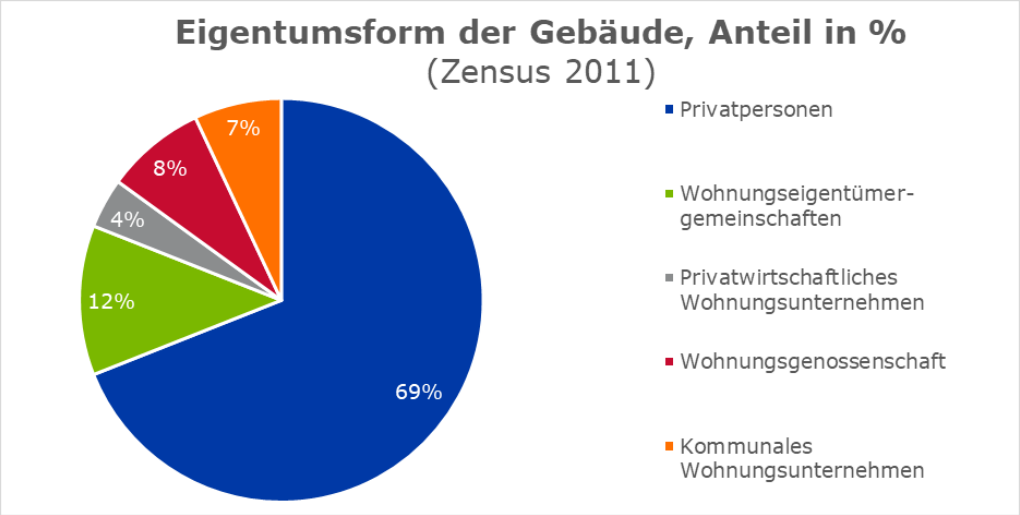


Abbildung 12: Eigentumsverhältnisse Wohngebäude; Zensus 9. Mai 2011 (Ergebnisse zum Stand Mai 2013)

Es zeigt sich, dass sich ein relevanter Anteil von Wohnungen im Mietwohnungsbestand im Besitz öffentlicher Eigentümer (SAGA) befindet, sowie in genossenschaftlichem Eigentum. Er zeichnet sich insgesamt durch eine sehr geringe Leerstandquote < 1 % aus. Die folgende Grafik zeigt die Anzahl der Mitwohnungen je Eigentümergruppe.

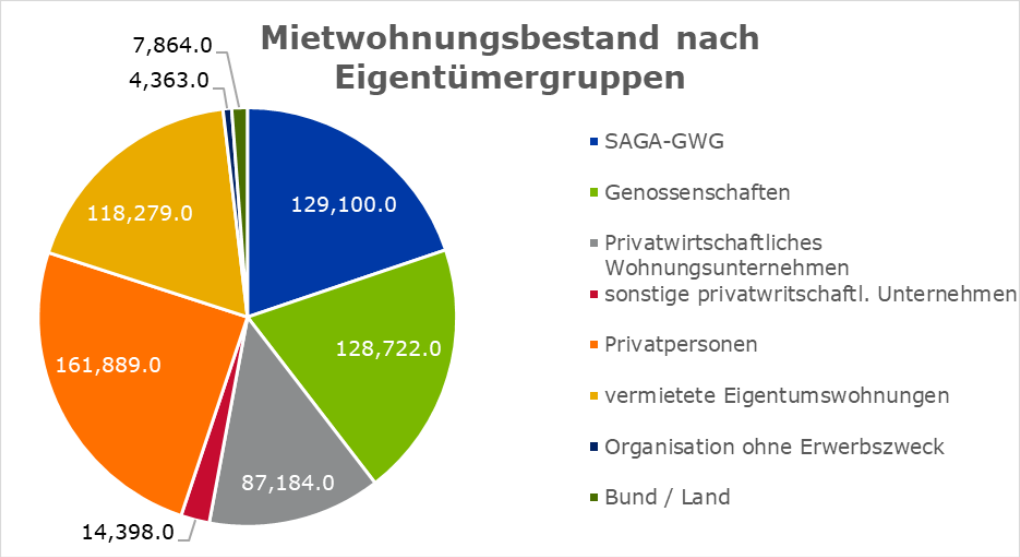


Abbildung 13: Mietwohnungsbestand nach Eigentümergruppen, Praxis der energetischen Wohnungsmodernisierung in Hamburg, ARGE Kirchhoff/Jacobs, 2014

Die SAGA kann damit als ein „Schlüsselakteur“ im Bereich der Wohngebäude identifiziert werden, auf den eine direkte Einflussnahme möglich erscheint

Der Anteil der Nichtwohngebäude am Hamburger Gesamtbestand liegt bei ca. 45 % beheiztem Flächenanteil. Davon sind ca. 10% öffentliche Nichtwohngebäude. Diese lassen sich in die unten gezeigten Kategorien (s. Abbildung 14) unterteilen und haben einen mittleren Heizenergieverbrauch von 137kWh/m²a.

Gebäudetyp	Anzahl Gebäude	Baujahr	Fläche m²	Heizenergieverbrauch
	2	1925	8,337.0	155.5
Feuerwehr	16	1961	41,822.0	170.9
Gewächshaus	1	1962	8,625.0	467.0
Kita	10	1972	13,696.0	171.4
Polizei	24	1966	119,261.0	127.7
Schule	417	1951	2,564,372.0	132.3
Sporthalle			1,479.0	137.5
Uni	48	1948	577,360.0	130.5
Verwaltung	15	1949	114,144.0	174.0
Werkstatt	2	1964	11,397.0	113.9
(Leer)	8	1949	37,832.0	148.0
Gesamtergebnis	**543**	**1952**	**3,498,325.0**	**136.8**

Abbildung 14: Öffentliche Nichtwohngebäude in Hamburg[8], Quelle: BUE

Maßnahmen im Nichtwohngebäudebereich bieten ein hohes Einsparpotential. Öffentliche Nichtwohngebäude nehmen zwar nur einen geringen Anteil ein, sollten aber als Vorbild für die privaten Gebäudeeigentümer dienen.

Ein wesentlicher Aspekt, der die Entwicklung des Gebäudebestands in Hamburg künftig prägen wird, ist die hohe Nachfrage nach Wohnungen. Das „Bündnis für Wohnen“, eine Kooperation von Stadt und Wohnungswirtschaft, verfolgt das Ziel jährlich 10.000 neue Wohnungen zu schaffen[9]. Seit 2010 haben sich die Baufertigstellungen bereits mehr als verdoppelt. Dies bedeutet bis 2030 sollen 130.000 neue Wohnungen in Hamburg gebaut werden. Mit einer Doppelstrategie zur Verdichtung in den inneren Stadtteilen „Mehr Stadt in der Stadt“ und dem Wohnungsneubau an Hamburgs Rändern „Mehr Stadt an neuen Orten“ soll die Entwicklung gelingen[10].

Beim Neubau gilt es vor allem durch hohe Standards Lock-in-Effekte zu vermeiden. Trotz hoher Standards ergibt sich durch den vermehrten Zubau neuer Wohnungen bis 2050 ein Rebound-Effekt, der die Bemühungen im Gebäudebestand teilweise wieder aufhebt.

[8] Nicht vollständig

[9] Gutachten „Beitrag des Wohnungsneubaus zur Wohnversorgung in Hamburg“ F+B, 2014

[10] Wohnen in Hamburg 2030, Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, 2017

4.1.3 Energieerzeugung

Die Berechnungen der BUE auf Basis der Verursacherbilanz 2015 für Hamburg, führen einen Endenergieverbrauch von 16,2 TWh/a allein für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser auf. Dabei ist der Anteil von Erdgas zur Wärmeerzeugung mit 55 % am höchsten, gefolgt von Fernwärme mit 24 %.

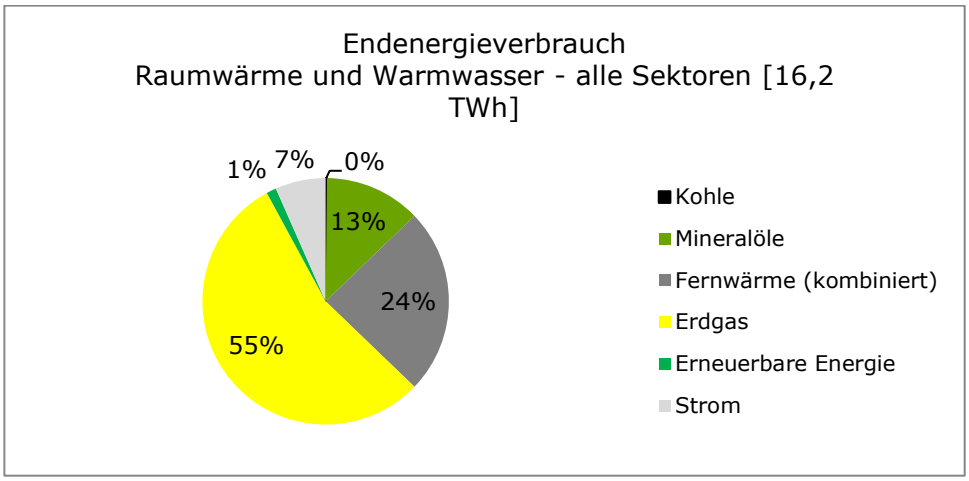


Abbildung 15: Anwendungsbilanzen nach Sektoren BUE /Energiebilanz 2015 Endenergie

Der Anteil der CO_2-Emissionen der für Raumwärme- und Warmwassererzeugung entsteht, verschiebt sich zugunsten von Erdgas auf 43 % und für Fernwärme auf 30 %, die zurzeit zu einem hohen Anteil aus Kohle erzeugt wird.

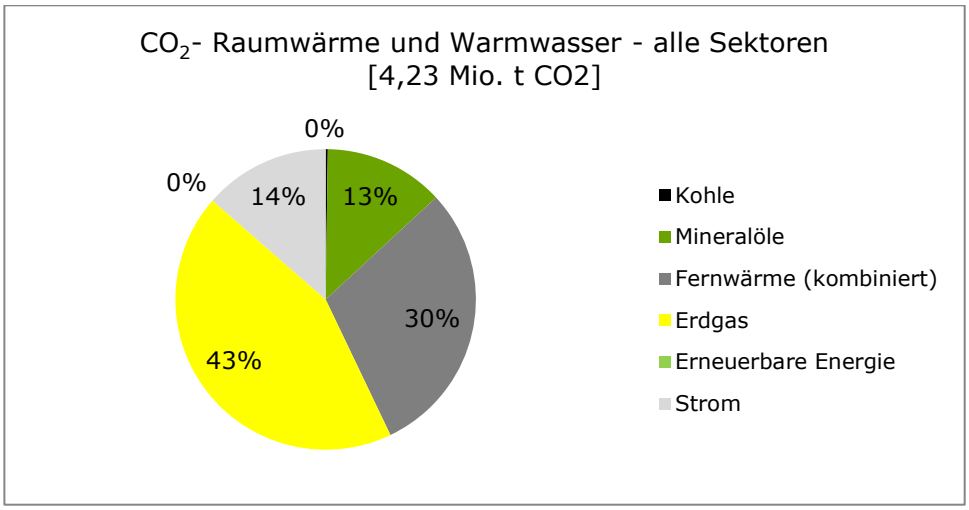


Abbildung 16: Anwendungsbilanzen nach Sektoren BUE /Energiebilanz 2015 CO_2

Das Verhältnis von Endenergie und CO_2-Emissionen der Fernwärme zeigt einen deutlichen Handlungsbedarf bei der Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung auf.

Die Statistik der Altersstruktur der Wärmeerzeuger in Hamburg zeigt, dass wenige Anlagen älter als 30 Jahre sind. Das entspricht einer aktuellen Austauschrate der Heizsysteme von ca. 3,3 % - 4% p. a.

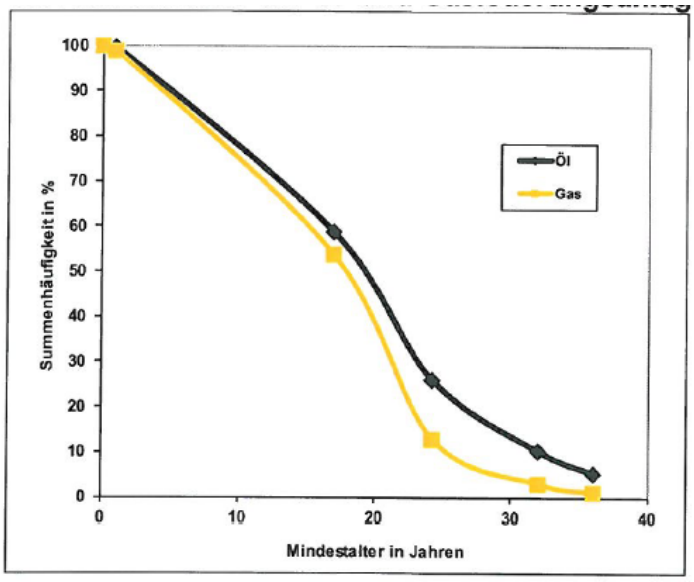


Abbildung 17: Altersstruktur der Öl- und Gasfeuerungsanlagen ohne Brennwertkessel in Hamburg 2014 (Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks 2014)

4.2 Basis-Szenario "Business as usual"

4.2.1 Grundlage BAU Szenario

Basierend auf den Erkenntnissen vorangegangener Untersuchungen wurde davon ausgegangen, dass die Gebäudetypen für die Szenarienbetrachtung geclustert werden können, z. B. aufgrund ihrer Eigentümerstruktur. So entstanden vier Cluster von Referenzgebäudetypen, um die künftige Entwicklung in Hamburg nachzuvollziehen:

- Ein-/Zweifamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser
- Öffentliche Nichtwohngebäude (Schulen, Verwaltung etc.)
- Private Nichtwohngebäude (Produktion, Lager, Handel, Hotel etc.)

Um die künftige Entwicklung für das Business-as-usual Szenario einschätzen und bewerten zu können, ist die Zusammenstellung wesentlicher Informationen zu aktuellen Maßnahmen und Instrumenten im Gebäudebereich notwendig, um entsprechende Aussagen zu entwickeln.

4.2.1.1 Hamburger Förderung für Umwelt- und Klimaschutz

Die Hamburger Investitions- und Förderbank (IFB Hamburg) unterstützt Investitionen für ressourcenschonendes Wohnen und Bauen. Die IFB-Programme Mod A und Mod B zur energetischen Modernisierung von Mietwohnungen, in der Folge A und B genannt, enthalten Vorgaben, wie das Energieeinsparziel erreicht wird. Während im Programm A die energetische Modernisierung gefördert wird, werden im Programm B zunächst Ausstattungsverbesserungen und umfassende Modernisierungen gefördert.

<u>IFB Programme:</u>

- Wärmeschutz im Gebäudebestand: energetische Modernisierung der Gebäudehülle für Grundeigentümer (EFH, RH, kl. MFH mit max. 2 Mietwohnungen, WEG etc.), Bauteil- oder Bilanzverfahren. Bilanzverfahren – IFB Effizienzhausstandard A=80, B=70, C=55
- Energetische Modernisierung (A) für MFH mit min. 3 Mietwohnungen. Mindestanforderung ist ein Endenergiebedarf von ≤ 90 kWh/m²a, je besser die Stufe, desto höher der Zuschuss:
  Stufe 1 – Endenergiebedarf ≤ 90 kWh/m²a
  Stufe 2 – Endenergiebedarf ≤ 75 kWh/m²a
  Stufe 3 – IFB-Effizienzhaus 70 im Bestand
  Stufe 4 – IFB-Effizienzhaus 55 im Bestand
  Stufe 5 – IFB-Effizienzhaus 40 im Bestand
  Stufe 6 – IFB-Passivhaus im Bestand
  Stufe 7 – IFB-Niedrigstenergie-Haus im Bestand
- Umfassende Modernisierung (B) für MFH mit min. 3 Mietwohnungen. Mindestanforderung, bei denen sowohl ausstattungsverbessernde als auch energetische Maßnahmen umgesetzt werden. Gleiches Stufenmodell wie bei (A)
- Erneuerbare Wärme: Die Erhöhung des Einsatzes Erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung kann je Vorhaben zusätzlich mit bis zu 500.000 € gefördert werden
- Energetische Sanierung und Holzbau für Nichtwohngebäude
- Neubau geförderter Mietwohnungsbau

4.2.1.2 Sanierungsaktivitäten

Bundesweit sind die durchschnittlichen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen im Vergleich zu 2010 laut einer Studie des BBSR[11] deutlich zurückgegangen. Von 36.408 € (2010) auf 27.521€ (2014). Die Sanierungsquoten für Einzelmaßnahmen nahmen jedoch im gleichen Zeitraum zu (von ca. 10% auf 12% p.a.). Bei Sanierungen

[11] BBSR, Struktur der Bestandsinvestitionen 2014, 2016

mit drei und mehr Maßnahmen blieb die Quote mit 0,7 % p.a. ungefähr gleich. Dies lässt allgemein auf eine Reduzierung der Sanierungstiefe/-qualität je umgesetzter Sanierung schließen.

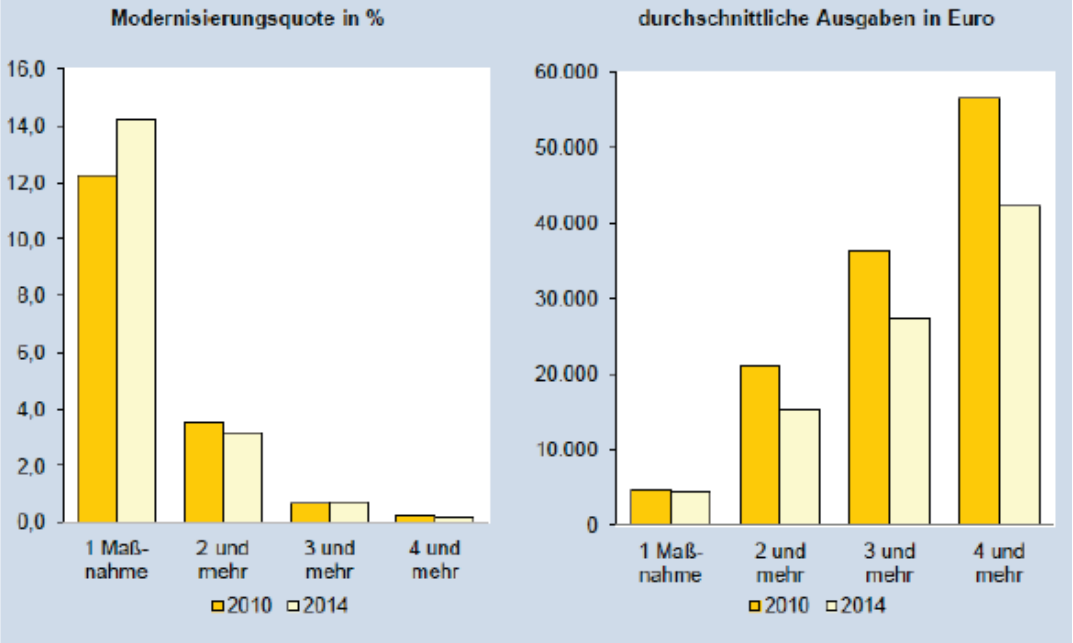


Abbildung 18: Struktur der Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen, Haushaltsbefragung 2015, BBSR 2016

Zur Bewertung der aktuellen Sanierungsaktivitäten in Hamburg fehlen aussagekräftige Zahlen, anhand derer die Sanierungsraten sowie die Qualität der Sanierungen abgelesen werden können. Auswertungen der IFB und KFW[12] Förderstatistiken ergaben für den Zeitraum 2016/2017 eine Förderquote von etwa 0,79 % p.a. für alle Sanierungsvorhaben (Teil- und Vollsanierungen). Bezogen auf entsprechende Vollsanierungsäquivalente wären das etwa 0,46 % p.a[13]. Diese Zahl beinhaltet jedoch keine Sanierungen, die ohne Förderung durchgeführt wurden. Die KfW bspw. hat in den Jahren 2016 und 2017 folgende Standards der Gebäudesanierung in Hamburg gefördert:

[12] Kreditanstalt für Wiederaufbau.

[13] Eigene Berechnungen basierend auf der Annahme, dass ca. 3 Teilsanierungen einer Vollsanierung entsprechen

Hamburg
01.01.2016 bis 31.12.2017

		01-12 / 2016			01-12 / 2017		
		Anzahl 3)	Mio. EUR	gef. Wohneinheiten 2,4)	Anzahl 3)	Mio. EUR	gef. Wohneinheiten 2,4)
Wohnen	Energieeffizient Bauen 1)	1.424	602	8.420	1.162	519	5.272
	Energieeffizient Sanieren - Effizienzhaus 1)	154	94	2.242	125	88	2.105
	Energieeffizient Sanieren - Einzelmaßnahmen 1)	398	34	2.526	396	33	1.589
	Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit	*	0	4	*	0	1
	Energieeffizient Sanieren - Zuschuss	1.379	4	4.786	1.756	6	3.675
	KfW-Wohneigentumsprogramm 1)	1.799	87	1.799	1.549	76	1.549
	Altersgerecht Umbauen KREDIT 1)	50	4	279	41	3	214
	Altersgerecht Umbauen Zuschuss	707	1	1.105	1.023	1	1.238
	Gesamt	5.914	825	21.161	6.053	724	15.643

Abbildung 19: Förderreport für Hamburg, KfW Bankengruppe 2017

Die Endenergieverbräuche vieler Gebäude, z. B. auch die der SAGA GWG, sind in den letzten Jahren jedoch deutlich zurückgegangen. Die mittleren Verbrauchskennwerte der SAGA-Wohnungen verzeichnen eine Reduktion seit 1990 um ca. 40 %. Dies lässt sich neben dem Austausch alter Heizungskessel auch auf umfängliche Sanierungsmaßnahmen zurückführen.

Die Dokumentation der verschiedenen Quartierskonzepte zu den Sanierungszuständen der lokalen Gebäude zeigt ein sehr differenziertes Bild der Sanierungsaktivitäten in Hamburg:

Beispielsweise ist der Gebäudebestand in Bergedorf-Süd " im Hinblick auf die Gebäudesubstanz und den energetischen Standards als sehr different zu bezeichnen."[14] Viele Gebäude sind nur teilweise saniert. Sehr häufig wurden Fenster und Dächer saniert, Fassaden hingegen nur selten oder teilweise.

[14] Quartierskonzept Bergedorf: Metropol Grund GmbH, MegaWATT GmbH

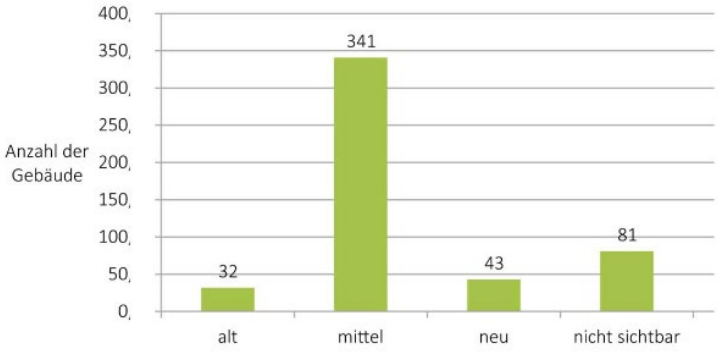


Abbildung 20: Sanierungszustand Dächer Bergedorf-Süd: Metropol Grund GmbH, MegaWATT GmbH

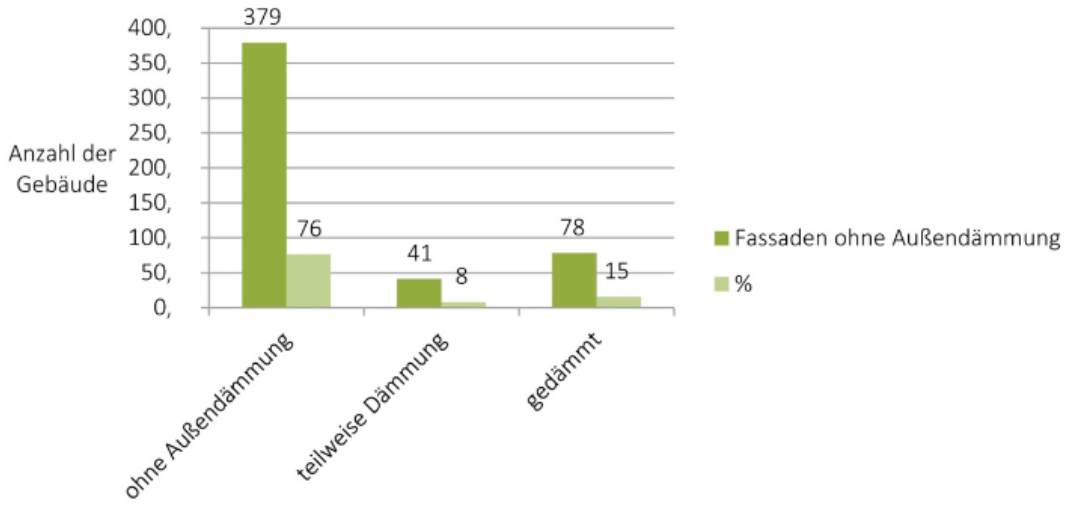


Abbildung 21: Sanierungszustand Fassaden Bergedorf-Süd: Metropol Grund GmbH, MegaWATT GmbH

Das Quartierskonzept für Hamburg-Dulsberg[15] zeigt z. B. einen deutlichen Unterschied zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden auf: „Viele der Gebäude [öffentliche Gebäude, Handel etc.] befinden sich in einem sanierungsbedürftigen Zustand. Nicht nur in Bezug auf energetisch relevante Merkmale, sondern im Wesentlichen in Bezug auf die generelle Instandhaltung der Gebäude. Daher können insbesondere für die älteren Gebäude hohe Sanierungspotenziale angenommen werden.“ Wohingegen die Begehung der Wohngebäude zeigte, dass viele Gebäude bereits teilsaniert sind, es aber Potential im Bereich Fassadendämmung und Dämmung der Kellerdecke sowie beim Heizungsaustausch gibt.

Eine detaillierte Erfassung geförderter energetischer Sanierungsmaßnahmen in Hamburg, insbesondere die Unterscheidung zwischen reinen Modernisierungsmaßnahmen und energetischen Sanierungen, wäre für ein Monitoring

[15] Quartierskonzept Dulsberg: Ecofys; Luchterhandt, Schulze Darup

der Sanierungsaktivitäten sehr hilfreich. Für die Zukunft wird ein umfassendes Monitoring der geförderten Sanierungsaktivitäten empfohlen.

Insgesamt wird aus Ermangelung konkreter Daten für Hamburg, entsprechend der bundesweit angenommenen Kennwerte, von einer aktuellen Vollsanierungsrate von 1,1 % für Wohngebäude im BAU Szenario ausgegangen [Effizienzstrategie Gebäude]. Für die Nichtwohngebäude wurde von dem Verhältnis der Sanierungskosten für Wohnungs- und Nichtwohnungsbau des Bundes (s. Abbildung 22) auf ein ähnliches, spezifisches Verhältnis in Hamburg geschlossen. Umgerechnet auf den Flächenanteil der Nichtwohngebäude in Hamburg, der mit ca. 45 % deutlich höher ist als auf Bundesebene, ergibt sich für das BAU Szenario ein Wert von 0,82 % p. a.

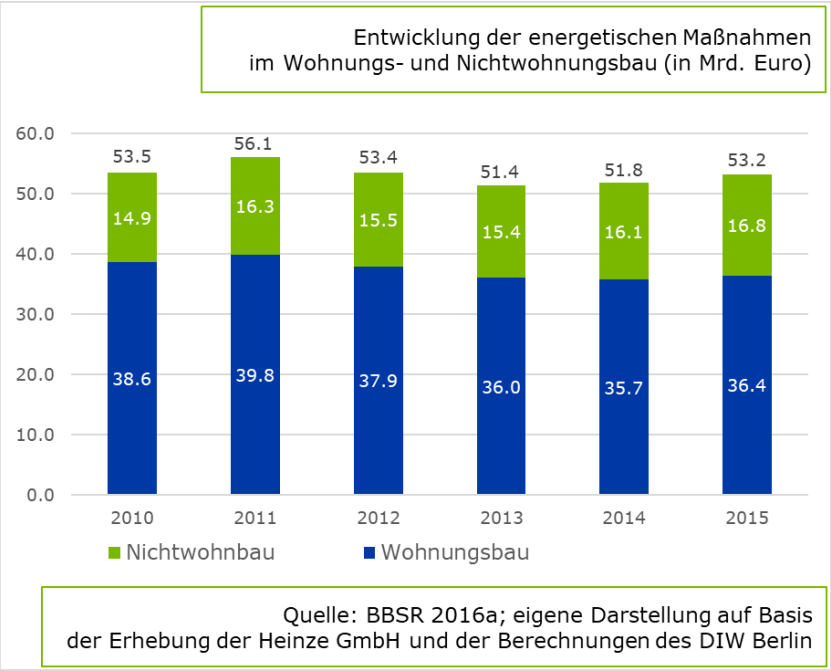


Abbildung 22: Entwicklung energetischer Maßnahmen im Wohnungs- und Nichtwohnungsbau, Quelle: BBSR Kompakt Daten zum Gebäudebestand 2016

Sanierungsrate BAU-Szenario: 1,1% für alle Wohngebäude, 0,82% für alle Nichtwohngebäude

4.2.1.3 Neubaustandard

Bundesweit wurden im Jahr 2015 rund 300.000 Baugenehmigungen für den Wohnungsbau erteilt. Von diesen Neubauten wurden ca. 140.000 Wohneinheiten durch das Programm „Energieeffizient Bauen“ gefördert. Daher sind

etwa 50 % der neuen Wohngebäude durch die KfW gefördert und weisen damit gegenüber den gesetzlichen Anforderungen der EnEV einen höheren Effizienzstandard auf[16].

Für die letzten Jahre zeigt sich zudem die folgende Aufteilung der einzelnen Effizienzstandards bei den Neubauten:

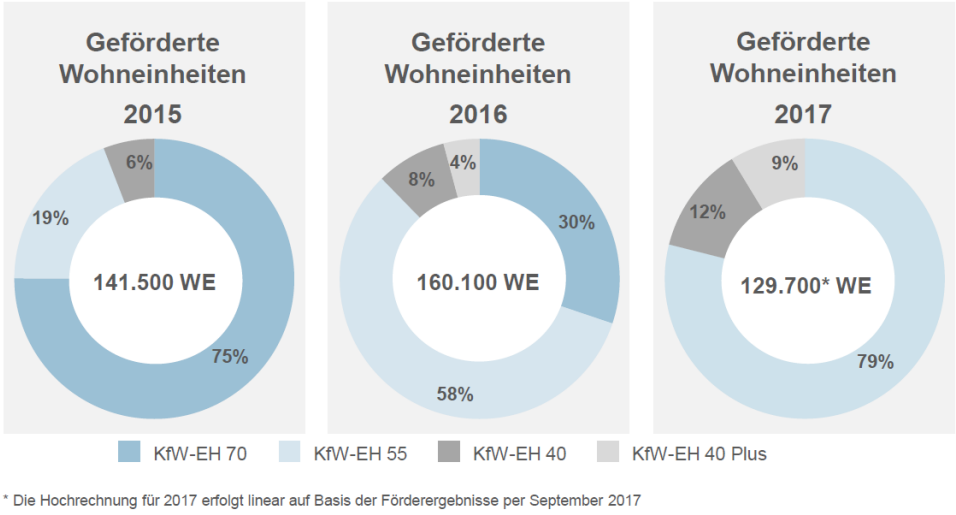


Abbildung 23: Energieeffizient Bauen – Entwicklung Effizienzhausstandards 2015-2017 – Quelle: KFW, 21. Netzwerktreffen

Bezogen auf die gesamte Neubautätigkeit in Deutschland hatten die verschiedenen KfW-EH-Standards folgende Anteile (2016)[17]:

- KFW-EH 70 - 17.3 %
- KFW-EH 55 - 33.4 %
- KFW-EH 40 - 4.6 %
- KFW-EH 40 plus - 2.3 %
- keine KfW-Förderung - 42.3 %

Für die Stadt Hamburg gibt das „Gutachten zu Baukosten in Hamburg“ der ARGE zeitgemäßes Bauen einen Überblick über die Art der Neubautätigkeiten. Hierfür wurden Daten von 6.546 Wohneinheiten in Hamburg erhoben und ausgewertet. Insgesamt sind zwischen 2014 und 2016 über 23.000 Wohneinheiten fertiggestellt worden.

[16] Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende; BMWi, 2015

17 Quelle: eigene Berechnung

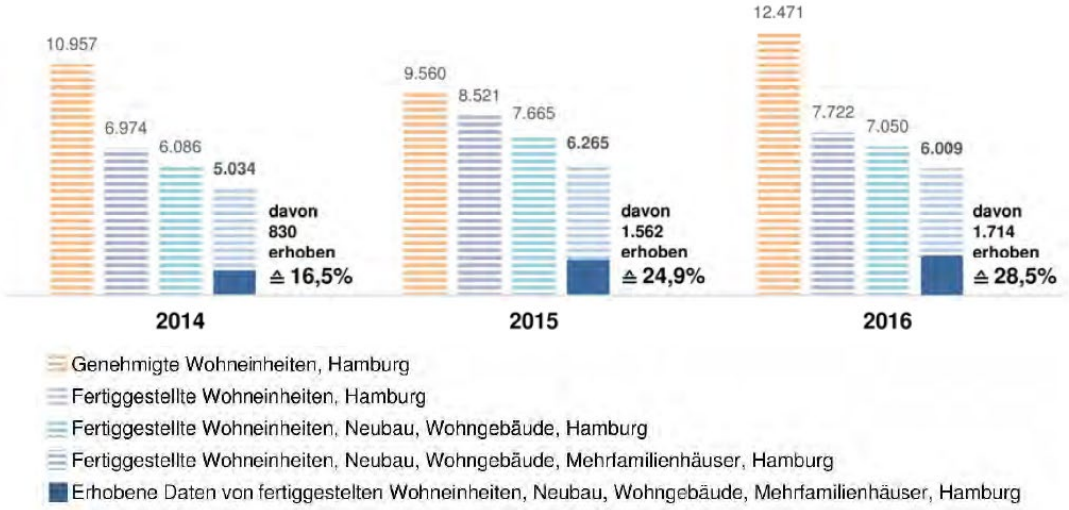


Abbildung 24: Neubau Wohnungen in Hamburg, Quelle: Gutachten zu Baukosten in Hamburg, ARGE zeitgemäßes Bauen

Die Wohnungsneubauten aus der Erhebung verteilen sich folgendermaßen auf die verschiedenen Effizienzstandards:

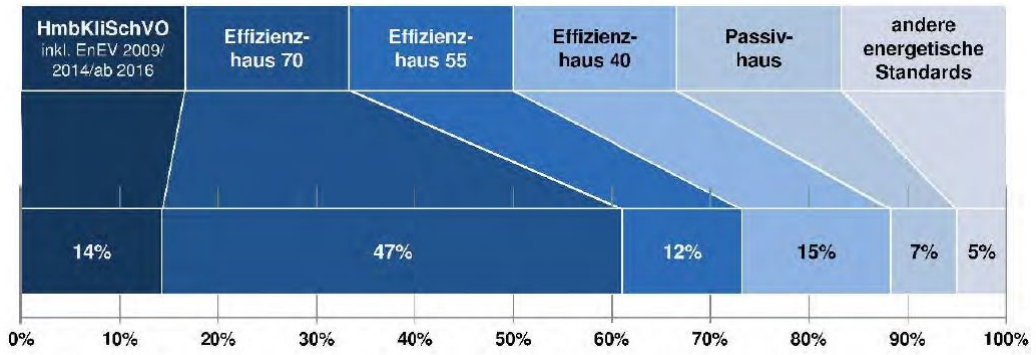


Abbildung 25: Effizienzstandards der erhobenen Daten des Gutachtens zu Baukosten in Hamburg, ARGE zeitgemäßes Bauen, 2017

Hierbei zeigen sich der Einfluss der Hamburgischen Klimaschutzverordnung (HmbKliSchVO) und deren erhöhte Anforderungen an neu zu errichtende Wohngebäude gegenüber der EnEV. Z. B. wird die Qualität der Gebäudehülle überwiegend in derselben Ausführung umgesetzt wie bei der Realisierung im Standard des Effizienzhauses 70[18].

[18] ARGE zeitgemäßes Bauen, 2017

Für das BAU-Szenario wird bis 2025 für die neuen Wohngebäude eine Verteilung der Gebäudestandards von 20% KfW EH40, 50% KfW EH 55, 30% KfW EH 75 und für neue Nichtwohngebäude eine Verteilung von 80% KfW EH75 und 20% KfW EH 55 angenommen.

Weitere Eingabekennwerte ab 2025 sind im Anhang dokumentiert.

4.2.1.4 Neubau- und Abrissraten

Um die Gebäudeflächen für die künftige Entwicklung des Gebäudemodells (Szenarien) im BEAM[2] Modell abzubilden, müssen jährliche Neubau- und Abrissraten festgelegt werden. Für die Neubau- und Abrissrate liegen in Hamburg jedoch keine Zahlen vor. Laut dena Gebäudereport 2016 liegt die Neubaurate für Wohngebäude bundesweit bei 0,55 % p. a. (2015). Um die Neubauraten für Hamburg für den aktuellen Zeitraum zu ermitteln, wurde auf die aktuelle Statistik der Baufertigstellungen für den Wohnungsbau zurückgegriffen. Flächenbezogen liegt sie in 2016 bei ca. 0,9 %.

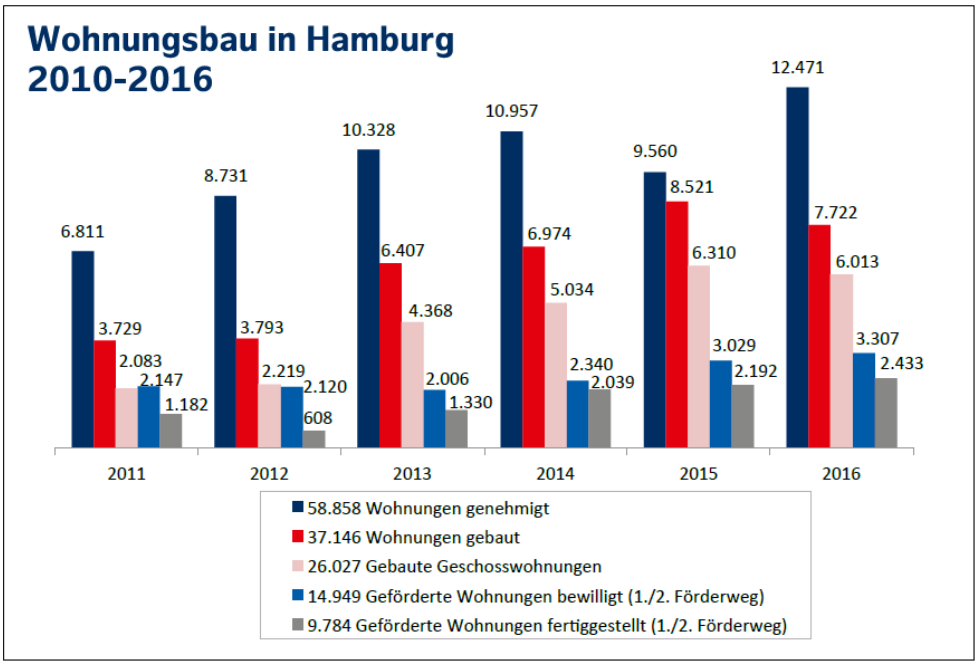


Abbildung 26: Wohnungsbau in Hamburg 2010-2016, Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Wohnen in Hamburg 2030, Fachkonferenz 2017

Um die künftige Entwicklung des Gebäudebestands und den Zubau an Wohn- und Gewerbeflächen abzuschätzen, wurden die aktuellen Vorgaben insbesondere für den geplanten Zubau an Wohnungen (Bündnis für Wohnen in Hamburg) zugrunde gelegt. Der geplante Neubau von 10.000 Wohnungen jährlich bis 2030 führt zu einer Neubaurate von 1,15 % (2018) bis 1,10 % (2025) p. a. Für die folgenden Jahre wurde von einer leicht reduzierten Bautätigkeit ausgegangen. Es wurde ab 2026 mit 0,7 % und ab 2030 mit 0,6 % gerechnet.

Der dena Gebäudereport 2016 verweist für die Nichtwohngebäude bundesweit auf eine Neubaurate von 0,3-0,4 % p. a. Basierend auf den Baufertigstellungen für Nichtwohngebäude in Hamburg und eigenen Berechnungen zum Flächenanteil bezogen auf die Bestandsflächen für Nichtwohngebäude aus dem GIS-basierten Gebäudemodell[19] konnte eine Neubaurate von 0,48 % ermittelt werden.

Für die Abrissraten wurde für 2016 eine Rate von 0,13 % aus der Abgangsstatistik (teils nicht vollständig) ermittelt. Für die künftige Entwicklung wurde entsprechend der erhöhten Neubaurate auch die Abrissrate erhöht (0,4 % p. a.), um dem Flächenbedarf in dem begrenzten System Stadt Rechnung zu tragen. Ab 2031 wurde sie mit 0,3 % p. a. bis 2050 fortgeschrieben.

Insgesamt liefern diese Kennzahlen für Neubau und Abriss einen Zubau an Wohnfläche von ca. 11,5 Mio. m² bis 2050, zzgl. ca. 3 Mio. m² Flächen der Nichtwohngebäude.

4.2.1.5 Wärmeerzeuger

In Bezug auf die Ausführung der Wärmeerzeugung, die in Hamburg für Neubauvorhaben gewählt wird, zeigt die folgende Tabelle den Zusammenhang zwischen ausgeführtem Effizienzstandard und Wärmeerzeuger. Je besser der Gebäudestandard, umso mehr regenerative Optionen erscheinen möglich, den restlichen bedarf zu decken:

	Wärmeerzeuger
HmbKliSchVO inkl. EnEV 2009/2014	Brennwertkessel ohne Solar **Brennwertkessel inklusive Solar (H/WW)** **Nah-/Fernwärme (überwiegend fossil)**
HmbKliSchVO inkl. EnEV ab 2016	**Brennwertkessel inklusive Solar (H/WW / H+WW)** **Nah-/Fernwärme (überwiegend fossil / überwiegend erneuerbar)** Blockheizkraftwerk (BHKW)
Effizienzhaus 70	Brennwertkessel inklusive Solar (H/WW / H+WW) **Nah-/Fernwärme (überwiegend fossil / überwiegend erneuerbar)** **Blockheizkraftwerk (BHKW)**
Effizienzhaus 55	Brennwertkessel inklusive Solar (H+WW) **Nah-/Fernwärme (überwiegend fossil / überwiegend erneuerbar)** **Blockheizkraftwerk (BHKW)**
Effizienzhaus 40	**Nah-/Fernwärme (überwiegend erneuerbar / erneuerbar)** **Blockheizkraftwerk (BHKW)** **Wärmepumpe teilweise mit Photovoltaikanlage**
Passivhaus	**Nah-/Fernwärme (überwiegend erneuerbar / erneuerbar)** **Blockheizkraftwerk (BHKW)** **Wärmepumpe mit Photovoltaikanlage**

Abbildung 27: Ausführung Anlagentechnik in Hamburg nach energetischen Gebäudestandards aus „Gutachten zu Baukosten in Hamburg, ARGE zeitgemäßes Bauen, 2017“ (optisch hervorgehoben = besonders prägnant)

Zur Abschätzung der Energieträgerverteilung im Neubau zeigen von Ecofys durchgeführte Auswertungen, basierend auf der Dokumentation des Statistikamtes zu den Baufertigstellungen für die Zeit seit dem Jahr 2000, die Anteile der verschiedenen Wärmeerzeuger im Neubau für die beiden ausgewählten geografischen Zonen in Hamburg (siehe

[19] Ecofys 2012

folgende Grafiken). Hierbei wird die unterschiedliche Versorgungssituation der beiden Zone noch einmal verdeutlicht. In der Verdichtungszone dominiert die Fernwärmeversorgung deutlich gegenüber den gasversorgten Gebäuden. Der Trendverlauf der Kurven zeigt für die Zukunft die Entwicklung im Business-as-usual Szenario (BAU) auf. Hierbei zeigt sich eine tendenzielle Zunahme der Wärmepumpe zulasten von Gaskessel und Fernwärmeanschluss. Besonders bei den Wohngebäuden ist ein starker Aufwärtstrend der Fernwärme zu erkennen. Dies resultiert sicherlich aus der Möglichkeit, die Anforderungen des EEWärmeG im Neubau durch den Anschluss an die Fernwärme zu erfüllen.

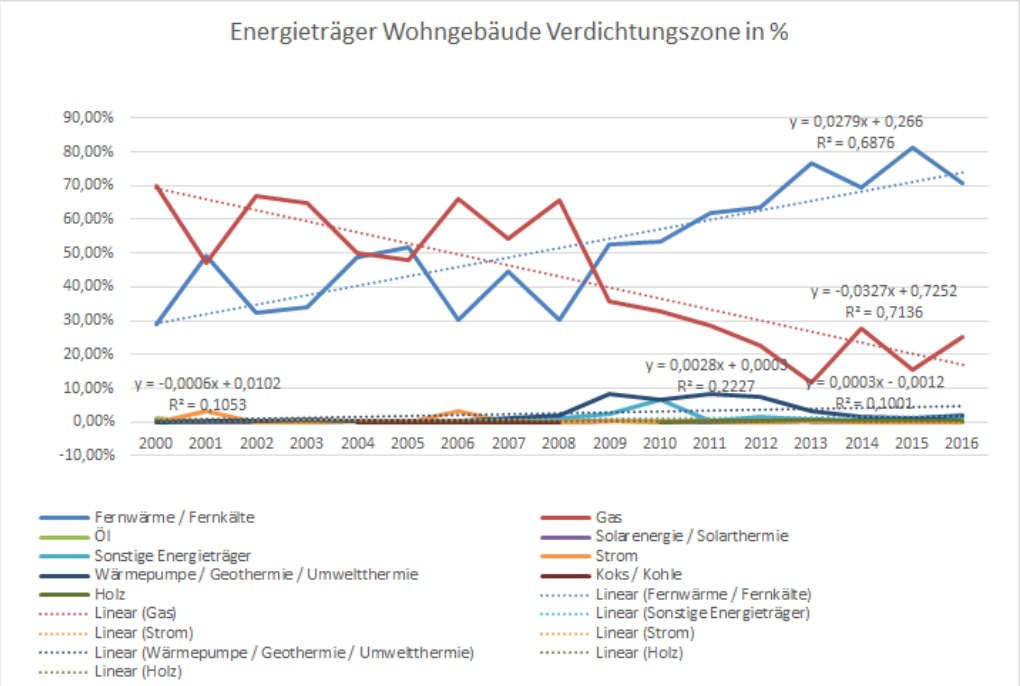


Abbildung 28: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Wohngebäude in der Verdichtungszone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen

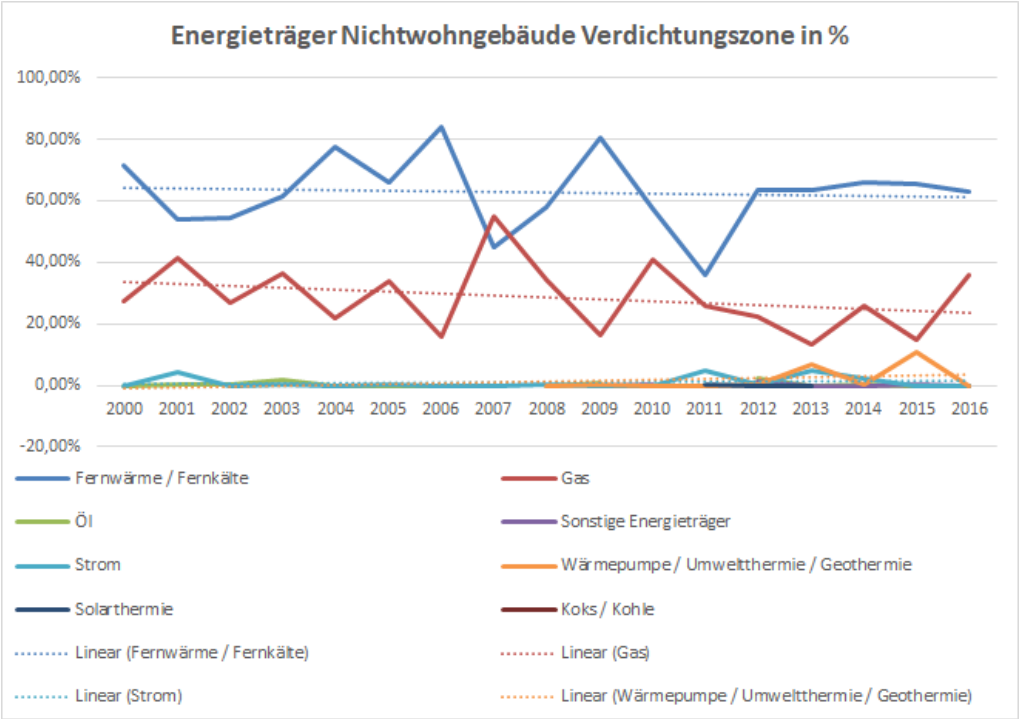


Abbildung 29: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Nichtwohngebäude in der Verdichtungszone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen

Bei den neuen Gebäuden in der Verdichtungszone (urbane Zone) dominiert aktuell die Fernwärmeversorgung. Insbesondere für die Wohngebäude zeigt der Trend eine deutliche Zunahme der Fernwärmeversorgung zu Lasten der Gasversorgung.

In der dezentralen Zone dominiert hingegen die dezentrale Erzeugung mit dem Energieträger Gas. Der Trend bei den Wohngebäuden zeigt jedoch eine Abnahme der Gasanschlüsse zu Gunsten von Fernwärme und Wärmepumpe.

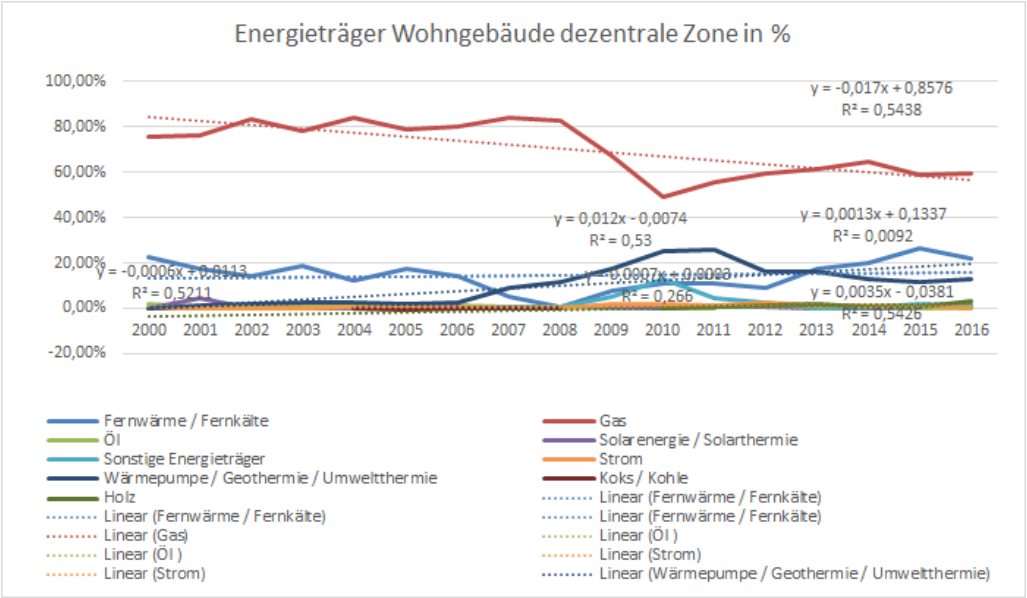


Abbildung 30: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Wohngebäude in der dezentrale Zone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen

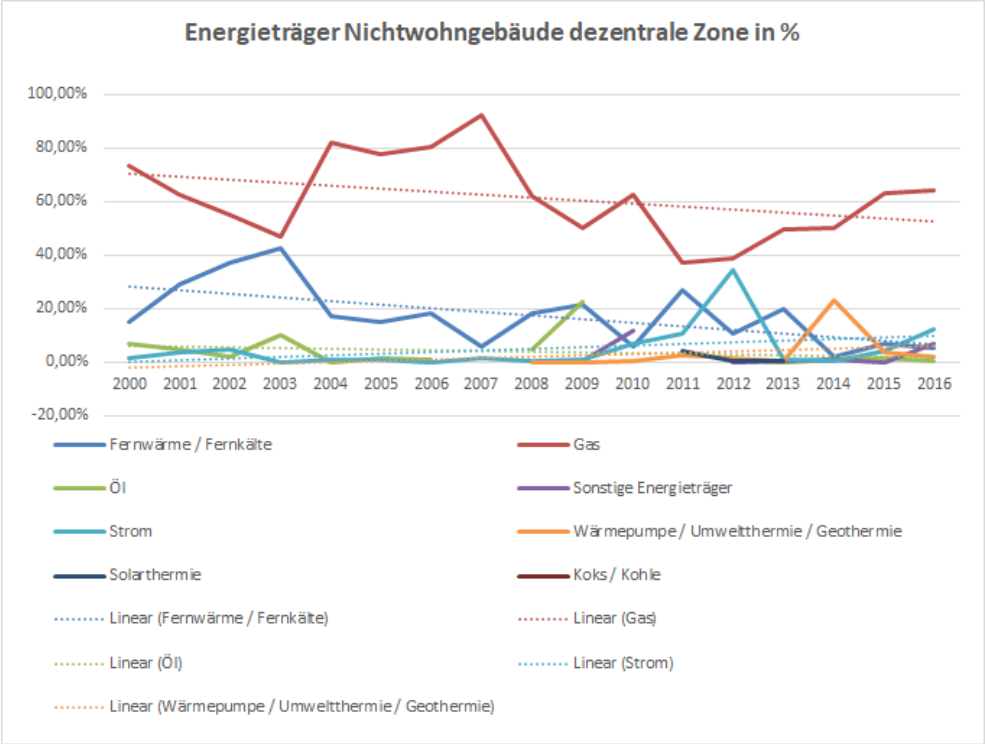


Abbildung 31: Verteilung Energieträger je Flächenanteil Nichtwohngebäude in der dezentralen Zone; Quelle: Baufertigstellungen Sonderauswertung Statistikamt Nord, eigene Berechnungen

Bei den neu errichteten Gebäuden der dezentralen Zone ist Gas der am häufigsten eingesetzte Energieträger. Der Einsatz von Wärmepumpen zeigt sich verstärkt mit der Einführung des EEWärmeG 2008.

Die Annahmen für das BAU-Szenario zur Verteilung der Energieträger beim Neubau wurden für Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, öffentliche und private Nichtwohngebäude separat angenommen (s. Anhang: Eingabedaten BAU-Szenario).

Zur Ermittlung der aktuellen Energieträgerverteilung im Bestand für das BAU Szenario, wurden insbesondere für die Anteile der Fernwärme in den beiden geografischen Zonen GIS-Auswertungen zum Anschluss der Gebäude an die bestehende Fernwärmetrasse herangezogen. Basierend auf rein räumlichen Analysen konnten bereits im Vorgängerprojekt die Anteile der mit Fernwärme versorgten Gebäude grob abgeschätzt werden. Da es in Hamburg aus Gründen des Datenschutzes keine Information zu Verbrauch oder Versorgungsart mit räumlichen Bezug gibt, konnten die mit Fernwärme versorgten Gebäude nur aus ihrer geografischen Lage in Bezug zum Fernwärmenetz ermittelt werden. In der folgenden Grafik sind die Anteile der mit Fernwärme versorgten Gebäude in den verschiedenen Stadtteilen dargestellt. Die Methodik basiert auf der Einführung eines Buffers von 30m, der als Abstandsmarkierung zum Fernwärmenetz verwendet wird. Alle Gebäude die im Buffer liegen oder vom Buffer geschnitten werden, gelten als wahrscheinlich angeschlossene Gebäude (grün).

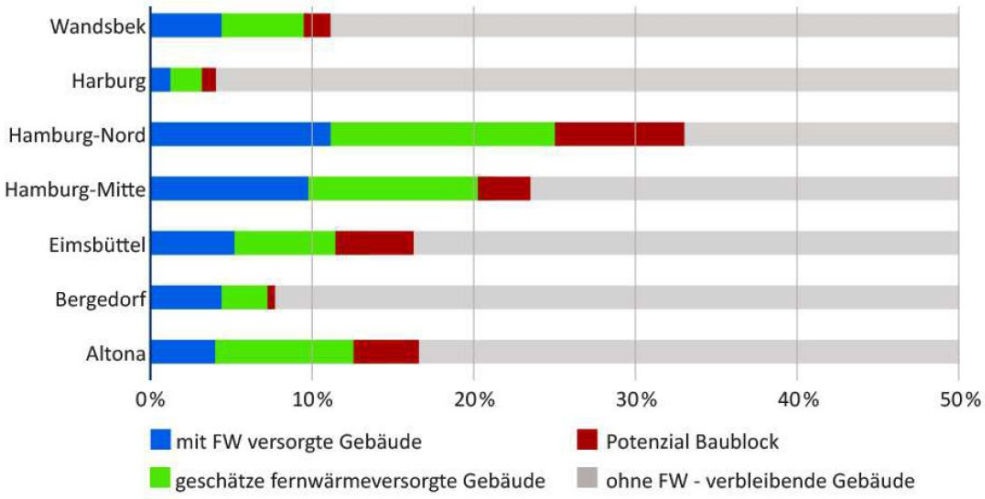


Abbildung 32: Anteil mit Fernwärme versorgter Gebäude und potentiell versorgbarer Gebäude nach Bezirken, Flächendeckende Erhebung, Ecofys 2012

Da die Gebäude im Bereich des Fernwärmenetzes meist überdurchschnittlich groß sind, sind die Anteile der Gebäude, die mit Fernwärme versorgt sind in Abbildung 32 relativ gering; der Flächenanteil dieser Gebäude und damit der Anteil am Endenergieverbrauch ist deutlich höher (Endenergieanteil Fernwärme: 24% insgesamt).

Darüber hinaus wurde für das BAU-Szenario eine entsprechende Verteilung der Energieträger bei Heizungsaustausch angenommen, die zwar auf einigen Aspekten der Baufertigstellungen beruht, jedoch eine völlig eigene Dynamik in Bezug auf den Energieträgerwechsel aufweist. Der Wechsel der Heizung wurde mit einer Rate von 4% p.a. angenommen, welches einem Alter der Kessel bei Austausch von 24 Jahren entspricht. Hierbei wird davon ausgegangen, dass nur ein eingeschränkter Wechsel des Energieträgers bei Heizungstausch erfolgt. Z. B. wird jedoch von einem verstärkten Wechsel bei bestehender Ölheizung ausgegangen. Die Annahmen zu der Verteilung der Energieträger im Bestand und die Entwicklung beim Austausch der Heizung wurden für Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, öffentliche und private Nichtwohngebäude separat angenommen (s. Anhang: Eingabedaten BAU-Szenario).

Basierend auf den Berechnungen der BUE zur wahrscheinlichen Entwicklung der Fernwärmeerzeugung in Hamburg, wurden für das BAU-Szenario die folgenden CO2-Kennwerte für die Fernwärme übernommen:

	BAU-Szenario	
	VWH Fernwärme Hamburg *GmbH* (80 %)	Andere FW-Netze (20 %)
2018-2025	f_p = 0,57 f_{CO2} = 340 g/kWh	f_p= 0,5 f_{CO2} = 211 g/kWh
2025-2030	f_p= 0,5 f_{CO2} = 190 g/kWh	f_p= 0,4 f_{CO2} = 180 g/kWh
Ab 2030	f_p= 0,4 f_{CO2} = 175 g/kWh	f_p= 0,4 f_{CO2} = 165 g/kWh

Tabelle 4: Entwicklung CO_2- Faktor Fernwärme in Hamburg, BUE

Ohne Unterscheidung in VWH/Rest liegen die Werte des Status Quo bei: Fp ~ 0,5, fCO_2=314 g/kWh. Die relativ hohe Reduktion des CO_2-Faktors ab 2025 entsteht in erster Linie durch den notwendigen Austausch des Kraftwerkes Wedel (Kohle) durch weniger CO_2-intensive Erzeuger (Wärmepumpe, Gas, Abwärme etc.). Auch die Wärmeerzeugung am Standort Tiefstack wird sich voraussichtlich durch Umrüstung von Kohle auf Gas deutlich verbessern.

Der Anteil der Fernwärmeversorgung liegt aktuell bei 24%. Die Entwicklung des Fernwärmeanteils wird aufgrund von Nachverdichtung und Netzausbau bis 2050 auf einen Anteil von ca. 40% geschätzt und der Berechnung des BAU-Szenarios zugrunde gelegt.

4.2.2 Ergebnisse BAU Szenario

Aufgrund der wachsenden Stadt und der aktuellen und zukünftigen Entwicklung am Wohnungsmarkt in Hamburg wurde für das BAU-Szenario eine Zunahme der gesamten beheizten Fläche um ca. 14 Mio. m² bis 2050 angenommen. Dieser Wert entspricht den voraussichtlichen Kennzahlen für Neubau und Abriss in den nächsten Jahren in Hamburg (s. Kap. 4.2.1.4). Für die dezentrale Zone bedeutet das einen Flächenzuwachs von ca. 15 % bis 2050, und für die urbane Zone ca. 6 %. Dies basiert auf der Annahme, dass das Flächenpotential in der urbanen Zone begrenzt ist und der Zuwachs überdurchschnittlich in der dezentralen Zone stattfindet. In Hinblick auf die Verteilung

der Gebäude-Baualtersklassen findet durch die Entwicklung aus Neubau und Abriss ein stetiger Austausch alter Gebäude gegen neu errichtete Gebäude statt.

Abbildung 33 und Abbildung 34 zeigen die Flächenzunahme und die Unterteilung der Flächen in die verschiedenen Baualtersklassen jeweils für die beiden geografischen Zonen. Hierbei zeigt sich, dass die dezentrale Zone einen geringeren Anteil an Gebäude von vor 1948 hat und zudem, durch die verstärkten Neubauaktivitäten, eine starke Zunahme an neuen Gebäuden ab 2018. Diese Neubauaktivität zeigt sich auch in der urbanen Zone (Verdichtungszone) jedoch in geringerem Umfang.

Abbildung 33: Flächenanteile Gebäude je Baualtersklasse - Dezentrale Zone

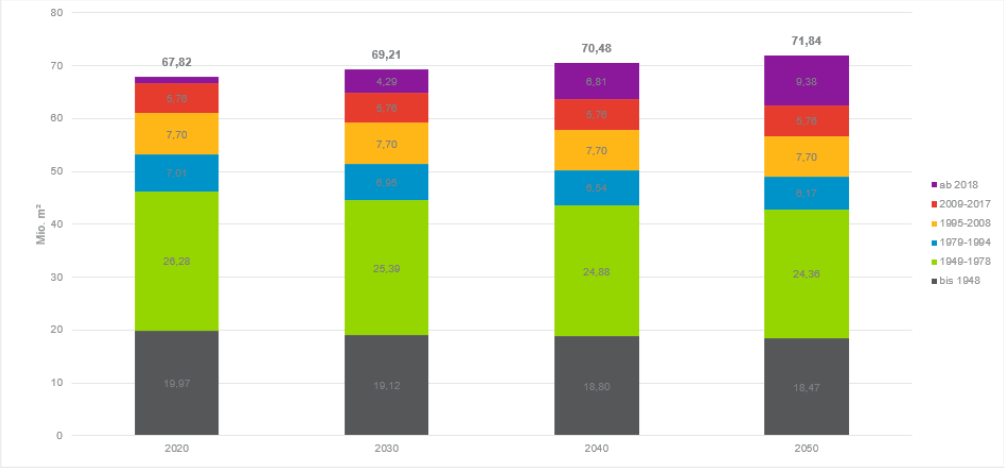


Abbildung 34: Flächenanteile Gebäude je Baualtersklasse - Urbane Zone

Trotz Neubau und Abriss nimmt der Anteil der Gebäude, die vor 1978 erbaut worden sind in der urbanen Zone weiterhin den größten Anteil ein. Die dezentrale Zone zeigt dagegen einen stärkeren Rückgang der älteren Gebäude.

Für das BAU-Szenario wurde von einer Sanierungsrate von 1,1 % für Wohngebäude und 0,8 % für Nichtwohngebäude ausgegangen (s. Kap. 4.2.1.2 Sanierungsaktivitäten). Die Gutachter gehen davon aus, dass Nichtwohngebäude in der Regel seltener oder weniger umfangreich saniert werden als Wohngebäude, da Energiekosten häufig nur einen geringen Anteil an den Gesamtkosten z. B. im Gewerbe oder bei der Produktion ausmachen und daher die nötigen Anreize fehlen. Auch ist die Beziehung von gesteigertem Komfort am Arbeitsplatz mit einer Zunahme der Produktivität noch nicht ausreichend als Argument für energetische Sanierungen bekannt, um als Anreiz für umfassende Sanierungen zu dienen.

Die Verteilung der Energieträger und Heizsysteme und deren künftige Entwicklung im Rahmen des BAU-Szenarios, orientiert sich an der aktuellen Verteilung der Energieträger bei den Bauferigstellungen der letzten Jahre sowie dem daraus abgeleiteten Trend. Die mit Gas beheizten Flächen bleiben dabei in der dezentralen Zone etwa gleich über den betrachteten Zeitraum, die mit Öl beheizten Flächen nehmen dagegen deutlich ab. Für Hamburg ist eine Zunahme vor allem bei den Wärmepumpen, der Biomasse und bei Fernwärme zu erwarten. Beim Anteil der Energieträger an der verbrauchten Endenergie zeigt sich ein anderes Bild. Der mit Gas erzeugte Anteil nimmt deutlich ab, bedingt durch den geringeren Verbrauch durch Sanierungsmaßnahmen der Gebäude, den Wechsel von Niedertemperaturkesseln (NT) auf Brennwertkessel (BW) sowie den Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (LA+WR). Der Anteil nicht lieferbarer Endenergie von Umweltwärme (Wärmepumpe) und Solarthermie wird in den Energiebilanz nicht aufgeführt, sondern anteilig abgezogen, entsprechend der aktuelle EnEV--Bilanzierungsmethodik. Als Grundlage für die Szenarien wurden gebäudespezifische Kennwerte für die einzelnen Gebäudekategorien (EFH, MFH, NW öff, NW priv.) verwendet. Sie basieren auf Berechnungen zur EnEV [20,21] für die verschiedenen Gebäudetypen und deren möglichen Energieversorgungslösungen. Die Kennwerte entsprechen daher den gesetzlichen Vorgaben und wurden für Neubau und Sanierung und den jeweils anteiligen energetischen Standards zusammengestellt (s. Anhang).

In der dezentralen Zone dominiert im BAU Szenario bis 2050 weiterhin Gas (Lilatöne) die Wärmeerzeugung.

[20] EnEV 2017 – Vorbereitende Untersuchungen, BBSR-Online-Publikation Nr. 16/2017

[21] Ergänzungsuntersuchungen zum Wirtschaftlichkeitsgutachten für die Fortschreibung der Energieeinsparverordnung, BMVBS-Online-Publikation, Nr. 30/2012

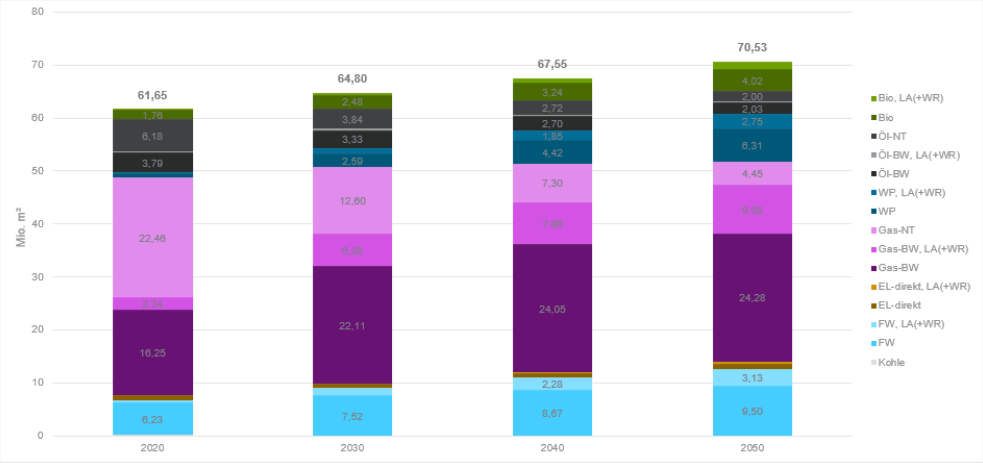


Abbildung 35: Entwicklung beheizte Fläche - je Heizsystem - Dezentrale Zone[22]

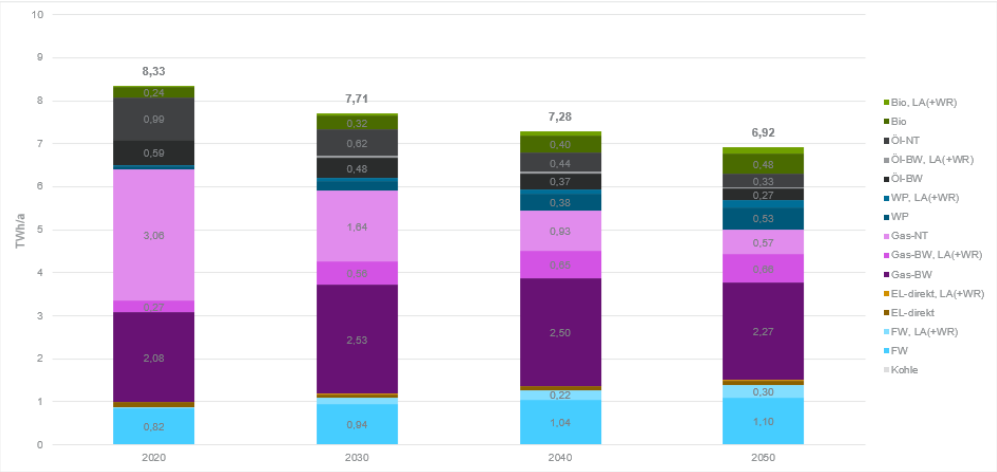


Abbildung 36: Entwicklung Endenergiebedarf - je Heizsystem - Dezentrale Zone

Nehmen die mit Gas beheizten Gebäudeflächen in der dezentralen Zone nur gering ab, ist bei der Endenergie jedoch eine deutliche Abnahme bis 2050 erkennbar. Diese Entwicklung basiert auf den Effekten von Sanierung, Abriss und Neubau.

[22] [Erläuterung der Legende: Bio – Biomassekessel, Öl – Ölkessel, WP – Wärmepumpe, Gas-NT- Gas-Niedertemperaturkessel, Gas-BW – Gas-Brennwertkessel, EL-direkt – Direktelektrische Heizung (Nachtspeicher), FW – Fernwärme, LA (+WR) – Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung]

Die Erfüllung der Anforderungen an eine anteilige Erneuerbare Wärmeerzeugung wird, insbesondere in der verdichteten, urbanen Zone, am effizientesten durch einen Anschluss der neuen Gebäude an die Fernwärme erreicht, auch wenn die aktuelle Fernwärmeversorgung derzeit noch einen höheren CO_2-Faktor als Gas aufweist, ab 2025 jedoch voraussichtlich nicht mehr. (CO_2-Kennwerte für Fernwärme im BAU Szemario: 190g ab 2025; 175g ab 2030).

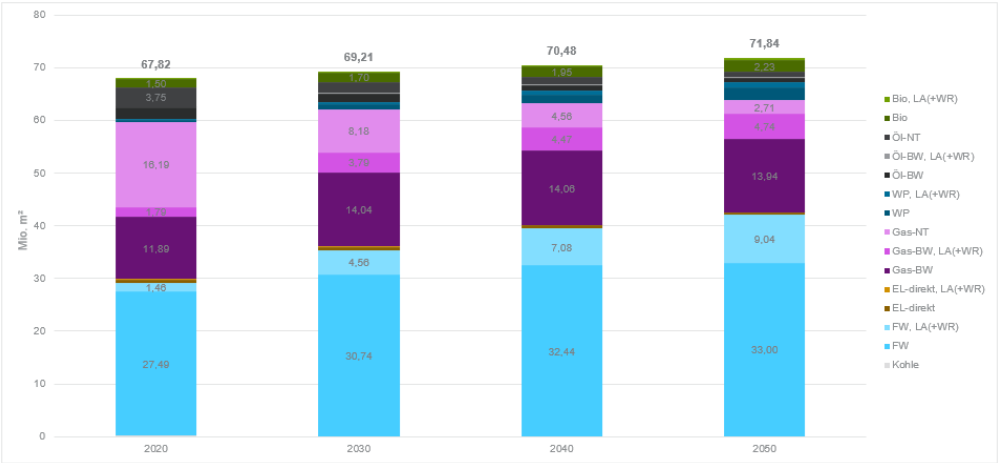


Abbildung 37: Entwicklung beheizte Fläche je Heizsystem – Urbane Zone

Abbildung 38: Endenergiebedarf je Heizsystem – Urbane Zone

In der urbanen Zone zeigt sich der deutliche Flächenzuwachs der Fernwärme, bedingt durch die Anforderungen des Erneuerbare Wärmegesetzes für Neubauten sowie durch eine Erhöhung der Anschlussdichte im Bestand.

Die CO_2-Emissionen in der dezentralen Zone reduzieren sich insbesondere durch die Einsparung von Gas und Öl durch die energetische Sanierung und den Wechsel des Energieträgers bis 2050, wie oben beschrieben. Der Anteil der verbleibenden Emissionen verteilt sich zu etwa gleichen Teilen auf Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude.

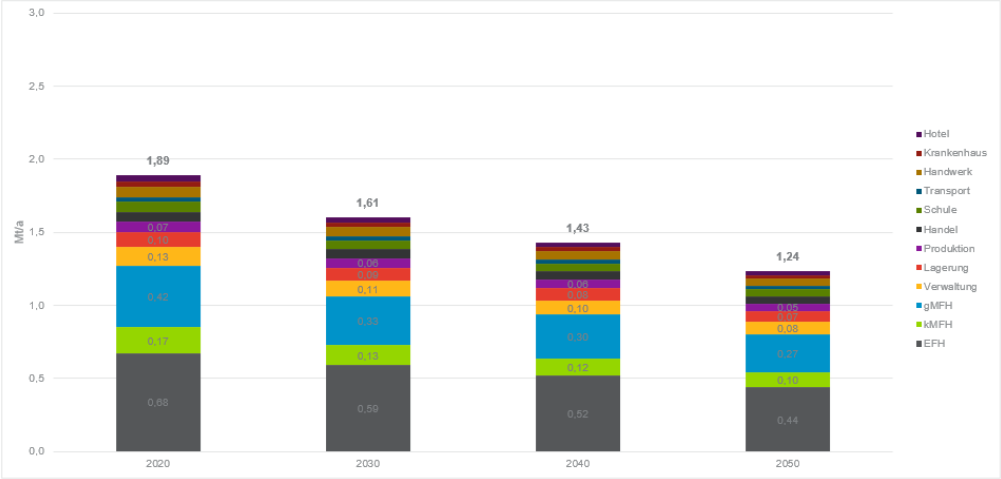


Abbildung 39: Entwicklung CO2-Emissionen je Gebäudetyp je Heizsystem – Dezentrale Zone

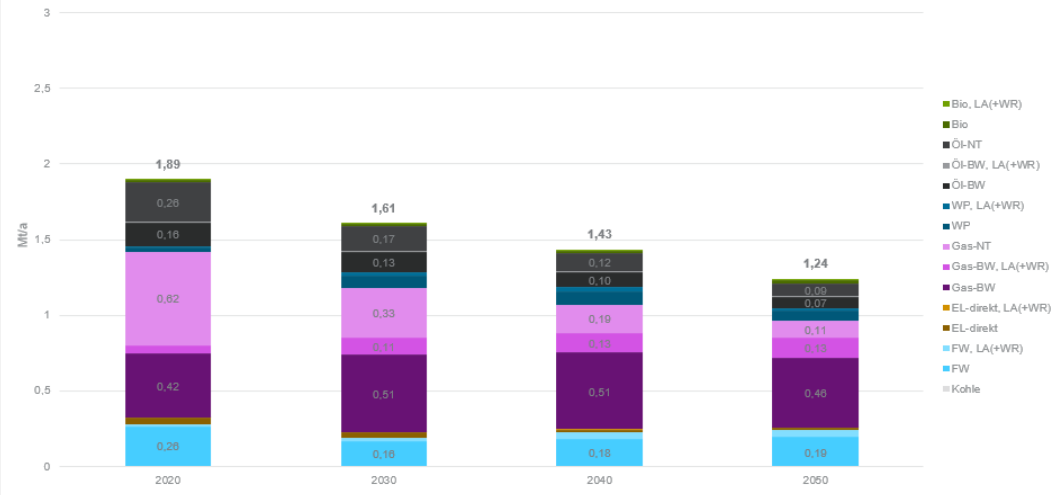


Abbildung 40: Entwicklung CO_2-Emissionen je Heizsystem – Dezentrale Zone

Die meisten CO2-Emissionen in der dezentralen Zone resultieren aus der Verbrennung von Gas zur Wärmeerzeugung. Ölheizungen haben auch einen relevanten Anteil und sind im BAU Szenario in 2050 noch nicht komplett ausgetauscht.

Die überdurchschnittliche CO_2-Einsparung in der urbanen Zone zwischen 2025 und 2030 resultiert aus dem geplanten Austausch der Kohle zur Fernwärmeerzeugung gegen CO_2-ärmere Energieträger (Z.B. in den Kraftwerken Wedel und Tiefstack). Der leichte Anstieg der Emissionen durch Fernwärme ab 2040 beruht auf den zusätzlich mit Fernwärme versorgten Flächen.

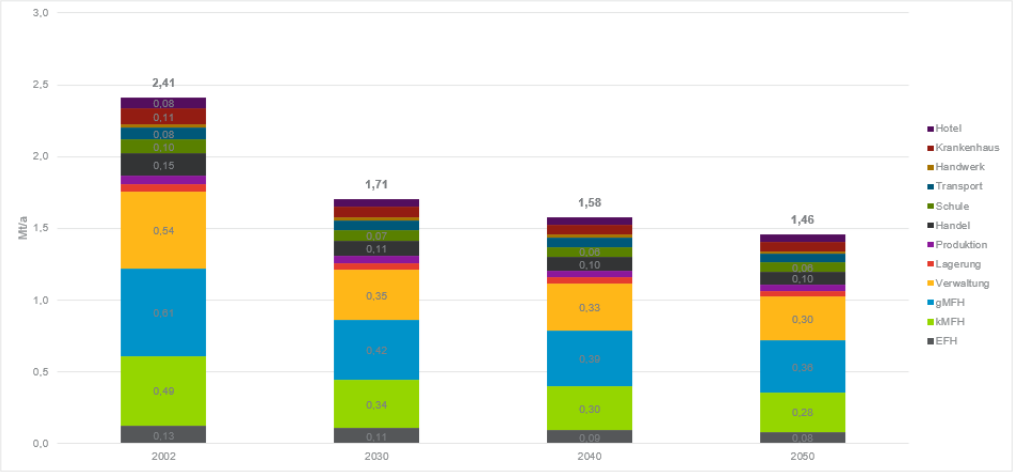


Abbildung 41: Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp je Heizsystem – Urbane Zone

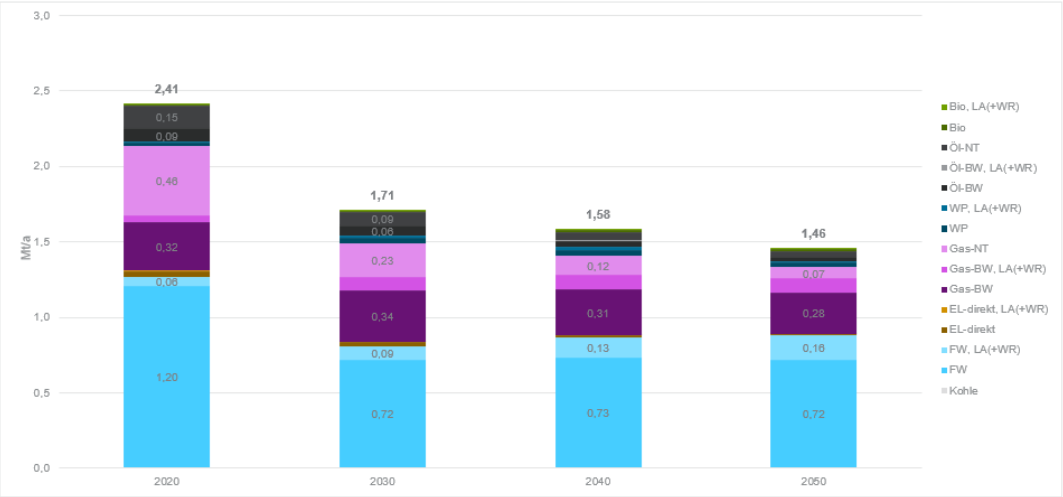


Abbildung 42: Entwicklung CO_2-Emissionen je Heizsystem – Urbane Zone

In der urbanen Zone resultieren die CO_2-Emissionen zu einem großen Teil aus der Erzeugung der Fernwärme. Durch die Zunahme der mit Fernwärme versorgten Gebäude und die ab 2030 geringe Dekarbonisierung der Fernwärme bleibt der Anteil hoch. Die Emissionen aus Gas und Öl halbieren sich hingegen bis 2050.

Insgesamt lässt sich durch die Fortführung der aktuellen gesetzlichen Vorgaben und der bestehenden Fördermaßnahmen bereits eine deutliche Reduzierung der CO_2-Emissionen in Hamburg erreichen. Diese ist jedoch bei weitem nicht ausreichend, um die Klimaschutzziele, zu denen die sich die Stadt verpflichtet hat, einzuhalten.
Da es aktuell für Hamburg keine Zielkennwerte für den Bereich Raumwärme und Warmwasser gibt und auch die Referenzkennwerte von 1990 nicht belastbar sind, mussten zunächst eigene Annahmen für diese Kennwerte getroffen werden. Mithilfe einer Umrechnung der Zielwerte der Effizienzstrategie Gebäude [ESG] des Bundes über einen Flächenschlüssel (Gebäudefläche) für Hamburg, konnten vergleichbare Werte für Hamburg gemäß des ESG Referenzszenarios errechnet werden. Die angepassten Kennwerte der ESG für Hamburg konnten durch das BAU Szenario erreicht und sogar leicht übertroffen werden.

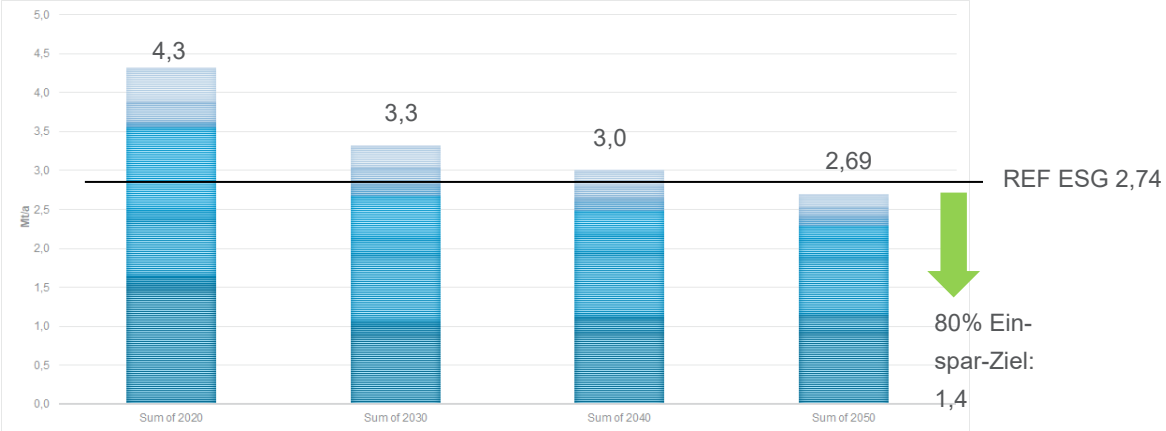


Abbildung 43: BAU Szenario – Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp – Gesamtstadt

Zielwert Referenzszenario ESG für Hamburg: 2,74Mt/a; Ergebnis BAU-Szenario Hamburg 2,69Mt/a

AP2: Bewertung der Wirksamkeit des Instrumenten-Werkzeugkastens

Um die Strategie für ein Szenario zu entwickeln, das dazu führt, die gesteckten Klimaschutzziele in Hamburg zu erreichen oder mindestens die für den Wärmesektor umsetzbaren Möglichkeiten auszuschöpfen, müssen entsprechende Maßnahmen und Instrumente für die Stadt Hamburg aufgezeigt werden. Ziel des vorliegenden Projektes war es daher, gemeinsam mit der BUE solche Instrumente zu entwickeln und in Bezug auf ihre Wirkmächtigkeit und Umsetzbarkeit zu bewerten. Dabei sollte nicht von einem möglichen Klimaschutzziel aus die Maßnahmen zum Erreichen dieses Zieles betrachtet werden, sondern es sollten Maßnahmen und Instrumente entwickelt werden, die als ambitioniert, aber als tatsächlich in Hamburg umsetzbar betrachtet werden können. Für die vorliegende Wärmestrategie wurde daher ein „Bottom-up“ Ansatz entwickelt, der in der Bewertung nicht die Einzelmaßnahmen berücksichtigt, sondern gebündelt, mithilfe des BEAM^2-Tools, ein ambitioniertes Szenario darstellt, welches auf der Umsetzung der vorgeschlagenen Instrumente und deren Wirkung bis 2050 beruht.

5 Definition und Bewertung politischer Instrumente

5.1.1 Workshops zur Definition und Festlegung der Instrumente

In Zusammenarbeit mit der Auftraggeberin wurden im Rahmen zweier Workshops, verschiedene Maßnahmen und Instrumente diskutiert und erarbeitet, die die Erreichung der Hamburger Klimaschutzziele ermöglichen sollen. Durch ECOFYS erfolgte des Weiteren eine qualitative Bewertung der erarbeiteten Maßnahmen und Instrumente (s. Tabelle 5 und 6).

	Gebäudetyp				Informelle Instrumente				Regulatorische Instrumente	Ökonomische Instrumente				
Maßnahmen	EFH	MFH	NWG (öffentlich)	NWG (nicht-öffentlich)	Vorbildfunktion	Kooperation	Forschen & Ausbilden	Informieren	Fordern	Zu-schüsse	Steuern	Andere (z.B. Investitionen)	Gebäudehülle	Versorgung
IFB Förderung Sanierungsbörse	x	x				x		x		x			x	
Erzeugung FW Dekarbonisieren	x	x	x	x	x	x						x		x
EEWärmeG Bestand, Erneuerbare	x	x	x	x					x					x
EEWärmeG Bestand/Anschlusszwang FW	x	x	x	x					x					x
Zusammenarbeit SAGA		x			x	x			x			x	x	x
Öffentliche Gebäude: Effizienz und Erneuerbare Energien			x		x	x						x	x	x
Zuschuss FW Anschluss, Erneuerbare Wärme (WP, Bio)	x	x	x	x				x		x				x
Klimaschutzverordnung Neubau	x	x	x	x				x	x				x	x
Ausbildungsoffensive	x	x	x	x			x	x				x	x	x
Bebauungspläne	x	x	x	x				x	x				x	x

Tabelle 5: Erste qualitative Bewertung Instrumente und Maßnahmen zur Zielerreichung (rot: priorisierte Handlungsfelder BUE aus 1. Workshop)

Maßnahmen	Sanierungsrate	Sanierungstiefe	Sanierungsqualität	Neubauqualität	Neubaurate	Abrissrate	Energiemix (dez. Zone)	Energiemix (urbane Zone)	Wirkmächtigkeit	Lockin vermeiden	Kosten	Akzeptanz	Einfluss FHH	Einfluss Land	Einfluss Bund
IFB Förderung Sanierungsbörse	+	+	+	0	0	0	(+)	(+)	++	+	-	+	+	0	0
Erzeugung FW Dekarbonisieren	0	0	0	0	0	0	+	+	++	+	- -	+	+	+	0
EEWärmeG Bestand, Erneuerbare	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	+	-	+	+	0
EEWärmeG Bestand/Anschlusszwang FW	0	0	0	0	0	0	0	+	+	0	+	-	+	+	0
Zusammenarbeit SAGA	+	+	+	0	0	0	(+)	(+)	+	0	-	0	+	0	0
Öffentliche Gebäude: Effizienz und Erneuerbare Energien	+	+	+	+	0	0	+	+	0	+	-	0	+	+	0
Zuschuss FW Anschluss, Erneuerbare Wärme (WP, Bio)	0	0	0	0	0	0	+	+	+	0	-	+	+	+	0
Klimaschutzverordnung Neubau	0	0	0	+	0	0	+	+	0	++	+	0	+	+	0
Ausbildungsoffensive	+	+	+	+	0	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0
Bebauungspläne	0	0	0	+	0	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0

Tabelle 6: Erste qualitative Bewertung Instrumente und Maßnahmen zur Zielerreichung

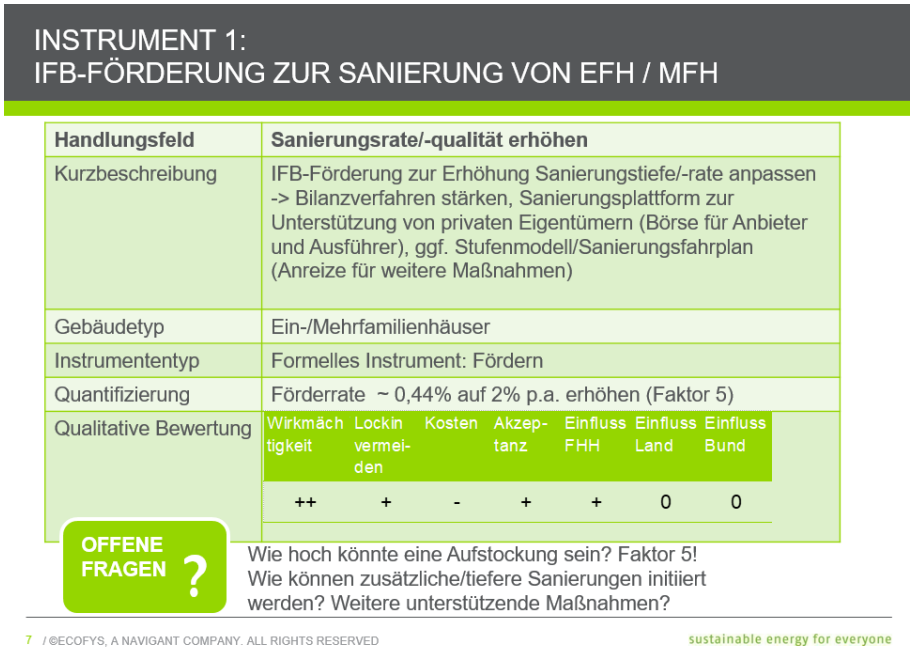


Abbildung 44: Darstellung der einzelnen Instrumente für den Workshop am Beispiel der IFB Förderung

5.1.2 Auswahl künftiger Instrumente zur Unterstützung der Zielerreichung

Um die Wirkbereiche der einzelnen Instrumente zu beschreiben wurden zunächst sechs Handlungsfelder definiert, die sich mit den verschiedenen Aspekten der Wärmestrategie decken. Die Handlungsfelder wurden unterteilt in Effizienzthemen, wie Gebäudestandard im Neubau, bei der Sanierung oder der Umgang mit öffentlichen Gebäuden, und die Dekarbonisierung der Versorgung sowie die Entwicklung der Fernwärme in Hamburg.

Um eine definitive Auswahl und Priorisierung der Instrumente (Handlungsfelder) zu erhalten, wurde eine grobe Quantifizierung der Einspareffekte einzelner Handlungsfelder für das ambitioniert-realistische Szenario vorgenommen. Hierbei wurden die Synergien und gegenseitigen Effekte nicht berücksichtigt (z. B. sind die Effekte der Gebäudesanierung ohne die Dekarbonisierung der Energieversorger gerechnet worden, etc.). Daher hat diese Quantifizierung auch nur eine sehr unzureichende Aussagekraft. Für eine allgemeine Einschätzung des maximalen Klimaschutzpotentials und zur Gegenüberstellung der einzelnen Handlungsfelder, kann diese Quantifizierung jedoch herangezogen werden und wird im jeweiligen Handlungsfeld mit dem Zusatz („Einzeleffekt“) auch dargestellt.

Einzeleffekte Instrumente	Effekt in mio t CO2 p.a. (Mittel über 30 Jahre)	Prio
Neubaustandard 15% besser, bei Neubaurate 1,2%	0,04	6
Vollsanierung, bei zusätzlicher Sanierungsrate von 1,5%	0,41	3
Vollsanierung, bei zusätzlicher Sanierungsrate von 0,9%	0,24	3
Dekarbonisierung aktuelle Fernwärme auf 140g/CO2	0,47	1
Dekarbonisierung aktuelle Fernwärme auf 103g/CO2	0,57	1
10% zusätzliche Fernwärmeanschlüsse mit 140g/CO2	0,08	4
10% zusätzliche Fernwärmeanschlüsse mit 100g/CO2	0,11	
Netzausbau Fernwärme plus 20% mit 90g/CO2	0,28	1
20% Austausch Kessel Gas gegen Erneuerbare Energien mit 85g/CO2	0,26	2
Saga ambitionierte Standards bei Neubau/Sanierung, 3% Sanierungsrate	0,13	5
Vollsanierung öffentliche Nichtwohngebäude, 3% Sanierungsrate	0,07	
Geamteffekt EEWärmeG für den Bestand ~	0,65	2

Tabelle 7: CO_2-Einspareffekte in Mio. Tonnen pro Jahr (im Mittel über 30 Jahre), eigene Berechnungen

Basierend auf dieser Einschätzung und nach Abstimmung mit der Auftraggeberin wurden sechs Handlungsfelder für eine detaillierte Betrachtung und als Basis für das ambitioniert-realistische Szenario gebildet und wie folgt priorisiert:

Prio	Handlungsfelder/Instrumente
1	**Dekarbonisierung der Fernwärme und Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes**
	Erneuerbare Fernwärmeerzeugung, Rekommunalisierung, Erhöhung Anschlussquote, Ausbau Wärmenetze
2	**Erneuerbare Wärme für den Gebäudebestand**
	Nutzungspflicht für erneuerbare Energienauch auch für Nichtwohngebäude
3	**Sanierungsrate und Sanierungstiefe erhöhen**
	Anreize und Unterstützung für besseres und tieferes Sanieren, IFB Förderprogarmme, Stufenmodell
4	**Öffentlichen Wohnungs- und Nichtwohnungsbau verbessern**
	Verpflichtung für bessere Neubau- und Sanierungsstandards, EEWärmeG Bestand
5	**Anschlussrate Fernwärme und Einsatz erneuerbarer Energien erhöhen**
	Förderung bei Übererfüllung, Anschlusszwang/-anreize
6	**Besserer Neubaustandard**
	Novellierung der KliSchVO

Tabelle 8: Priorisierung der 6 Handlungsfelder zur Zielerreichung

Im Folgenden werden die 6 Handlungsfelder für die Umsetzung der Klimaschutzziele bis 2050 detailliert beschrieben.

5.1.3 Handlungsfeld 1: Dekarbonisierung der Fernwärme und Nachverdichtung des bestehenden Fernwärmenetzes

Das Handlungsfeld 1 hat eine hohe Priorität für die Zielerreichungsstrategie, da durch eine Minderung der CO_2-Emissionen bei der Fernwärmeerzeugung eine hohe Einsparung gegenüber dem aktuellen Stand erfolgen kann. Derzeit liegt der Anteil fernwärmeerzeugter Endenergie in Hamburg bei 24%. Die Erzeugung erfolgt durch mehrere Erzeugungsanlagen an verschiedenen Standorten und die Verteilung über mehrere Wärmenetze.

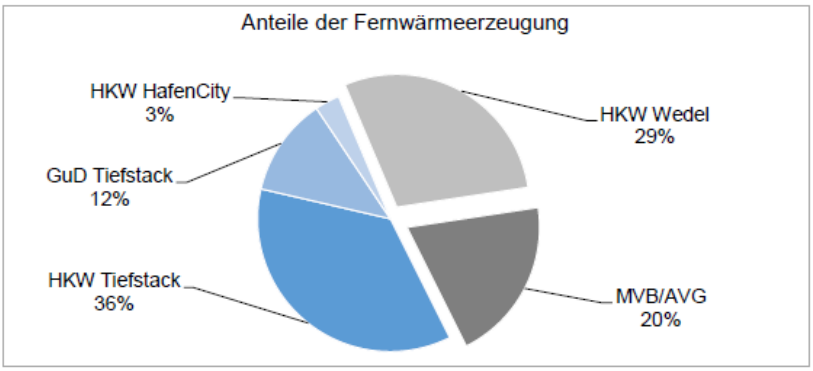


Abbildung 45: Anteile Fernwärmeerzeugung Hamburg, LBD/Hamburg Institut

Da die Erzeugung der Fernwärme zu einem wesentlichen Anteil auf fossilen Energieträgern basiert, weist der CO_2-Kennwert der verschiedenen Fernwärmenetz-Betreiber im Mittel einen Wert von 314gCO_2/kWh[23] auf.

Energieträger Fernwärme	2015	2014	2013	2012	2011
Fossile Energieträger	**60,0%**	**60,8%**	**63,9%**	**61,2%**	**67,8%**
Kohlen	*45,8%*	*45,0%*	*43,5%*	*39,9%*	*33,3%*
Mineralölprodukte	*0,2%*	*0,2%*	*0,3%*	*0,5%*	*0,5%*
Erdgas	*14,1%*	*15,6%*	*20,1%*	*20,8%*	*34,1%*
Erneuerbare Energien	**15,7%**	**15,4%**	**14,3%**	**14,1%**	**10,7%**
feste/flüssige Biomasse	*2,0%*	*2,0%*	*1,7%*	*1,7%*	*1,0%*
Biogas	*0,8%*	*0,5%*	*0,4%*	*0,2%*	*0,1%*
Klärgas/Deponiegas	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*
Abfälle (biogen)	*12,9%*	*12,9%*	*12,2%*	*12,2%*	*9,6%*
Abfälle (nicht biogen)	**16,8%**	**16,9%**	**15,8%**	**16,4%**	**14,8%**
Sonstige Energieträger	**7,6%**	**6,9%**	**5,9%**	**8,3%**	**6,7%**
Insgesamt	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**

Tabelle 9: Energieträgermix der in Hamburg verbrauchten Fernwärme 2011-2015, Quelle: BUE

Aufgrund des hohen Kohleanteils sind die CO_2-Emissionen verursacht durch die derzeitige Fernwärmeerzeugung deutlich höher als die einer Gas- oder Ölheizung. Insgesamt stellt sich das Erzeuger-Portfolio im Vattenfall Netz wie folgt dar:

[23] Quelle: BUE

Status quo (Quelle: BET-Gutachten 2015)

Standort	Primärenergie	Funktion im System	Maximale Kapazität
Wedel 1	*Kohlekessel*	*Grundlast*	*215 MW*
Wedel 2	*Kohlekessel*	*Grundlast*	*220 MW*
Tiefstack 1	Kohlekessel	Grundlast	136 MW
Tiefstack 2	Kohlekessel	Grundlast	154 MW
Borsigstraße	Abfallwärme	Grundlast	105 MW
Tiefstack	Gas-GuD	Mittellast	140 MW
Hafencity	Gaskessel	Mittellast	340 MW
Tiefstack	Gaskessel	Spitzenlast	320 MW
Haferweg	Gaskessel	Spitzenlast	150 MW
Barmbek	Gaskessel	Spitzenlast	45 MW
Eppendorf	Gaskessel	Spitzenlast	45 MW
Karoline	E-Kessel	Spitzenlast	40 MW

Abbildung 46 Erzeuger Vattenfall Fernwärmenetz 2015; Quelle: BET Gutachten

- Instrumente zur Umsetzung

Mit der aktuellen Entscheidung das Fernwärmenetz inklusive Erzeuger von Vattenfall zurück zu kaufen (ab Januar 2019), ist ein wesentlicher Baustein für die Dekarbonisierung der Fernwärme gelegt. Die Stadt Hamburg kann dadurch als Eigentümer über das größte Fernwärmenetz in Hamburg verfügen und den Austausch der Kohle-Heizwerke gegen weniger klimaschädliche Erzeuger vorantreiben.

Verschiedenen Varianten einer künftigen Fernwärmerzeugung und -versorgung werden derzeit geprüft. Eine von der BUE als ambitioniert realistisches Szenario eingeschätzte Variante würde neben dem Ersatz des Heizwerkes Wedel auch die Einbindung der Arubis Abwärme und eine Umstellung des Energieträgers von Kohle auf Gas im Heizwerk Tiefstack enthalten (Südvariante). Die spezifischen CO_2-Kennwerte würden hierbei von 175 bzw. 165 g/kWh auf 140 g/kWh weiter reduziert. Die folgende Grafik des Energienetzbeirats zeigt die Veränderung der CO_2-Emissionen durch die möglichen Maßnahmen.

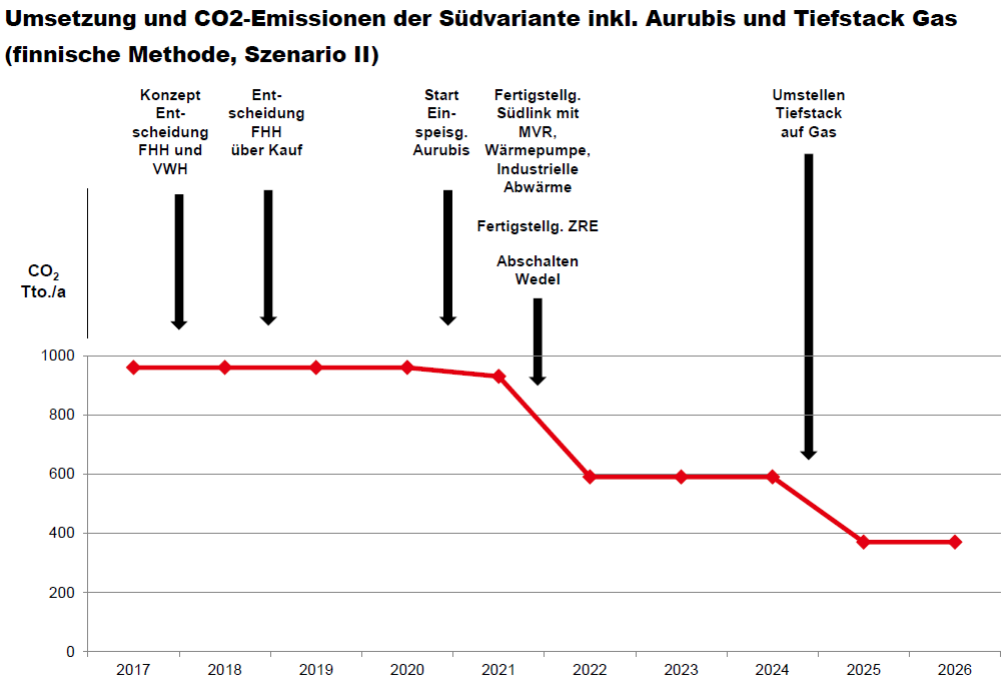


Abbildung 47: CO_2-Emissionen der Südvariante, Quelle: Energienetzbeirat Hamburg, 2017

	Ambitioniert/realistische Variante	
	VWH	Andere Netze
2018-2025	f_p = 0,57 f_{CO2} = 340 g/kWh	f_p= 0,5 f_{CO2} = 211 g/kWh
2025-2030	f_p= 0,35 f_{CO2} = 167g/kWh	f_p= 0,35 f_{CO2} = 167 g/kWh
Ab 2030	f_p= 0,28 f_{CO2} = 140g/kWh	f_p= 0,28 f_{CO2} = 140 g/kWh

Tabelle 10: Künftige CO_2Faktoren Fernwärme Variante „Süd“

Insgesamt könnten durch die oben dargestellten Maßnahmen ca. 0,5 Mio. tCO2/a (Einzeleffekt) eingespart werden. Weitere CO_2-Einsparungen könnten über eine weitere Reduzierung fossiler Brennstoffe bei der Fernwärmeerzeugung erfolgen. Die Einführung eines Verpflichtungsinstruments zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Form eines Portfoliomodells könnte die Dekarbonisierung in den nächsten Jahren vorantreiben.

Wie in der Studie „Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz Hamburg[24]“ vom Hamburg Institut dargestellt, könnten weitere CO_2-Einsparungen im Vattenfall-Netz durch zusätzliche erneuerbare Erzeuger realisiert werden. Bspw. bei

[24] 2016

einem erneuerbaren Anteil von 60 % würde der spezifische CO_2-Faktor von 103g/kWh eine Einsparung von ca. 0,6 Mio. t/a (Einzeleffekt) ermöglichen.

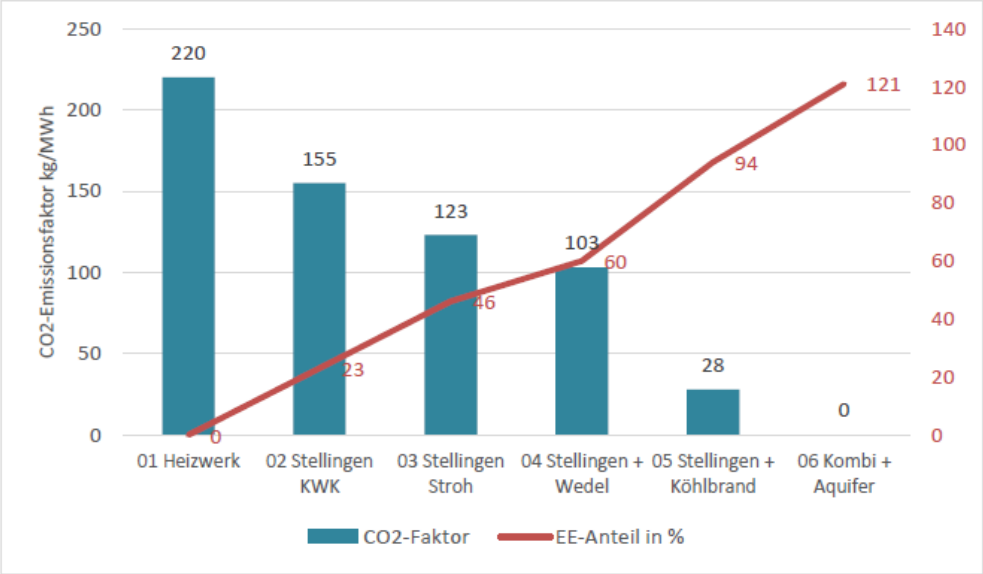


Abbildung 48: CO_2-Emissionsfaktoren und EE-Anteile der Varianten; Hamburg Institut; Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz Hamburg; 2017

Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung könnte auch durch Projekte wie die Flexibilisierung des BHKW Portfolios durch Power-to-heat oder durch power-to-gas im Rahmen der Norddeutschen Energiewende NEW 4.0 weiter unterstützt werden (Überschüssiger Strom z. B. erzeugt durch Windkraftanlagen, kann direkt in Wärme oder in Gas umgewandelt werden). Die BUE schätzt für das ambitioniert-realistische Szenario eine Reduzierung des CO_2-Faktors des bestehenden Fernwärmenetzes auf 100g/kWh ab 2040 als realistisch ein. Daher sollte die Möglichkeit geprüft werden, die CO_2-Anforderungen an Wärmenetze in einem Stufenplan festzuschreiben (z.B. 2030: 140gCO2/kWh / 2040: 100 g / 2050: 75 g).

Des Weiteren sollten die Anschlussraten an das bestehende Netz erhöht und somit die Abnahmestruktur weiter verbessert werden. Die letzte Erhebung der Fernwärmeanschlüsse wies insgesamt 258.376 Wohnungen in Hamburg aus, die mit Fernwärme versorgt werden (Zensus 2011), wobei ca. 200.000 Wohneinheiten davon über das Vattenfall-Netz versorgt werden. Inklusive Gewerbe sind es insgesamt über 450.000 Einheiten, die über das Vattenfall-Netz versorgt werden.

Eigenen GIS-basierte Analysen im Rahmen der „Flächendeckenden Erhebung des Hamburger Gebäudebestandes“ zeigen die Anzahl der an die Fernwärme angeschlossenen Gebäude (Leitung geht zum Gebäude) sowie die Anzahl der Gebäude, die in einem 30m Abstand zum Fernwärmenetz liegen (teils angeschlossen, teils Anschlusspotential). Ergänzend wurden jene Gebäude ermittelt, die sich im anschließenden Baublock befinden (Anschlusspotential).

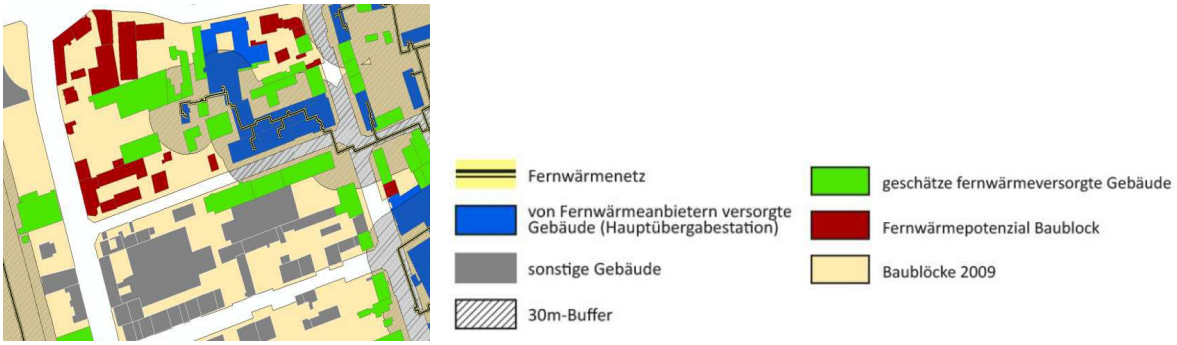


Abbildung 49: Darstellung GIS basierter Analyse der Fernwärmeanschlüsse sowie des Anschlusspotentials (Ecofys, 2011)

Insgesamt wurde basierend auf dieser Analyse ein Anteil von 39% der mit Fernwärme beheizten Flächen in der urbanen Zone ermittelt (blau und grün). Das dargestellte Baublockpotential (rot) stellt jedoch lediglich einen Teil des möglichen Potentials dar.
Laut einer Schätzung der BUE (Analyse Wärmekataster, HCU) liegt das Anschlusspotential an die bestehenden Netze bei etwa 15% des Endenergieverbrauchs in Hamburg. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es ein Anschlusspotential von min.10% der Gebäudeflächen insgesamt gibt (15% Endenergie kann mit ca. 15% der Gebäudefläche gleichgesetzt werden). Bezogen auf die urbane Zone entspricht das ca. 20% der Gebäudeflächen.

Dieser Wert für zusätzliche Anschlüsse an die bestehenden Fernwärmenetze wurde für das ambitionierte Szenario angenommen.

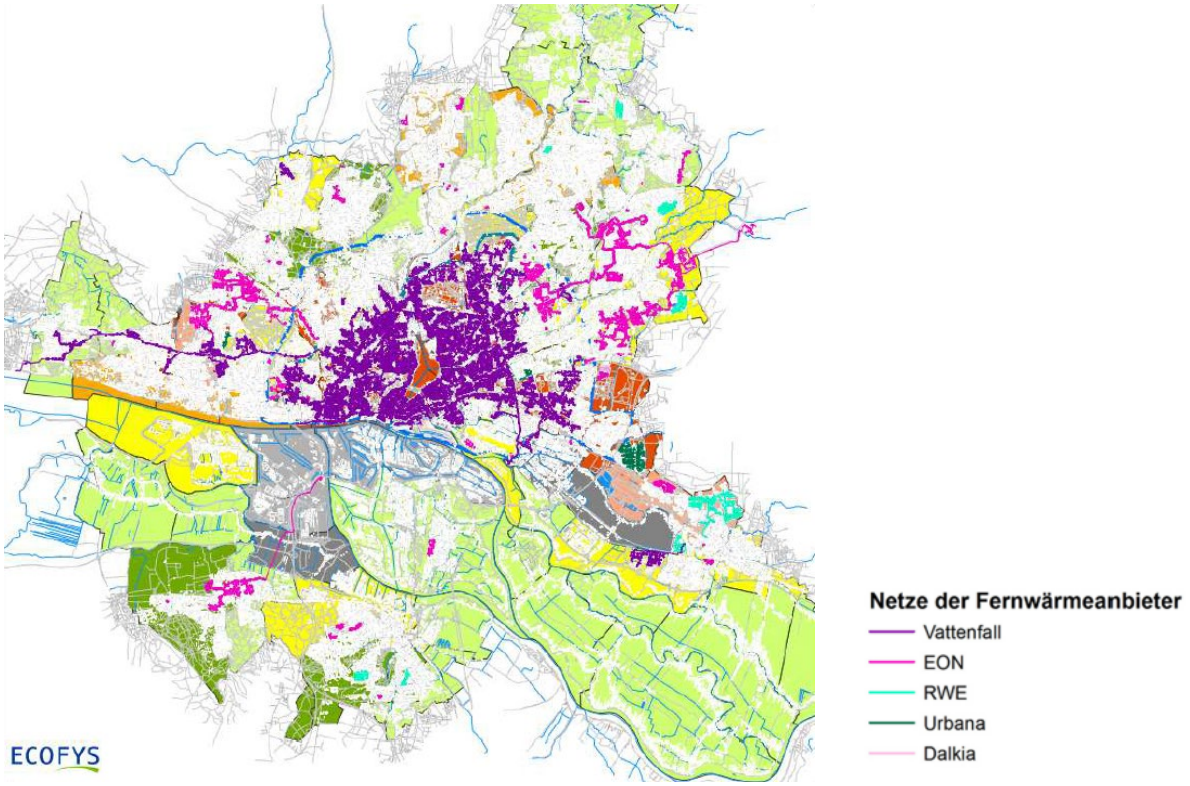


Abbildung 50: Karte Fernwärmenetze Hamburg (Ecofys, 2011)

Im Bereich Neubau - und auch bei Einführung einer entsprechenden Regelung für den Bestand - können über den Anschluss an die Fernwärme die Anforderungen an das EEWärmeG, insbesondere im verdichteten innerstädtischen Bereich, ohne großen Aufwand für die Gebäudeeigentümer erfüllt werden. Dies stellt einen zusätzlichen Anreiz zum Anschluss an die Fernwärme dar.

- **Zielformulierungen**

Die Zielwerte für CO_2-Kennwerte 2025 und 2030 orientieren sich an Untersuchungsergebnissen des Projektes „Erneuerbare Wärme“ zum Ersatz des Heizkraftwerkes Wedel, das in Zusammenarbeit mit öffentlichen Unternehmen durchgeführt wurde und von der BUE koordiniert worden ist. Sie wurden für die Jahre 2040 und 2050 weiter fortgeschrieben. Folgende CO_2-Kennwerte für die Fernwärmeerzeugung werden für das ambitionierte Szenario angenommen und sollen für alle bestehenden Wärmenetze gelten.

2025 – 167gCO_2/kWh
2030 – 140gCO_2/kWh
2040 – 100gCO_2/kWh

Zudem soll eine Erhöhung der Anschlussdichte an die bestehende Fernwärme um 10% der beheizten Gebäudefläche in Hamburg (~ ca. 20 % der beheizten Gebäudefläche der urbanen Zone) bis 2050 erfolgen.

- **Wichtige Schritte zur Umsetzung**

Der Rückerwerb der zentralen Fernwärme von Vattenfall bietet der FHH durch die umfassende Verantwortlichkeit für die wärmewirtschaftliche Wertschöpfungskette (Erzeugung, Verteilung, Vertrieb) erhebliche Chancen für den Klimaschutz, die durch eine konsistente Wärmestrategie vorangetrieben werden sollten. Dazu ist es notwendig, dass die Stufenweise Reduzierung der CO_2 Emissionen bei der Erzeugung der Fernwärme verbindlich in der strategischen Ausrichtung und Steuerung der Gesellschaft geregelt werden. Zusätzlich sollte eine aktive Bewirtschaftung der unterschiedlichen städtischen Energieunternehmen sowie eine entsprechende konsolidierte strategische Ausrichtung und Steuerung (z.B.: im Rahmen der Unternehmensstrategie in Hinblick auf Marksegmente und städtische Zonen) vorgenommen werden.

Um eine flächendeckende Zielerreichung zu gewährleisten, sollen auch die übrigen bestehenden Wärmenetze analoge Grenzwerte (Stufenweise Reduzierung der CO_2 Emissionen) einhalten müssen; dieses könnte über eine freiwillige Verpflichtung erfolgen oder aber auch ordnungsrechtlich für alle Wärmenetze geregelt werden.

Die Erhöhung der Anschlussdichte in den bestehenden Netzen kann zum einen die Nutzungspflicht für Erneuerbare Wärme im Gebäudebestand (siehe Handlungsfeld 2) bewirken. Zusätzlich können finanzielle Anreize geschaffen werden, entweder über Zuschüsse für Neuanschlüsse - hierfür könnte die IFB einen zusätzlichen Programmpunkt „Förderung für den Anschluss an bestehende Fernwärmenetze“ im Rahmen des Programms „Erneuerbare Wärme“ einführen - oder über die Kostengestaltung von Neuanschlüssen von Seiten der Wärmenetzbetreiber.

Dabei ist darauf zu achten, dass diese Anreize durch informelle Instrumente wie Kampagnen - z. B. für bestimmte Quartiere in unmittelbarer Netzumgebung - erfolgreich vermarktet werden. Die Inanspruchnahme der Anreize muss zudem unkompliziert geregelt werden, um die Akzeptanz zu verbessern.

Bei der städtischen Wärmegesellschaft könnten die Wärmenetze, analog zur Wasserversorgung, als städtische Infrastruktur aufgefasst werden. Als Infrastrukturbetreiber könnten städtische Wärmegesellschaften unter anderen Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten operieren.

Insgesamt sollten Anforderungen für alle Wärmenetzbetreiber erarbeitet werden, welche die Transparenz in Bezug auf die erneuerbaren Anteile bei der Erzeugung sicherstellt.

- **Klimawirksame Einsparungen (CO_2)**

Durch Dekarbonisierung der Erzeugung (Variante mit 100g CO_2) und Verdichtung der Anschlüsse (10 % Gebäudefläche Wohnen und Nichtwohnen) ließen sich ca. 0,7 Mio. t/a (Einzeleffekt) einsparen.

- **Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten**

Die Effekte durch die Dekarbonisierung der Fernwärme-Erzeugung lassen sich durch Erhöhung der Anschlussquote sowie durch zusätzlichen Netzausbau weiter steigern. Reduziert werden die Effekte durch Maßnahmen der Gebäudesanierung d. h. durch Verbrauchsminderung. Hierbei sind vor allem die künftigen Verbrauchskennwerte der Gebäude in Zusammenhang mit der Wärmedichte auf Quartiersebene zu beachten. Das erste Handlungsfeld zielt auf die Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung zusammen mit einer Erhöhung der Anschlussquote an das bestehende Netz, wohingegen Handlungsfeld 5 sich mit dem Bau neuer Wärmenetze beschäftigt, deren Wärme zu wesentlichen Teilen mittels Erneuerbaren Energien erzeugt wird.

5.1.4 Handlungsfeld 2: Erneuerbare Wärme für den Gebäudebestand

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist es notwendig, neben der energetischen Sanierung auch die Wärmeversorgung auf einen hohen Anteil erneuerbarer Energien umzustellen. Der derzeitige Anteil erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung (Anteil Nutzwärme) liegt derzeit in Hamburg zwischen 3,5 und 5%. Ein wesentliches Ziel des Hamburger Klimaplanes ist es daher, den Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben (Ziel des Bundes bis 2020: 14 %).

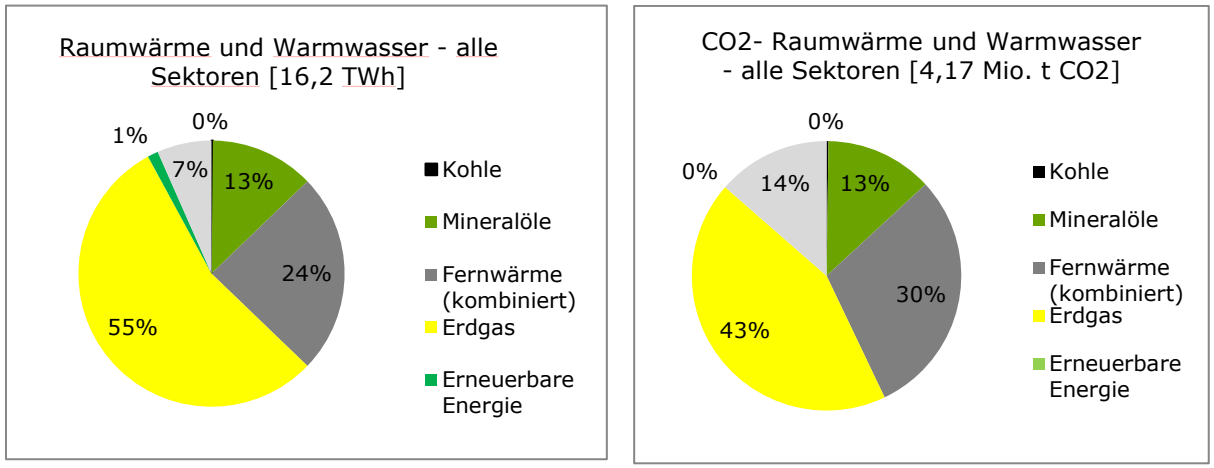


Abbildung 51: Anteile Energieträger für Raumwärme und Warmwasser sowie CO2-Emissionen, Quelle BUE auf Basis der Energiebilanz 2015

Um den Anteil der erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zu erhöhen, wird die Einführung eines Erneuerbaren Energien Wärmegesetzes auf Landesebene für Hamburg, auch für Bestandsgebäude vorgeschlagen. Das Land Baden-Württemberg hat bereits 2008 eine Nutzungspflicht, d.h. eine Verpflichtung zur Nutzung, erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung für Bestandsgebäude bei Kesselaustausch eingeführt. Die Nutzungspflicht bezieht sich auf einen Anteil von 15% an der gesamten Wärmeerzeugung für das jeweilige Gebäude. Gemäß der Auswertung des „Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg“ von 2011, wurden in Baden-Württemberg seit 2010 folgende Maßnahmen zur Erfüllung der Nutzungspflicht vorgenommen:

- Anteil Solarthermie an Gesamtwärmeerzeugung von 18 % im Mittel (41 % der Nachweise)

- Anteil Feste Biomasse an Gesamtwärmeerzeugung von 92 % im Mittel (20 % der Nachweise)
- Anteil Biogas/Bioöl an Gesamtwärmeerzeugung von 10 % im Mittel (15 % der Nachweise)
- Anteil Wärmepumpe an Gesamtwärmeerzeugung von 100 % im Mittel (3 % der Nachweise, Neubau 30 %)
- Ersatzweise Erfüllung im Mittel 20 % Reduktion d.h. Einsparung durch Sanierung (17 % der Nachweise)

Der durchschnittliche Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf je Gebäude lag jedoch, aufgrund der Tatsache, dass bei Kesselaustausch häufig ein komplett neuer Erzeuger zum Einsatz kommt, meist über den 15% des Pflichtanteils. In Baden-Württemberg konnte ein Anteil von insgesamt ca. 30 % erneuerbarer Energie im Mittel für alle ausgetauschten Erzeuger erreicht werden, d. h. es lässt sich mit einer 15%igen Nutzungsverpflichtung ein Anteil erneuerbarer Energien von ca. 30 % im Bestand erwirken. Für Hamburg würde sich - aufgrund der dichteren Siedlungsstruktur gegenüber einem Flächenland wie Baden-Württemberg - die Umsetzung anteilig voraussichtlich anders darstellen. Hier würde der Anschluss an die Fernwärme/Nahwärme zur Erfüllung der Nutzungspflicht eine wesentliche Rolle spielen. Für das Resultat wäre dann der Anteil Erneuerbarer Energien bei der Fernwärmeerzeugung ausschlaggebend. Weitere Ersatzmaßnahmen im Rahmen des Gesetzes in Baden-Württemberg stellen sich anhand der stichpunktartigen Auswertung wie folgt dar:

	Wohngebäude	Nichtwohngebäude
KWK	1	8,1
Anschluss an ein Wärmenetz	0,4	2
PV	11	26,2
Dämmung	17	11,4
Wärmerückgewinnung	–	2,7
Abwärmenutzung	–	1,3

Abbildung 52: Landtag BW, Ersatzmaßnahmen gemäß §§10 und 17 EEWärmeG, 2017

Damit Erneuerbare Energien mit fossilen Energieträgern konkurrieren können, müssen zudem die spezifischen Investitionskosten weiter gesenkt werden, um den derzeitigen Kostenabstand bei den Wärmegestehungskosten auszugleichen.

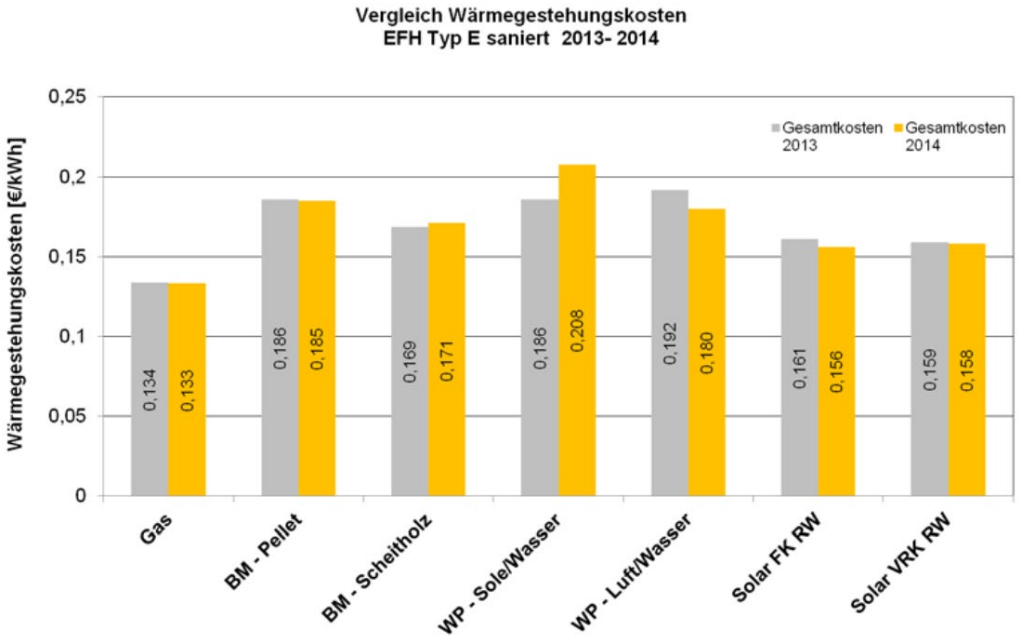


Abbildung 53:Vergleich der Wärmegestehungskosten von erneuerbaren Energien in einem sanierten Mehrfamilienhaus im Jahr 2013-2014; MAP Evaluierung, Stuible et.al.

Insbesondere die Gas- und Heizölpreise sind in Deutschland so niedrig, dass Erneuerbare Energien dagegen häufig nicht wirtschaftlich erscheinen, denn Steuern und Abgaben sind sehr ungleich auf die verschiedenen Energieträger verteilt, wovon die fossilen Energieträger bisher profitieren. Die volkswirtschaftlichen Kosten, die dabei langfristig aufgrund des Klimawandels entstehen, werden dabei jedoch nicht berücksichtigt.

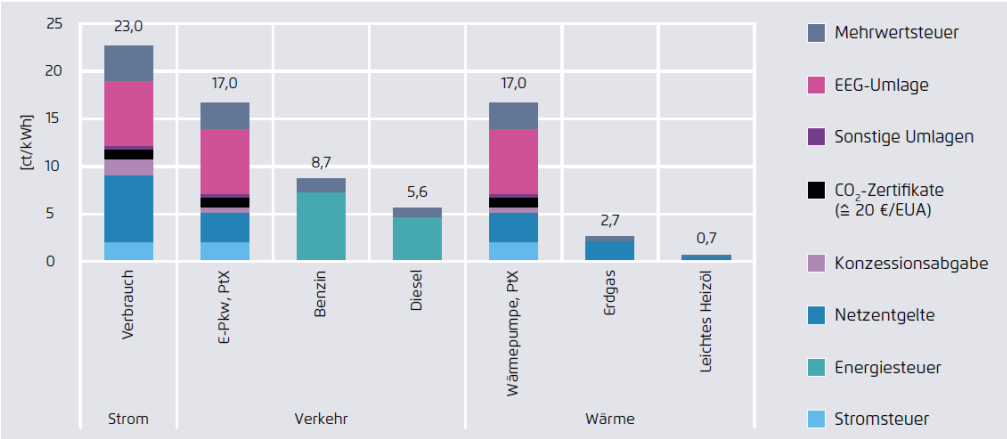


Abbildung 54: Steuern und Abgaben auf verschiedene Energieträger; Agora Energiewende 2018[25]

[25] Eine Neuordnung der Abgaben und Umlagen auf Strom, Wärme, Verkehr

- **Instrumente zur Umsetzung**

Für die Erfüllung der Klimaschutzziele ist es notwendig, neben der energetischen Sanierung auch die Wärmeversorgung auf einen hohen Anteil erneuerbarer Energien umzustellen. Dabei gibt es das generelle Problem, dass erneuerbare Wärme in Konkurrenz zu herkömmlichen Erzeugern - häufig Gasbrennwertkessel - steht und aus wirtschaftlicher Sicht des Endverbrauchers sich die Investition in erneuerbare Wärme nicht lohnt. Zur Hebung der erneuerbaren Wärme-Potentiale in Hamburg wird daher die Einführung einer Nutzungspflicht für erneuerbarer Wärme [Umweltwärme mittels Wärmepumpe, Biomasse, KWK, Solarthermie (15 %), Anschluss Wärmenetz*] für Bestandsgebäude als ein geeignetes Instrument betrachtet. Vorgeschlagen wird daher:

- Mind. 15 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs müssen durch Erneuerbare Energien gedeckt werden oder der Wärmeenergiebedarf muss um mindestens 15 % reduziert werden (alternativ: Forderung eines bestimmten Effizienzstandards wie KfW55)
- Auch im Nichtwohngebäudebestand soll die Nutzungspflicht erfüllt werden
- Sofern Wärmenetze vorhanden sind, die mit KWK oder erneuerbaren Energien betrieben werden, ist ein Anschluss- und Benutzungszwang bei einem Austausch der Heizungsanlage vorstellbar

Die Nutzungspflicht erneuerbarer Wärme gilt bei Austausch alter Heizungsanlagen (> 25 Jahre). Ausnahmeregelungen können die Einhaltung erhöhter Standards der Gebäudehülle z. B. gemäß KfW55 Niveau beinhalten. Die Erfüllung durch Ersatzmaßnahmen kann auch ein Anschluss an ein Wärmenetz mit min. 50 % Anteil KWK oder 15 % erneuerbarer Wärme sein. Alternativ könnte zur Erfüllung der Nutzungspflicht eine einmalige Zahlung an einen IFB-verwalteten Klimafonds geleistet werden, z. B. wenn es keine andere Möglichkeit zur Umsetzung der Nutzungspflicht gibt.

Um die Hebung der Erneuerbaren-Wärme-Potentiale weiter zu verstärken, wird eine zusätzliche Förderung für den Einsatz erneuerbarer Wärme vorgeschlagen, der über die Nutzungspflicht hinausgeht. Die Übererfüllung der Nutzungsanforderung aus dem Erneuerbaren Wärmegesetz (Erneuerbare Energien Anteil >15 %) sollte zusätzlich zu den bestehenden Förderungen des Bundes (MAP) gefördert werden. Dazu könnte die aktuelle IFB Förderung (Erneuerbare Wärme) auf diese spezielle Situation angepasst werden und gezielt Anreize für eine Übererfüllung des Pflichtanteils anbieten.

Auch wäre es sinnvoll, die speziellen Anforderungen in urbanen Siedlungsstrukturen mithilfe der Förderung abzubilden und die bestehende Förderung in Bezug auf eine Förderkombination zur Unterstützung des Einsatzes von Wärmepumpen im Bestand (Umstellung Heiz- und Verteilsystem auf Niedertemperatur - LowEx, Erdwärmesonden etc.) zu ergänzen. Auch die Förderung von Großwärmepumpen zur Nutzung von Ab- und Umweltwärme und BHKW in Kombination mit Wärmespeichern für neue Nah- und Fernwärmenetze oder für Industrie- und Gewerbenutzungen wären in diesem Zusammenhang sinnvoll.

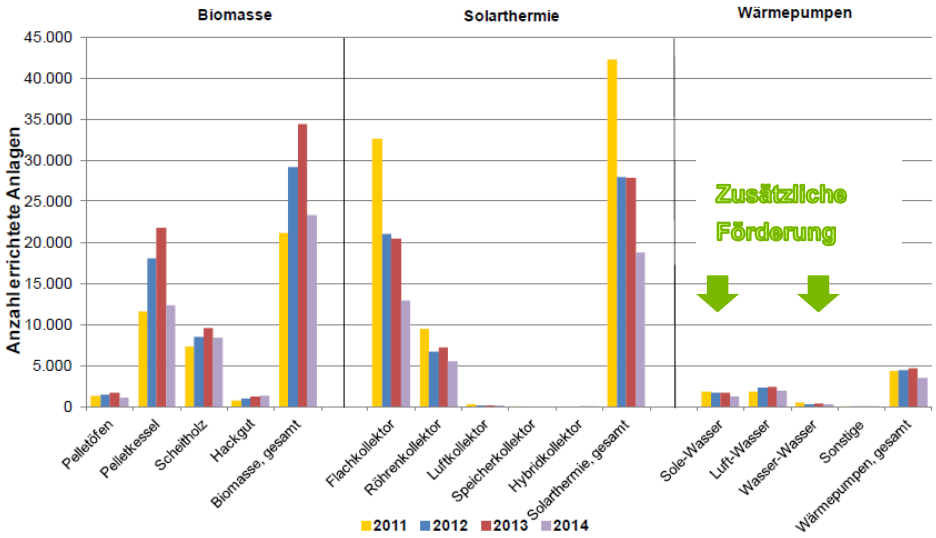


Abbildung 55: Anlagen mit MAP Förderung (BAFA) Quelle: Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, Stuible et.al.

Aufbauend auf dem IFB Förderprogramm „Erneuerbarer Wärme“ könnten folgende Punkte ergänzt werden:

- Auf ein Jahr befristeter Kesseltauschbonus für alle (Energieträgerwechsel)
- Kesseltauschbonus Erneuerbare Energien-Kessel für alte Kessel < 25 Jahre (Energieträgerwechsel)
- Förderung Übererfüllung der Nutzungspflicht 15% Erneuerbare Wärme im Bestand (EE Anteil > 15 %)
- Kombiförderung Sanierung und Einsatz Wärmepumpen im Bestand

Der Indikator Förderanteil beschreibt den spartenspezifischen Förderanteil im Verhältnis zu den Mehrkosten der Wärmegestehung im Vergleich zu einem Gas-Brennwertkessel. Die Anreizwirkung nimmt mit steigendem Förderanteil zu. Umso höher der Förderanteil wird, umso schlechter wird das Kosten-Nutzen-Verhältnis für den Fördergeber. Ein angemessener Fördersatz hält die Balance zwischen Anreizwirkung und Fördereffizienz. Ein Förderanteil zwischen 10 und 20 % wird als angemessen für eine wirkungsvolle Förderung angesehen (vergl. dazu Langniß et al. 2013).

- **Zielformulierungen**

Einführung einer Nutzungspflicht für einen Anteil von 15 % Erneuerbarer Energien bei der Wärmeerzeugung oder Umsetzung von Ersatzmaßnahmen. Ziel ist das Erreichen eines Anteils von 30% Erneuerbaren Energien im Mittel durch die Nutzungspflicht für Erneuerbare Wärme im Bestand.

- **Wichtige Schritte zur Umsetzung**

Um die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Wärme zu erreichen, hat sich die Einführung einer Nutzungspflicht analog Baden-Württemberg als wirksames Instrument erwiesen. Dies ist aus rechtlicher Sicht über die Öffnungsklausel

im EEWärmeG[26] möglich, welche evtl. mit dem GEG (geplante Zusammenlegung von EnEG, EEWärmeG, EnEV) entfallen könnte. Die Umsetzung könnte über eine Novellierung der KliSchVO in Hamburg erfolgen, wobei die wirtschaftliche Vertretbarkeit nachzuweisen ist. Dabei ist es gegebenenfalls notwendig, den Begriff der wirtschaftlichen Vertretbarkeit zu spezifizieren, beispielsweise ob es sich um eine volkswirtschaftliche Betrachtung handelt, bei der auch externe Folgekosten berücksichtigt werden.

Die Einführung einer CO_2-Steuer bzw. eine Anpassung der Energiesteuer auf Bundesebene würde die Wirtschaftlichkeit erneuerbarer Wärme im Vergleich zu fossilen Lösungen positiv beeinflussen. Dies bestärkt die Empfehlung, dass sich Hamburg für die Einführung einer CO_2-orientierten Abgabe einsetzt.

Für Gebäude, bei denen der geforderte Anteil erneuerbarer Wärme schwer zu erreichen ist, könnten gegebenenfalls Ausgleichsregulierungen formuliert werden, wie beispielsweise eine Quartiersbilanzierung oder ein CO_2-Zertifikathandel. Allerdings führen solche Lösungen dazu, dass der durchschnittliche Anteil erneuerbarer Wärme den Grenzwert nicht überschreitet. Wenn man solche Ausgleichsregulierungen einführen möchte, sollte der Grenzwert höher als 15% gewählt werden, um den angestrebten Anteil von 30% zu erreichen. Insbesondere in stark verdichteten Gebieten ist für einige Gebäude ein hoher Anteil erneuerbarer Wärme jedoch schwer zu erreichen (z.B. Platzsituation, Denkmalschutz, Immissionen), wobei in Hamburg die Möglichkeit besteht, sich an Wärmenetze anzuschließen. Ein entsprechender Anschluss sollte als Erfüllung der Nutzungspflicht erneuerbarer Wärme gelten, wenn die Empfehlungen aus Handlungsfeld 1 zur Dekarbonisierung der Fernwärme umgesetzt werden. Darüber kann das Ziel, den notwendigen Ausbau der Fernwärme in der urbanen Zone voranzutreiben, unterstützt werden.

- **Klimawirksame Einsparungen (CO_2)**

Für Hamburg wird eine ähnliche Wirkung wie in Baden-Württemberg erwartet: Bei einer Austauschrate von min. 3 % (im ZE-Szenario 4%) pro Jahr könnte die Einführung der Nutzungspflicht in 80 % der Fälle einen Austausch fossiler Kessel gegen Erzeuger mit einem Anteil von 30 % (im Mittel) erneuerbarer Energien bedeuten. Weitere 20 % der Fälle würden eine Reduzierung des Wärmeverbrauchs im Rahmen von Ersatzmaßnahmen vornehmen.

Durch den Austausch von Gas- oder Ölkesseln gegen erneuerbare Wärmeerzeuger wie Biomasse-Kessel, Wärmepumpen oder Solarthermie etc. (CO_2-Faktor 85 g/kWh im Mittel) könnten 0,26 Mio. t CO_2 pro Jahr (Einzeleffekt) eingespart werden. Zusätzlich könnte über den Wechsel von Öl oder Gas zu einer dekarbonisierten Fernwärme (20% beheizter Flächen an neue Wärmenetze mit 90gCO_2/kWh, 10% beheizter Flächen an bestehendes Netz mit 100gCO_2/kWh) weitere 0,4 Mio. t CO_2 pro Jahr (Einzeleffekt) eingespart werden.

- **Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten**

Durch die Sanierung der Gebäude und die damit verbundene Verbrauchsreduktion nimmt die Wirkung des Kesseltauschs entsprechend ab. Um eine Nutzungspflicht für erneuerbare Wärme einzuführen, sollten zunächst die

[26] § 3 Absatz 4 Nummer 1

Möglichkeiten für eine Anforderungserfüllung über den Anschluss an Fernwärme geschaffen werden. Hierfür müsste die Fernwärme min. einen Anteil von 50 % erneuerbarer Energien oder 50 % KWK Anteil aufweisen.

5.1.5 Handlungsfeld 3: Sanierungsrate und Sanierungstiefe erhöhen

Die Steigerung der Sanierungsrate, insbesondere der Rate für Vollsanierungen (Vollsanierungsäquivalente), stellt eine besondere Herausforderung dar, da zu einem großen Teil private Gebäudeeigentümer motiviert werden müssen. Jedoch besteht auch bei Gebäuden im Besitz der öffentlichen Hand ein weiterer Sanierungsbedarf.

Die Förderquote für Wohngebäude in Hamburg liegt, gemäß eigenen Auswertungen der IFB- und KfW-Förderstatistiken für Hamburg, bei ca. 0,79% pro Jahr inkl. Teil- und Vollsanierungen. Bezogen auf Vollsanierungen (geschätzt: 1 Vollsanierung = 3 Teilsanierungen) wären es etwa 0,46% pro Jahr. Geht man von einem etwa gleich großen Teil nichtgeförderter Sanierungen aus, würde die Vollsanierungsrate bei etwa 0,9% p. a. liegen. Basierend auf den Veränderungen der Energiebilanz zwischen 2003 und 2015 (Verbrauchsreduzierung Haushalte 17%, Reduzierung GHD 15%, entspricht insgesamt ca. 1,25% Reduzierung pro Jahr) und unter Berücksichtigung der Flächenzunahme durch vermehrte Neubautätigkeit, kann auf eine höhere Sanierungsrate geschlossen werden.

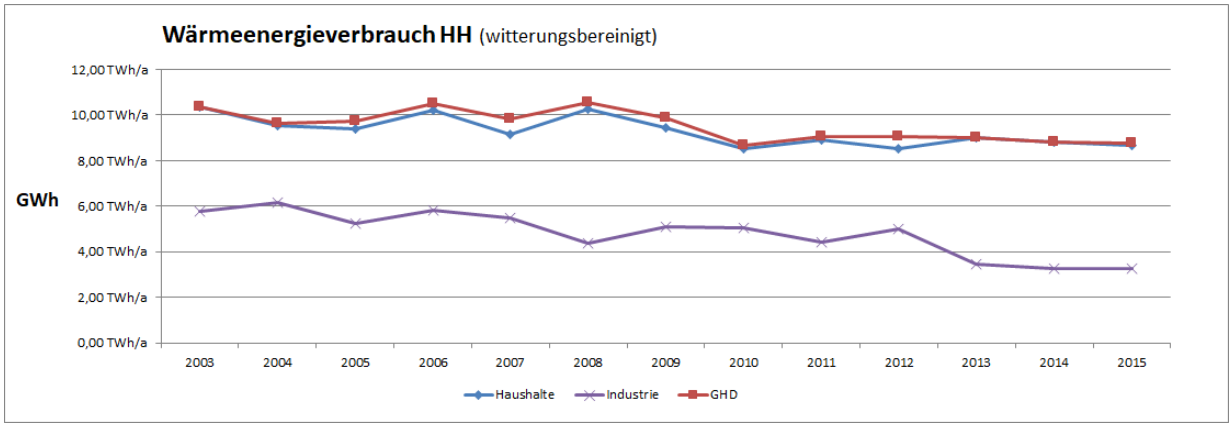


Abbildung 56: Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme von 2003 bis 2015; Quelle: BUE

Folgende Aufstellung zeigt eine Abschätzung zur Entwicklung einer erhöhten Sanierungsrate (bestehend aus verschiedenen Anteilen von Teil- und Vollsanierungen):

EFH	Ist	1 Maßn	2 Maßn	3 Maßn	Voll San Qp75	Vollsan KVO 2050	Vollsanäquivalent
Verbrauchs-kennwert	160	130	110	90	65	50	
Rate		1,60%	0,80%	0,40%	0,30%	0,30%	
Teilvollsanäq		0,51%	0,42%	0,29%	0,30%	0,35%	1,87%
MFH	Ist	1 Maßn	2 Maßn	3 Maßn	Voll San Qp75	Vollsan KVO 2050	Vollsanäquivalent
Verbrauchs-kennwert	125	100	85	70	60	45	
Rate		1,60%	0,80%	0,40%	0,30%	0,30%	
Teilvollsanäq		0,62%	0,49%	0,34%	0,30%	0,37%	2,12%

Tabelle 11: Abschätzung Entwicklung Sanierungsrate basierend auf Teilsanierungen in Sanierungsstufen, Ecofys

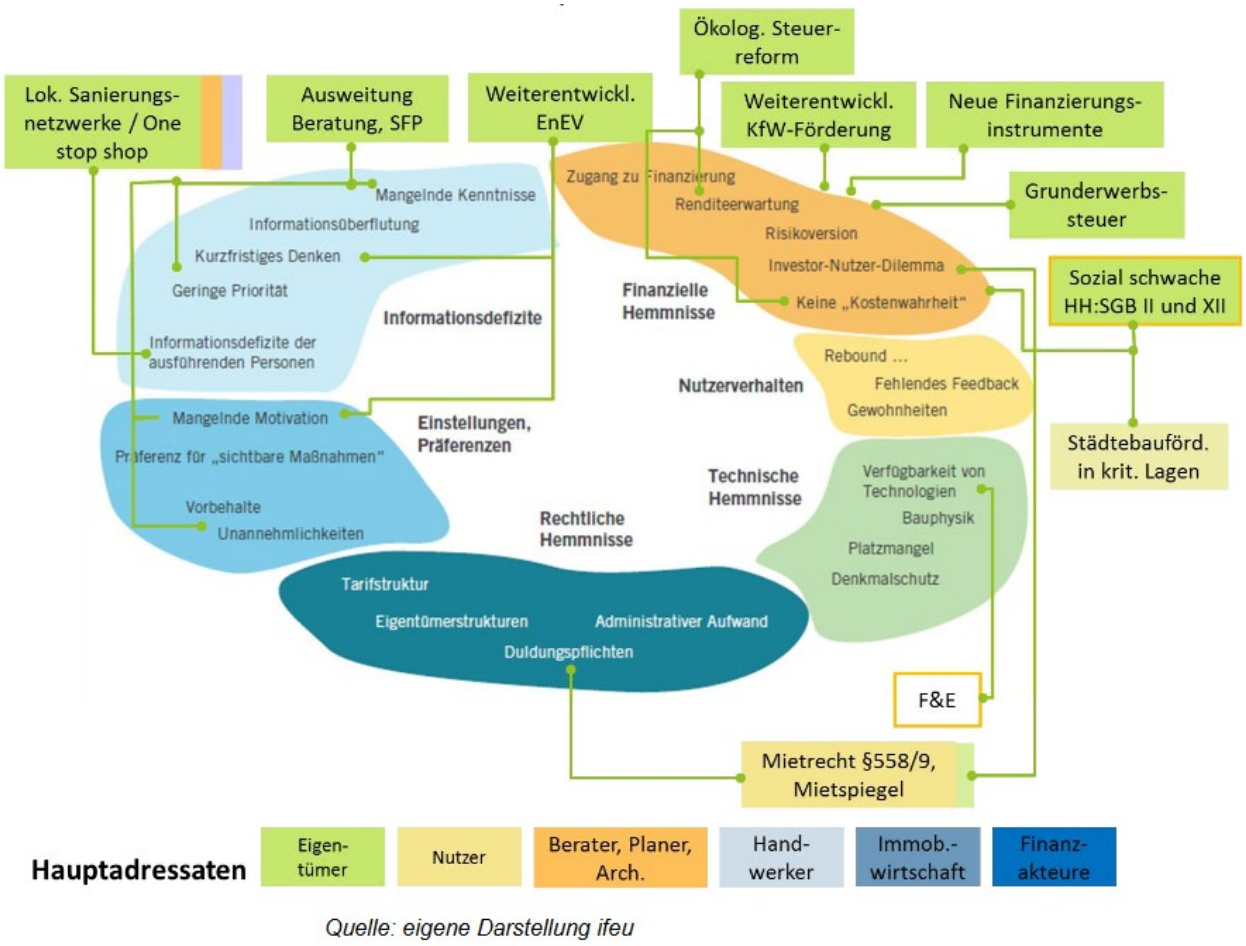
Die obige Tabelle stellt die angenommenen Raten der Umsetzung von Maßnahmen bzw. Maßnahmenpaketen dar, wobei die Umsetzung von mehreren Maßnahmen je Sanierung abnimmt. Aus den Teilsanierungsäquivalenten lassen sich entsprechende Vollsanierungsäquivalente berechnen. Addiert ergeben sie die gesamte Vollsanierungsrate jeweils beispielhaft für EFH und MFH.

Weitere wichtiger Aspekte neben der Sanierungsrate sind die Qualität und der Umfang - d. h. die Anzahl der Sanierungsmaßnahmen - der durchgeführten Sanierungen. Z. B. führt auch die Erhöhung des Sanierungsumfangs zu einer Erhöhung der Vollsanierungsrate. Es sollte daher auf die vermehrte Umsetzung von Vollsanierungen z. B. gemäß einem KfW-oder IFB-Effizienzstandard hingewirkt werden. Dieses könnte auch als Ziel eines individuellen Sanierungsfahrplans für einen zukünftigen Zeitpunkt festgelegt werden, denn es erscheint durchaus möglich, den KfW55-Standard auch im Bestand zu erreichen, wie bspw. im Szenario für 2050 des Energiekonzeptes für den Stadtteil Dulsberg[27] (Geschosswohnungsbau der 30er und 50er Jahre mit teilweise denkmalgeschützten Backsteinfassaden) dargestellt wurde:

„Es zeigt sich, dass zunächst im Zeitraum 2013-2020 die Sanierungsvarianten mit Förderungen durch die Hamburgische Investitions- und Förderbank ([…] IFB-Standard Mod A/B Städtebaulicher Denkmalschutz, Stufen 1-4 gerechnet mit durchschnittlich 85 kWh/m2a Endenergie) und niederschwellige Varianten dominieren. Insbesondere ab 2040, wenn bereits bei vielen Gebäuden ein weiterer Sanierungszyklus sinnvoll wird, ist deutlich zu sehen, dass die ambitionierten Sanierungen […] zunehmen. Dieser Wandel ist unter anderem darin begründet, dass hocheffiziente energetische Sanierungen nach dem heutigen Standard KfW-Effizienzhaus 55 ab den 20er Jahren zunehmend zum Standard werden und entsprechend kostengünstig ausführbar sind. Sie stellen die Grundlage dar, um die Ziele des Hamburger Masterplans Klimaschutz erfüllen zu können“.

[27] Ecofys, GEF, Schulze Darup, Luchterhandt, PPL; 2014

Insgesamt wurden bereits im Rahmen der Ausarbeitung der Effizienzstrategie Gebäude für den Bund, die verschiedenen Hemmnisse bei der Sanierung und deren Auflösung durch entsprechende Maßnahmen analysiert. Wie in der Grafik unten dargestellt, sind verschiedenen Maßnahmen notwendig, um die wesentlichen Hemmnisse zu adressieren.



Quelle: eigene Darstellung ifeu

Abbildung 57: Hemmnisse, Adressaten, Maßnahmen der Sanierung: Hintergrundpapier zur ESG, Prognos/ifeu 2015

Flankierende Maßnahmen zur Unterstützung der Erhöhung der Sanierungsrate sollten daher auf die wesentlichen Barrieren bei der Sanierung abzielen und diese entsprechend verringern. Als ein kritischer Aspekt bei der Durchführung von Sanierungen wird die Suche nach kompetenten Handwerkern beschrieben[28]. Auch das Einholen und Beurteilen der Angebote stellt sich als schwierig insbesondere für private Eigentümer dar. Zwar gibt es vielfältige Beratungsangebote, jedoch werden die Verständlichkeit der Beratung sowie der allgemeine Nutzen als nicht ausreichend

[28] Deneff: Auswertung Feldstudie

bewertet[29]. Häufig seien die Empfehlungen zu standardisiert und nicht an die individuelle Situation angepasst. Insgesamt fehlt es an Unterstützung über den gesamten Prozess (vom Angebot über die Ausführung bis zur Dokumentation/Monitoring).

Abbildung 58: Zentrale Problemfelder der Sanierung, Feldstudie Deneff 2017

Von Bedeutung für die Hamburger Wärmestrategie und die durch das Handlungsfeld 3 avisierte Verstärkung der Sanierungsaktivitäten, ist neben der Umstrukturierung der IFB Förderung (gestaffelte Anreize in IFB-Förderprogrammen zur Stärkung des Bilanzverfahrens und Mehrförderung von ambitionierten energetischen Standards), die Forderung höherer Standards durch die Neuauflage der Hamburger Klimaschutzverordnung und die Unterstützung bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen durch entsprechende Fachleute. Auch die Problematik der Finanzierung könnte über spezielle Contracting-Modelle angegangen werden.

Die Einführung eines Hamburgischen Sanierungsfahrplans, ähnlich dem in Baden-Württemberg, würde dazu dienen, den weiteren Prozess der jeweiligen individuellen Sanierungsaktivitäten zu skizzieren. Entsprechend könnten die IFB Förderprogramme und die Anforderungen einer neuen Klimaschutzverordnung an die Stufen des Sanierungsfahrplans angepasst werden (Forderung nach Erfüllung des Sanierungsfahrplans).

Für den Bestand (Wohnen und Nichtwohnen) sollen die Vorgabe des KfW Effizienzhaus 55 zugrunde gelegt werden, da dieser Standard auch im Bestand umsetzbar erscheint und nur durch deutliche Einsparungen im Bestand das Klimaschutzziel erreicht werden kann. Die Bauteilbezogenen Kennwerte für Maßnahmen an der Gebäudehülle orientieren sich an den Anforderungen gemäß (H'_T in % $H'_{T\ REF}$ = 70 % -Bezug EnEV 2014, d.h. die Anforderungen

[29] BAFA (2014), Stieß et.al.

an die Einzelbauteile entsprechen den Anforderungen des KfW55 Standards an die Gebäudehülle von 70% des Referenzgebäudes). Und für den Austausch der Heizungsanlagen an den Primärenergieanforderungen (Q_P in % $Q_{P\ REF}$ = 55 %). Die Anforderungen sind anlassbezogen umzusetzen.

Da nicht alle Gebäude in Hamburg komplett auf KfW 55 Niveau saniert werden können (Denkmalschutz, Backsteinarchitektur etc.), gilt alternativ: Eine Verpflichtung zur Erstellung eines Hamburgischen Sanierungsfahrplans sowie die Verpflichtung, den Fahrplan bis 2050 umzusetzen. Die Maßnahmenempfehlungen folgen dabei dem Best-möglich-Prinzip um Lock-in-Effekte zu vermeiden. Die Stufenregelung ist zeitlich nicht fixiert und ermöglicht so ein flexibles Vorgehen. Welche Maßnahmen sinnvoll kombiniert und zusammengefasst werden können, orientiert sich individuell am Gebäude und an den Wünschen des Nutzers. Die IFB-Förderung wird entsprechend angepasst um ein möglichst frühes Umsetzen möglichst umfangreicher Maßnahmen zu belohnen. Beispielsweise könnte sich die IFB-Förderung an den eingesparten kumulierten CO2-Emissionen bis 2050 orientieren. D.h. je mehr CO_2 bis 2050 eingespart wird, desto höher die Förderung. Hierbei müssten allerdings Unterschiede bei den Baualtersklassen gemacht werden, da sonst nur Anreize für die älteren Gebäude mit einem hohen, teils kostengünstig umsetzbaren Einsparpotential gesetzt werden.

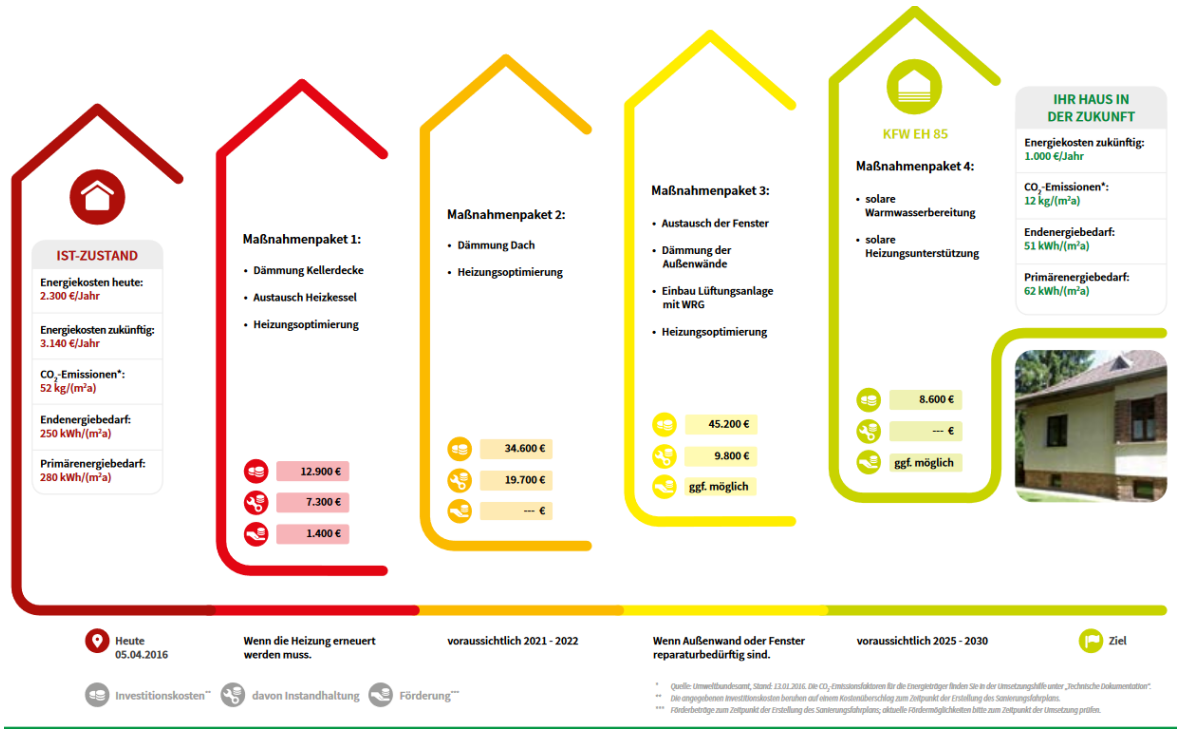


Abbildung 59: Beispiel individueller Sanierungsfahrplan, Kurzanleitung Sanierungsfahrplan, BMWi 2017

Ggf. könnte über eine Stichtageregelung in der Klimaschutzverordnung und eine entsprechende Förderung die Übererfüllung oder das Vorwegnehmen künftiger Maßnahmen begünstigt werden und somit die Sanierungsrate bzw. -tiefe erhöht werden.

Dieses Handlungsfeld stellt einen wesentlichen Baustein zum Erreichen der Klimaschutzziele in Hamburg dar und sollte mithilfe verschiedener Maßnahmen ergänzend zu den bestehenden Maßnahmen, wie der IFB Förderung, unterstützt werden.

- **Instrumente zur Umsetzung**

Wesentliche Maßnahmen einer Sanierungsstrategie für Hamburg:

- Anforderungen an die Einhaltung der im Sanierungsfahrplan vorgeschlagenen Sanierungsstufen z. B. bis 2050 im Rahmen einer Novellierung der Hamburger Klimaschutzverordnung mit einem mittleren Zielwert entsprechend KfW EH55.
- Verstärkte Förderung oder Forderung zur Erstellung eines Sanierungsfahrplans (iSFP) als Grundlage für die Erhöhung des Anteils tieferer Sanierungen.
- Anpassung der IFB Förderprogramme zur Erhöhung des Sanierungsumfangs– gestaffelte Anreize (Stufenprogramm) für die zweite, dritte, vierte und ggf. fünfte Maßnahme am selben Gebäude, in Verbindung mit den Empfehlungen des individuellen Sanierungsfahrplanes (extra Bonus bei Komplettsanierung).

Flankierende Maßnahmen:

- Unterstützung der privaten Gebäudeeigentümer bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen in Form einer Plattform, als Börse für Anbieter und Ausführer, bei der sich qualifizierte Handwerker registrieren lassen können und es z. B. standardisierte Leistungsbeschreibungen auf Basis des Sanierungsfahrplans (iSFP) gibt, die die Angebotseinholung deutlich vereinfachen. Ggf. Einbindung großer Unternehmen des Sanierungsmarktes (ähnlich dem schwedischen Projekt „Better Home“[30] der Unternehmen Velux, Danfoss, Grundfos, Rockwool).
- Ansätze für die langfristige Begleitung des Hauseigentümers im Zuge einer vertieften Energieberatung und Qualitätssicherung.
- Anreize für Handwerksbetriebe, die regelmäßig qualifizierte Sanierungen durchführen, z. B. in Form eines Bonussystems, welches bei der Vergabe öffentlicher Aufträge zur Geltung kommt.
- Es können auch Zuschüsse für die Zertifizierung der Fachbetriebe gewährt werden, wenn sie sich auf der Sanierungsplattform registrieren und für Sanierungsprojekte zur Verfügung stehen.
- Ausbildungs- und Weiterbildungsoffensive zur langfristigen Sicherung qualifizierter Handwerker mit der Handwerkkammer starten zur langfristigen Qualitätssicherung.
- Rückerstattung der Grunderwerbssteuer bei ambitionierter Gebäudesanierung (z. B. bei Eigentümerwechsel).
- Contracting Angebote z. B. stadteigener Betriebe zur Finanzierung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen.

Wesentlich erscheint für dieses Handlungsfeld, Sanierungsauslöser gezielt zu erzeugen. Hierfür eignen sich Anforderungen des Gesetzgebers. Wie oben vorgeschlagen sollte durch Fördern und Fordern mit Stichtagregelung die

[30] http://www.betterhome.se/

Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen aus den individuellen Sanierungsfahrplänen angereizt werden. Beispielsweise könnte die Erfüllung von Anforderungen bis 2040 oder 2050 gesetzt und die vorzeitige Umsetzung mittels Förderung belohnt werden. Je eher und je mehr saniert wird, umso umfangreicher wird gefördert.

Auch hat sich im Rahmen einer Untersuchung zur Weiterentwicklung des Hamburger Energiepasses (Zebau, 2018) gezeigt, dass es trotz Förderung bisher kaum eine Nachfrage nach individuellen Sanierungsfahrplänen (iSFP) gibt und eine zusätzliche Förderung durch die IFB notwendig erscheint. D.h. hier wäre eine gezielte Förderung bzw. eine ergänzende Forderung ab Stichtag einen Sanierungsfahrplan zu erstellen, sinnvoll. Die flächendeckende Erstellung von Sanierungsfahrplänen wäre als Grundvoraussetzung der oben genannten Instrumente aus Fördern und Fordern notwendig.

- **Zielformulierungen**

Basierend auf den oben genannten Maßnahmen wird für den ambitionierten Pfad eine Erhöhung der Vollsanierungsrate von 1,1 % auf 2,0 % angenommen.

Insbesondere die Kombination von Fordern und Fördern mit Stichtagregelung könnte zu einem Ansteigen der Sanierungsaktivitäten führen. Auch die Sanierungsqualität wird durch die o. g. Anreize und Vorgaben auf min. KfW EH55 Standard (im Mittel) erhöht. Diese Anforderungen werden mittels Vorgaben der novellierten Klimaschutzverordnung, der IFB Förderung sowie durch die individuellen Sanierungsfahrpläne adressiert.

- **Wichtige Schritte zur Umsetzung**

Insgesamt zeigt sich in Hamburg, wie auch insgesamt in Deutschland, dass es schwierig ist, die Sanierungsrate maßgeblich zu erhöhen. Die derzeitigen Sanierungsraten bleiben hinter dem notwendigen Level zurück, obwohl die vorhandenen Fördersysteme ausreichend erscheinen, um die Mehrkosten höherer Standards zu erreichen. Es erscheint nicht realistisch, dies alleine durch die Bereitstellung von Fördermitteln zu erreichen. Es ist notwendig, zusätzliche Auslöser zu generieren, um die Sanierung auszulösen. Daher erscheint eine Kombination aus ordnungspolitischem Rahmen, finanziellen Anreizen sowie aus Information und Begleitung sinnvoll, um in diesem Handlungsfeld etwas zu bewegen. Die vorgeschlagenen Instrumente sollten dabei langfristig angelegt und einfach umzusetzen sein.

Für den ordnungspolitischen Rahmen wäre die verpflichtende Erstellung von individuellen Sanierungsfahrplänen einzuführen, wobei zudem die dort empfohlenen Sanierungsschritte bis 2050 umgesetzt werden müssten. Dies könnte beispielsweise über die Aufnahme dieser Forderung in die hamburgische Klimaschutzverordnung erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass auf bundespolitischer Ebene die Öffnungsklausel für die Ländergesetzgebung auch im GEG erhalten bleibt.

Flankiert werden sollte dies mithilfe eines entsprechenden Fördersystems (IFB) und langfristigen unterstützenden Maßnahmen, wie die Begleitung der Sanierungsprozesse durch ausgewiesene „Kümmerer“. Es sollte eine Sanierungsplattform für private Gebäudeeigentümer entwickelt werden, die die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen durch qualifizierte Handwerker unterstützt. Dabei können serielle Sanierungsansätze (z.B. in Form einer Kooperation mit Energiesprong Deutschland der dena[31]) berücksichtigt und umgesetzt werden. Zusätzliche finanzielle Anreize können z. B. auch durch verminderte Grunderwerbssteuern geschaffen werden, wenn die vorgeschlagenen Maßnahmen des Sanierungsfahrplans umgesetzt werden.

Dabei sollte das Fördersystem vereinfacht werden, um Hemmnisse bei der Beantragung zu vermeiden. Ergänzend kann Hamburg auf Bundesebene Initiativen zur Begünstigung von Sanierungen im Mietrecht unterstützen.

- Klimawirksame Einsparungen (CO_2)

Mit der Erhöhung der aktuell angenommenen Sanierungsrate von 1,1 % auf 2,0 %/a kann eine CO_2-Einsparung von 0,24 Mio. t pro Jahr (Einzeleffekt) erreicht werden.

- Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten

Durch mögliche Einsparungen aus der Dekarbonisierung der Fernwärme und aus dem Einsatz erneuerbarer Energien wird die Einsparung durch Maßnahmen an der Gebäudehülle anteilig reduziert.

Die Gestaltung einer Sanierungsstrategie für Hamburgs Bestandgebäude sollte in enger Abstimmung mit der möglichen Einführung einer Nutzungspflicht für erneuerbare Wärme im Bestand erfolgen, um die möglichen Ersatzmaßnahmen der Erneuerbaren Nutzungspflicht durch Sanierung und die Anforderungen an die Sanierung aus Handlungsfeld 3 abzustimmen.

5.1.6 Handlungsfeld 4: Öffentlichen Wohnungs- und Nichtwohnungsbau verbessern

Um den Einfluss auf städtische Unternehmen und den städtischen Landesbau zu nutzen und der Vorbildfunktion nachzukommen, die für die öffentliche Hand im Umgang mit Ressourcen besteht, sollten für die öffentlichen Gebäude in Hamburg erhöhte Anforderungen an den Umfang und den Zeitpunkt der Sanierung sowie an die Qualität der neu errichteten Gebäude gestellt werden. Denn auch die Einhaltung gängiger Sanierungszyklen gehört zu einem vorbildlichen Umgang mit den zum großen Teil vermieteten Gebäuden; dies entspricht jedoch nicht durchgängig der Praxis.

In Hamburg fällt unter den städtischen Landesbau der Hochschul- und Schulbau sowie Gebäude für Polizei und Feuerwehr, Museen und Verwaltung. Zudem gibt es die städtischen Unternehmen wie SAGA und Sprinkenhof, welche Verwaltungs- und Betriebsgebäude für die Stadt Hamburg als auch Wohngebäude führen. Die öffentlichen

[31] https://www.dena.de/themen-projekte/projekte/gebaeude/serielles-sanieren-von-mehrfamilienhaeusern/

Nichtwohngebäude in Hamburg weisen eine Fläche von etwa 5,8 Mio. m² auf. Das sind ca. 5% der gesamten beheizten Gebäudefläche.

Im Bereich Wohngebäude verwaltet allein die städtische Wohnungsbaugesellschaft SAGA GWG etwa 130.000 Wohneinheiten, was etwa 15 % der Wohnfläche in Hamburg ausmacht. Die folgende Grafik zeigt die Verteilung der Baualtersklassen des Wohnungsbestands der SAGA. Hierbei liegt der Schwerpunkt bei Wohnungen gebaut zwischen 1949 und 1969. Die Gebäude dieser Baualtersklassen eignen sich gut für umfängliche Komplettsanierungen. Das Vorhandensein von Backsteinfassaden stellt hierbei allerdings eine Herausforderung dar.

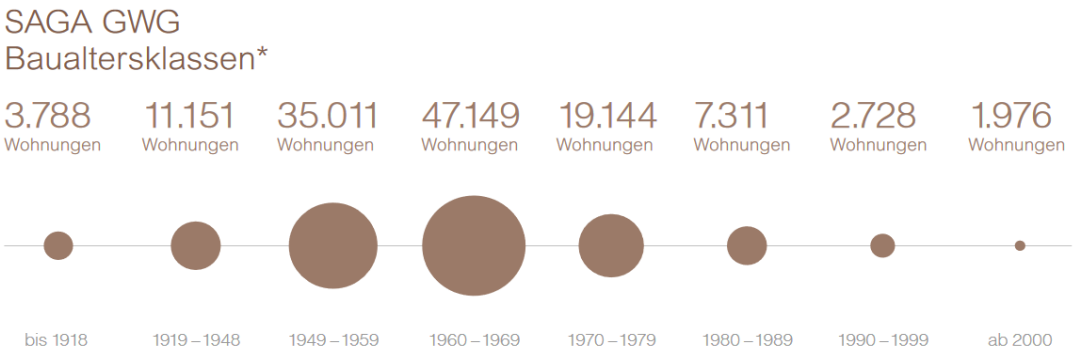


Abbildung 60: Anteile Baualtersklassen SAGA GWG

Die SAGA hat sich zum Ziel gesetzt, jährlich 2.500 Wohneinheiten zu modernisieren[32]. Das entspricht einer Sanierungsrate von 1,9 % (Teilsanierungen). Auch hat sie sich im Rahmen des „Bündnis für Wohnen“ verpflichtet, jährlich etwa 2000 neue Wohnungen zu bauen. Das entspricht einer überdurchschnittlichen Neubaurate von 1,5 % p. a. und stellt etwa 20 % des gesamten Wohnungsneubaus in Hamburg dar. Die Entwicklung des spezifischen Heizwärmeverbrauchs der letzten Jahre stellt sich für die Wohnungen der SAGA wie folgt dar:

[32] Nachhaltigkeitsbericht SAGA, 2014

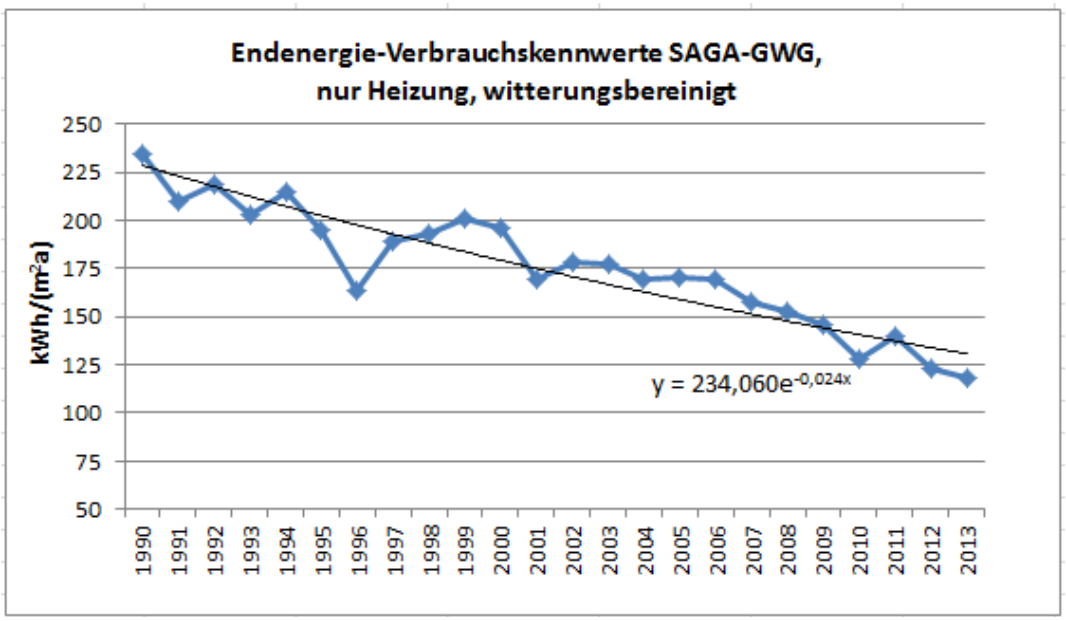


Abbildung 61: Entwicklung Endenergieverbrauch Wohnung SAGA

Der angestrebte interne Zielwert der SAGA für den Neubau liegt jedoch laut Nachhaltigkeitsbericht bei 25 kg je m² Wohnfläche im Jahr 2020. Um eine wirkliche Vorbildfunktion zu erreichen, sollten Kennwerte von min. 9 kgCO2 /m²a (Neubau) bzw.12 kgCO2 /m²a Wohnfläche (Bestand) angestrebt werden (Anforderungen aus 100 Klimaschutzsiedlungen NRW). Beim KfW55 Neubaustandard liegen die spezifischen CO_2-Kennwerte etwa zwischen 2 und 12 kgCO_2 /m²a. Diese Ausgangssituation macht deutlich, dass im Handlungsfeld öffentliche Wohngebäude weitere Einsparpotentiale vorhanden sind. Eine Verpflichtung zu einer besseren Sanierungs- und Neubauqualität sollte im Rahmen der Vorbildfunktion und in Hinblick auf die Klimaschutzziele der Stadt Hamburg vorgesehen werden.

Um die Pariser Klimaschutzziele zur Einhaltung des 1,5°C Szenarios umzusetzen, müssten die Gebäude noch deutlich geringere CO_2-Emissionen verursachen als bisher. Um bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erhalten, müssen ca. 95 % der Emissionen gegenüber 2008 eingespart werden. Im Rahmen einer Studie[33] für das BPIE hat Ecofys dafür einen durchschnittlichen CO_2-Zielkennwert für alle Gebäude mit 3kg/m²a errechnet. Die Stadt Hamburg könnte sich mit ihren öffentlichen Gebäuden diesem Ziel verpflichten, bzw. einen ersten Schritt in diese Richtung gehen, indem sie für den öffentlichen Neubau einen Kennwert von max. 3kgCO_2/m²a einhält (~ 34-40kWh/m² Endenergie), um Lock-in-Effekte beim Neubau zu vermeiden.

Basierend auf den gängigen Berechnungsmethoden der EnEV (die sich nicht an CO_2-Emissionen sondern an der Primärenergie orientieren) kann für den öffentlich geförderten Wohnungsbau (ca. 1/3 aller neuen Gebäude) alternativ ein Mindeststandard an die Energieeffizienz im Förderprogramm definiert werden, der dem KfW Effizienzhaus 40 entspricht (ca. 2-8kgCO_2/m²a).

[33] Principles for nearly zero energy buildings, BPIE 2011

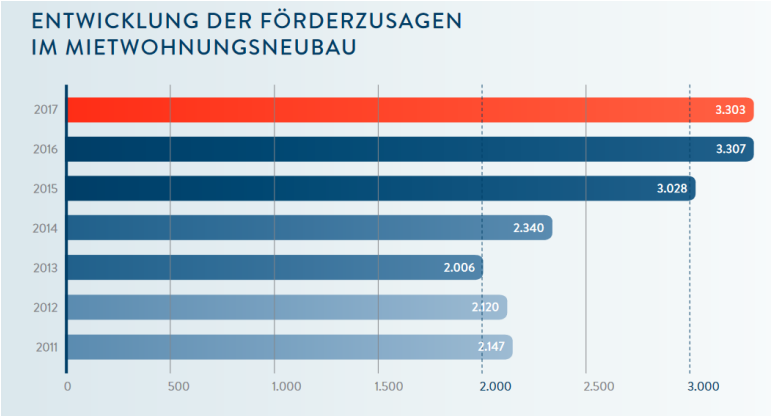


Abbildung 62: Geförderter Wohnungsbau IFB Jahresbericht 2017

Entsprechend müssen auch für die Sanierung der öffentlichen Nichtwohngebäude in Hamburg (s. Abbildung 14), darunter über 400 Schulen, Anforderungen an den Neubau sowie die Sanierung festgelegt werden, die über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen. Auch hier könnte der Neubau einen KfW40 Standard entsprechen bzw. den Passivhausstandard erreichen, wie es bspw. die Stadt Frankfurt seit über 10 Jahren erfolgreich für alle städtischen Gebäude umgesetzt hat.

Durch die Sanierung der bestehenden öffentlichen Gebäude (Wohnen und Nichtwohnen) sollte im Mittel das KfW Effizienzhaus 55 erreicht werden. Um den gesamten Bestand bis 2050 auf das Niveau des KfW 55 Standards zu bringen, müsste eine jährliche Vollsanierungsrate von 3 % eingehalten werden.

- **Instrumente zur Umsetzung**

Um die Sanierungstiefe für alle öffentlichen Gebäude auf einen KfW EH55 Standard im Mittel zu erhöhen, wäre eine Selbstverpflichtung zum Einhalten dieses Standards notwendig. Auch die Erhöhung der Sanierungsrate auf 3 % p. a. müsste für alle öffentlichen Gebäude festgelegt werden, um bis 2050 einen komplett sanierten Bestand öffentlicher Gebäude zu erhalten. Auch hierbei können individuelle Sanierungsfahrpläne den Pfad aufzeigen und die Umsetzung zum Erreichen der 3% Sanierungsrate zeitlich abbilden.

Auch die Anhebung der Anforderungen an öffentlichen Neubau auf einen Zielwert von etwa 3kg/m²a, sollte in einer Selbstverpflichtung festgeschrieben werden. Hierbei wäre auch die Einführung der Nutzungspflicht für Erneuerbare Wärme gemäß Handlungsfeld 2 sehr hilfreich.

Die Erstellung einer Richtlinie der Stadt Hamburg, ähnlich der Richtlinie „Energetische Anforderungen an den Neubau und die Sanierung von öffentlichen Gebäuden der Freien Hansestadt Bremen“ wäre das hierfür geeignete Instrument, um die die Zielwerte über die nächsten Jahre verbindlich festzulegen.

Für den öffentlichen Wohnungsbau könnten die Anforderungen an einen Standard gemäß KfW EH40 in die Förderbedingungen der IFB aufgenommen werden. Die Programme der IBF (Mod A und Mod B) müssten entsprechend angepasst werden.

- **Zielformulierungen**

Anforderungen für den Neubau öffentlicher Nichtwohngebäude - KfW EH 40 (alternativ Passivhausstandard)

Anforderungen für den Neubau geförderter Wohnungsbau: KfW EH40 Standard

Anforderungen für den Bestand: Sanierung auf KfW EH55 Standard und Erhöhung der Sanierungsrate auf 3 % p. a.

Alternativ: Anforderungen an CO_2-Kennwert für den Neubau - Grenzwert 3kg/m²a (technologieoffen)

~ kann eingehalten werden durch bspw. einen spezifischen Endenergiekennwert QE von 33 kWh/m²a und einer Versorgungslösung mit einem CO_2-Faktor von ca. 90g/kWh (nur möglich, wenn z. B. Warmwasser solar erzeugt wird – also bilanziell ohne Warmwasser) oder QE 43 kWh/m²a bei 70gCO_2/kWh (inkl. Warmwasser).

- **Wichtige Schritte zur Umsetzung**

Um die Vorbildfunktion der Stadt glaubhaft darzustellen und damit auch eine Hebelfunktion auszulösen, ist es wichtig, dass der politische Wille auf höchster politischer Ebene formuliert wird, um öffentliche Wohnungsbaugesellschaften und die verantwortlichen Stellen für die öffentlichen Nichtwohngebäude energiewirtschaftlich zu steuern. Darüber können Vorgaben für öffentliche Gebäude machen werden (Ambitionsniveau und Sanierungsrate von 3%). Eine Möglichkeit wäre es die „Leitkriterien für die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude“ (Drucksache in Abstimmung) weiterzuentwickeln und mit der Implementierung im Klimaplan Kriterien verbindlich festzulegen.

Derzeit sind keine Finanzmittel für eine Umsetzung erhöhter Anforderungen an öffentliche Gebäude vorgesehen. Zudem hat die FHH durch das Vermieter-Mieter-Modell nur wenig Einfluss auf die Entwicklung öffentlicher Gebäude. Daher ist das entsprechende Steuerungsmodell so anzupassen, dass die fachlich zuständige Behörde die energetischen Anforderungen an öffentliche Gebäude wirksam steuern und umsetzen kann.

Für eine Finanzierung von Sanierungsmaßnahmen des öffentlichen Wohnungsbaus, wäre z. B. die Möglichkeit zu prüfen, Gewinnerwartungen abzusenken und die dadurch verfügbaren Mittel in umfassende Sanierungsmaßnahmen zu investieren. Weitere Finanzmittel könnten beispielsweise über einen Klimafond bereitgestellt werden, der über Intracting[34] gespeist wird.

- **Klimawirksame Einsparungen (CO_2)**

Die Einsparwirkung (ohne Wechselwirkung) der Maßnahmen für öffentliche Gebäude beläuft sich auf ca. 130 tausend t pro Jahr (SAGA) und ca. 67 tausend t/a (Einzeleffekte) für die Sanierung der öffentlichen Nichtwohngebäude

[34] verwaltungsinternes Contracting

(Einsparung von 21 kgCO_2/m² SAGA Bestand, 25 kgCO_2/m² öff. Nichtwohngebäude und 15kg/m² SAGA Neubau besserer Standard)

- **Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten**

Die Effekte der anderen Handlungsfelder wie Dekarbonisierung der Fernwärme und die Anforderungen der Nutzungspflicht für Erneuerbare Wärme wirken sich auch auf die öffentlichen Gebäude aus. Die formulierten Anforderungen können nur im Zusammenhang mit der Umsetzung der anderen Instrumente realisiert werden.

5.1.7 Handlungsfeld 5: Neue Wärmenetze und Einsatz erneuerbarer Energien

Das Handlungsfeld 5 ergänzt die Handlungsfelder 1 und 2 um das Thema Ausbau bzw. Erweiterung von Wärmenetzen in beiden Siedlungszonen. In der urbanen Zone gibt es eine Erweiterungszone um das bestehende Fernwärmenetz herum. Auch die dezentrale Zone weist ein etwa ebenso hohes Potential für den weiteren Ausbau von Wärmenetzen auf.

Die Wärmedichte im Quartier ermöglicht Rückschlüsse auf die Eignung einer urbanen Struktur zur Anbindung an Wärmenetze:

- Wärmedichte ≥ 30 GWh/ km² ≤ 50 GWh/km² - Eignung Wärmenetze, BHKW
- Wärmedichte ≥ 50 GWh/ km² - Eignung große Wärmenetze, BHKW[35]

Basierend auf einer eigenen Auswertung von GIS-Daten aus dem Wärmekataster kann das aktuelle Potential für einen weiteren Wärmenetzbau (Netzerweiterung oder neue Inselnetze) wie folgt abgeschätzt werden:

	Wärmedichte unter 15 kwh/sqm	Wärmedichte 15-30 kwh/sqm	Wärmedichte 30-50kwh / sqm	Wärmedichte 50-80 kwh/sqm	Wärmedichte über 80 kwh/sqm
Nutzfläche	12774739	23498054	20042195	12766923	13631018
Anteil an Gesamtnutzfläche HH	7.28%	13.39%	11.42%	7.27%	7.77%

Tabelle 12: Flächenanteile Wärmedichte-Bereiche in Hamburg

* Nutzfläche von Baublöcken ohne bestehende Fernwärme

Die folgende Karte zeigt die Gebiete in Hamburg, die an die Fernwärme angeschlossen sind sowie Gebiete, die bisher nicht angeschlossen sind und eine bestimmte Wärmedichte aufweisen.

[35] AUFBAU VON WÄRMENETZEN – PRAXISLEITFADEN, Stadt Frankfurt

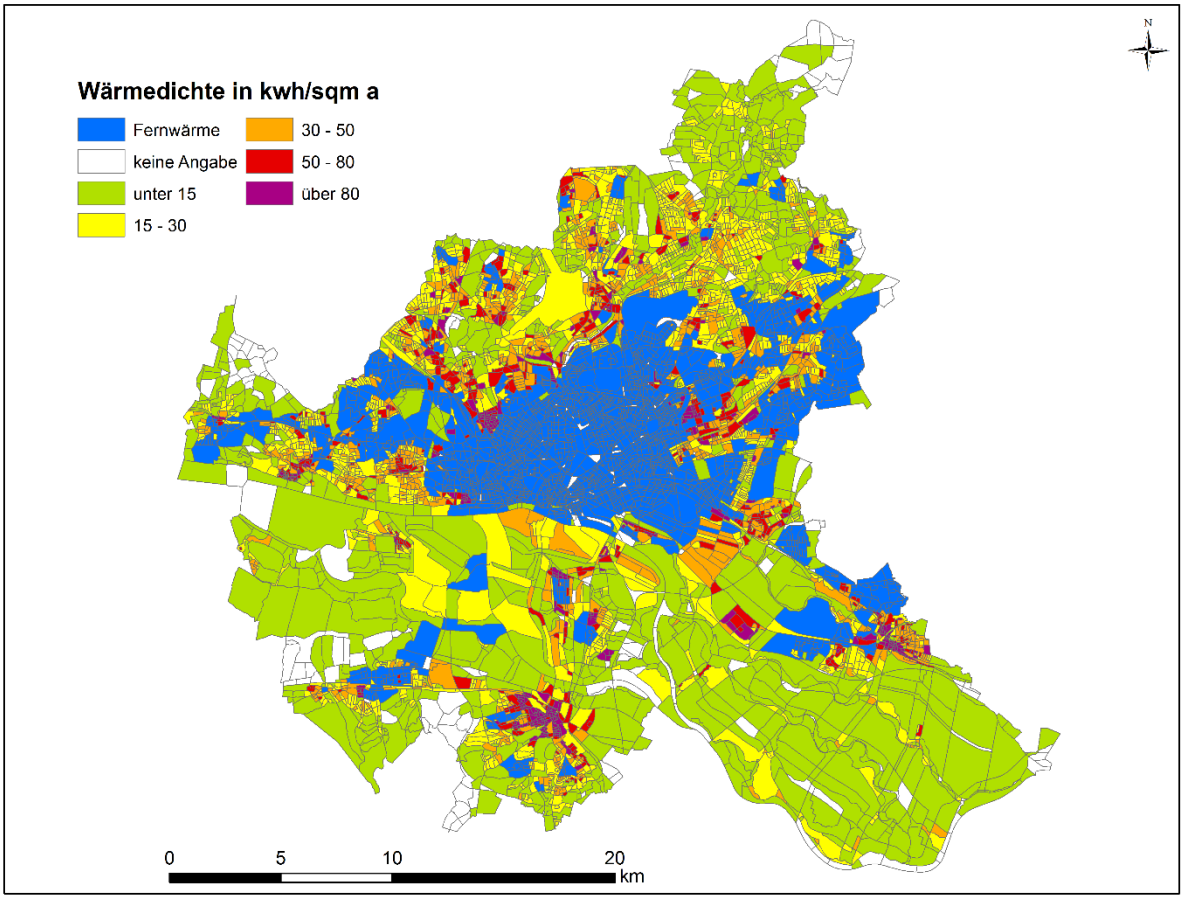


Abbildung 63: Wärmedichten in Hamburg (eigene Auswertung)

Mit einem Anteil von 26 % (Wärmedichte > 30kWh/m² bezogen auf die Grundfläche Baublock) an der gesamten Gebäude-Nutzfläche ist das Potential für weitere Wärmenetze in Hamburg relativ hoch. Die Abnahme der Wärmedichte durch Sanierungen wird häufig kompensiert durch städtebauliche Nachverdichtung in vielen Quartieren, die sich aus der Situation einer wachsenden Stadt ergibt. Wesentlich für eine wirtschaftliche Umsetzung von Wärmenetzen ist zudem das Erreichen einer hohen Anschlussdichte (z. B. aus der Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien im Bestand und ggf. einer Anschlussförderung für Wärmenetze – Handlungsfeld 2).

Um die Erweiterung bestehender Wärmenetze und den Bau neuer Netze zu unterstützen, müssen zudem verstärkt Anreize für öffentliche oder private Investoren und Betreiber geschaffen werden. Der Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz in Baden-Württemberg verweist auf mangelnde Akzeptanz (z. B. wegen Abhängigkeit vom Versorger) einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung und fordert verstärkte Öffentlichkeitsarbeit und gezielte Unterstützung von Kommunen für die Umsetzung von Nahwärmekonzepten. Auch müssten die politischen Rahmenbedingungen langfristig verlässlich sein, um die Akzeptanz zu erhöhen.

Der Verband kommunaler Unternehmen (VKU) sowie einige Gasversorger in Baden-Württemberg regen im Rahmen einer Befragung zur Erneuerbaren Nutzungspflicht eine stärkere Förderung über Steuern, Abschreibungen oder direkte Zuschüsse etc. an, um die Rahmenbedingungen für Wärmenetze zu verbessern. Es wird daher eine verstärkte Förderung zur Errichtung von Wärmenetzen vorgeschlagen, die den Anforderungen des EEWärmeG für Neubau und Bestand genügen (entsprechende Anteile Erneuerbare Energien).

- Instrumente zur Umsetzung

Folgende Instrumente und Maßnahmen könnten für das Handlungsfeld 5 ergänzt werden:

- IFB-Förderung für den Bau von Wärmenetzen mit 50 % KWK oder min. 15 % Erneuerbarer Wärmeerzeugung oder 50 % Abwärme inkl. Speicher
- Unterstützung vielfältiger Betreibermodelle (Contracting, Intracting, Erzeugergenossenschaften)
- Kommunale Wärmeplanung zur Ausweisung von geeigneten Gebieten
- Zusätzlich könnte die Gründung einer städtischen Gesellschaft für Wärmenetze eine Möglichkeit sein, den Ausbau bzw. Neubau von Wärmenetzen in Hamburg voranzutreiben
- Prüfung und Umsetzung von Kooperationsmodellen mit städtischen Gesellschaften (In der Praxis hat es sich bewährt, als Ausgangspunkt für den Aufbau von Wärmeinseln Großobjekte als „Ankerkunden“ zu nutzen. Kunden mit hohem Wärmebedarf, beispielsweise Schulen, Krankenhäuser oder große Mehrfamilienhäuser)
- Weitere Umsetzung von Anschluss- und Benutzungszwängen an Wärmenetze im Rahmen von Bebauungsplänen
- Quartiersbezogene Förderung zum Anschluss an Wärmenetze z. B. bei neu errichteten Wärmenetzen.

- Zielformulierungen

Basierend auf der Analyse der Wärmedichte und den daraus resultierenden Potentialen für Wärmenetze, wird von einem zusätzlichen Ausbau der Wärmenetze bzw. vom Bau neuer Wärmenetze von 20% der beheizten Fläche in Hamburg mit einem CO_2-Kennwert von im Mittel 90g/kWh bis 2050 ausgegangen. Auf der Grundlage einer Heizsystem-Austauschrate von jährlich 4 % und den gesetzten Anforderungen einer erneuerbaren Nutzungspflicht wird zusammen mit den o. g. Maßnahmen von einem kontinuierlichen Wärmenetzausbau ausgegangen.

- **Wichtige Schritte zur Umsetzung**

Insgesamt stellt der Ausbau der Wärmenetze in einer verdichteten Bebauungsstruktur, wie Hamburg sie aufweist, einen wesentlichen Baustein zum Erreichen der Klimaschutzziele dar. Die Planung neuer Wärmenetze ermöglicht zudem die Gestaltung der gesamten Systemkonfiguration (Größe des Netzes, Anzahl und Art der Erzeuger, Temperatur im Netz, Speicher). Damit können neue Netze klimafreundliche Bedingungen leichter erfüllen als es der Umbau bestehender Netze ermöglicht.

Die unter Handlungsfeld 1 ausgearbeiteten Schritte zur Umsetzung gelten analog. Zusätzlich ist für die Erschließung neuer Wärmenetze die technische und wirtschaftliche Machbarkeit auf Quartiersebene durch eine kommunale Wär-

meplanung zu analysieren und auf übergeordneter Ebene als priorisierte Gebiete auszuweisen (z.B. über Wärmedichten oder attraktive Wärmequellen). In einem weiteren Schritt müssen auch die Bezirke einbezogen werden, um eine Verstetigung der kommunalen Wärmeplanung zu erreichen.

Insgesamt sollten für den Bau neuer Netze finanzielle Anreize bereitgestellt werden um finanzielle Risiken der Betreiber abzufedern wie sie z. B. die Übergangszeiten zwischen Netzbau und Netzanschluss der bestehenden Gebäude darstellen.

Alle neuen Wärmenetze müssen in der finalen Ausbaustufe (nach einer Übergangszeit z.B. mit mobilen Lösungen) CO_2-Kennwerte bei der Erzeugung erreichen, die besser sind als der CO_2-Grenzwert von 100gCO_2/kWh, welcher sich aus den Vorgaben des Stufenplans für das Jahr 2050 ergibt (s. Handlungsfeld 1). Dabei sollten lokale Gegebenheiten und Optionen (z.B. Wärmequellen, Verlegekosten etc.) berücksichtigt werden.

- **Klimawirksame Einsparungen (CO_2)**

Bei einem zusätzlichen und kontinuierlichen Netzausbau für eine Versorgung von etwa 20% der Gebäudenutzflächen in 2050 mit einem mittleren CO_2-Faktor von 90gCO_2/kWh, würden sich Einsparungen (Einzelwirkung) von etwa 0,28 Mio. tCO_2/a gegenüber einer dezentralen Erzeugung mittels Erdgas erzielen lassen.

- **Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten**

Insbesondere die Effekte der Sanierung wirken sich sowohl auf die Wärmedichte im Quartier als auch auf die Effizienz der Erzeugung und damit auf die Eignung der Gebäude für eine entsprechende Energieversorgung aus. Für den Fernwärmeverbund sind die Auswirkungen der Sanierung aufgrund geringerer Abnahmemengen zunächst negativ. Es kann jedoch z. B. durch einen Anschlussbonus oder einen Anschluss- und Benutzungszwang die Anschlussquote erhöht und somit die Eignung für eine Fernwärmeanbindung gesichert werden. Auch wird durch die zusätzlichen Neubauflächen der „wachsenden Stadt“ eine räumliche Nachverdichtung erwirkt, die somit auch die Wärmedichte in den entsprechenden Quartieren erhöht.

Für die Nutzung dezentraler Erzeuger auf Basis erneuerbarer Energien (Biomassekessel, Wärmepumpe, Solarthermie) schafft die erhöhte Effizienz der Gebäude durch Sanierung erst die Voraussetzung.

5.1.8 Handlungsfeld 6: Besserer Neubaustandard

Das Handlungsfeld 6 zielt auf die Erhöhung des energetischen Neubaustandards durch die Novellierung der Hamburgischen Klimaschutzverordnung (KliSchVO) von 2007. Die Klimaschutzverordnung hat auch in 2007 bereits Standards die über den gesetzlichen Vorgaben der Energieeinsparversordnung (EnEV) lagen für Hamburg festgeschrieben. Mittlerweile haben sich die Anforderungen der EnEV erhöht und entsprechen nahezu denen durch die KliSchVO festgelegten Anforderungen für Hamburg. Aber selbst mit der letzten Verschärfung der EnEV-Anforderungen in 2016 wurden die geforderten U-Werte beim Neubau in Hamburg nicht erreicht. Eine Novellierung der KliSchVO ist für die Jahre 2021-2025 geplant. Die KliSchVO stellt ein Instrument dar, das verbindlich Anforderungen

an alle Gebäude regeln kann. Bedingung ist die Wirtschaftlichkeit der vorgeschriebenen Maßnahmen. Hierbei gilt es die Art der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu definieren, da die volkswirtschaftlichen Kosten, z. B. aus den Folgen des Klimawandels, häufig nicht berücksichtigt werden. Werden ausschließlich die Investitionskosten verglichen, steigen die Kosten mit besserem Standard.

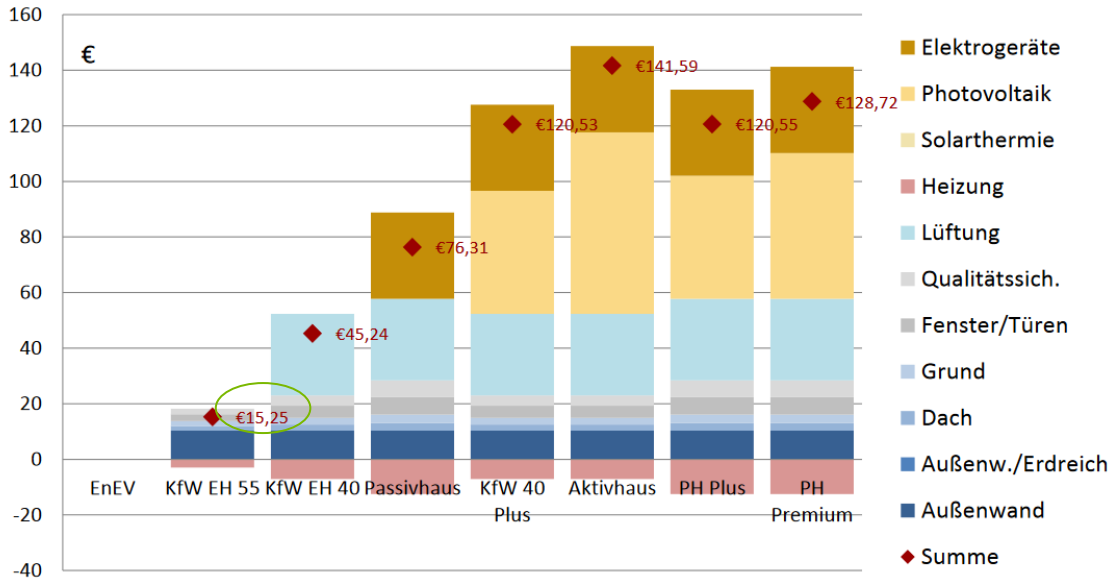


Abbildung 64: Mehrinvestitionen pro m² Wohnfläche am Beispiel eines Mehrfamilienhauses, Quelle: Lösungsansätze für wirtschaftliches Bauen 2020; Schulze Darup

Eine Möglichkeit, auch die volkswirtschaftlichen Kosten auf die Verursacher zurückzuführen, wäre die Belegung der CO_2-Emissionen mit Abgaben, auch in Bereichen, wie der Wärmeversorgung im Gebäudebereich, die derzeit nicht vom Emissionshandel abgedeckt werden.

- **Instrumente zur Umsetzung**

Um Lock-in Effekte zu vermeiden und die Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen, sollte durch die Novellierung der Klimaschutzverordnung für den Neubau (Wohnen und Nichtwohnen) die Vorgaben des KfW Effizienzhauses 40 festgeschrieben werden. Nur durch erhöhte Anforderungen, die sich auf alle Bereiche verteilen, können die Klimaschutzziele erreicht werden. Für die Qualität der Gebäudehülle bedeutet dies eine Erhöhung gegenüber dem aktuellen Neubaustandard (2016) um etwa 20 % (H'_T in % $H'_{T\ REF}$ = 55 % - Bezug EnEV 2014, d. h. die Anforderungen an die Gebäudehülle liegen derzeit bei 70% bezogen auf 2014 und würden durch den KfW40 Standard auf 55% erhöht). Und für die Primärenergieanforderungen eine Erhöhung gegenüber dem Neubaustandard um 35 % (Q_P in % $Q_{P\ REF}$ = 40 % - Bezug EnEV 2014, d. h. die Anforderungen an die Primärenergie liegen derzeit bei 75% bezogen auf 2014 und würden durch den KfW40 Standard auf 40% erhöht).

- **Zielformulierungen**

Umsetzung der Novellierung der Hamburger Klimaschutzverordnung innerhalb von 2 Jahren. Geltungsbereich: alle neu zu errichtenden Gebäude in Hamburg werden gemäß dem Standard des KfW Effizienzhaus 40 errichtet

- **Wichtige Schritte zur Umsetzung**

Die Novellierung der Klimaschutzverordnung in Hamburg könnte als Instrument dienen, Anforderungen zu setzen, die über den EnEV-Anforderungen liegen (z.B. KfW EH40 Standard) und die das Erreichen der Hamburger Klimaschutzziele ermöglichen. Die Notwendigkeit des Klimaschutzes legitimiert die erhöhten Standards. Eine Kostenreduktion beim Errichten neuer Gebäude kann z. B. auch durch Suffizienzmaßnahmen wie die Reduzierung von Flächen und flexible Nutzung erfolgen und muss nicht zwingend auf Kosten des Klimaschutzes erfolgen. Die Bundesarchitektenkammer empfiehlt hierzu folgendes: „Eine entsprechend ausgelegte finanzielle Förderung von intelligenten Wohnprojekten könnte Anreize für Flächen-Suffizienz setzen. Beim Wohnen gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, spezifische Flächenbedarfe zu senken: Eine Prämie, die im Fall eines Umzugs in eine kleinere Wohnung ausgezahlt wird, könnte Anreize für eine individuelle Senkung des Wohnflächenbedarfs setzen.[36]“

Möglich wäre auch die Einführung eines Quartiersansatzes für die Bilanzierung, zusammen mit einem verbindlichen CO_2-Grenzwert, als Alternative zu der aktuellen Bilanzierung auf Basis des gebäudescharfen Primärenergiebedarfs denkbar. Ein gemeinsamer Vorschlag von DGNB, BAK und GdW zum Referentenentwurf des GEG sieht folgende Möglichkeiten vor: „Für Quartierslösungen erlaubt die Öffnungsklausel [GEG] im Zusammenhang mit einer Entwicklungsplanung den Nachweis von Treibhausgasemissionen und einem noch zu benennenden Effizienzkriterium entsprechend einer langfristigen Zieldefinition, z.B. der Energieeffizienzstrategie Gebäude[37].“

Auch in diesem Handlungsfeld muss der Weg zur Umsetzung eines erhöhten Neubaustandards von den politischen Entscheidungsträgern bereitet werden. Zusätzlich müssen solche Ziele im Vorfeld mit der Wohnungswirtschaft in Hamburg abgestimmt werden.

- **Klimawirksame Einsparungen (CO_2)**

Durch eine Verbesserung der Neubauqualität lassen sich aufgrund der bereits hohen Neubaustandards nur relativ geringe Einsparungen erzielen. Insgesamt lassen sich durch einen besseren Neubaustandard in Hamburg etwa 38 tausend t CO_2bis 2050 (Einzeleffekt) einsparen.

- **Wechselwirkungen mit anderen Instrumenten**

[36] Energiewende mit Architekten – Strategie der BAK für einen klimaneutralen Gebäudebestand, BAK 2018

[37] https://www.dgnb.de/de/aktuell/positionspapiere_stellungnahmen/Gemeinsamer-Vorschlag-zum-GEG/

Die Maßnahmen des Handlungsfeldes 6 erzielen ihre Wirkung insbesondere im Zusammenhang mit den Maßnahmen der Handlungsfelder 1, 2 und 3.

5.2 Zielszenario Novellierung Instrumente

Die Darstellung der Auswirkungen der vorgeschlagenen Instrumente spiegelt sich wider in einem ambitioniert realistischen Szenario, welches die verschiedenen Aspekte der Entwicklung, wie Anstieg der beheizten Flächen, Reduzierung des spezifischen Energiebedarfs durch Sanierung sowie die Dekarbonisierung der Energieerzeugung, miteinander verknüpft und über mehr als 30 Jahre darstellt. Bei der Berechnung durch das BEAM^2 Modell werden die Synergien und Effekte der einzelnen Maßnahmen berücksichtigt und es entsteht ein realistisches Szenario einer möglichen Entwicklung.

5.2.1 Ergebnisse ambitioniertes Szenario je Siedlunsgzone

Basierend auf der aktuellen und zukünftigen Entwicklung am Wohnungsmarkt in Hamburg wurde entsprechend den Annahmen für das BAU-Szenario auch für das ambitionierte Szenario eine Zunahme der gesamten beheizten Fläche um ca. 14 Mio. m² bis 2050 angenommen. Dieser Wert entspricht den voraussichtlichen Kennzahlen für Neubau und Abriss in den nächsten Jahren in Hamburg[38]. Für die dezentrale Zone bedeutet das einen Flächenzuwachs von ca. 15 % bis 2050, und für die urbane Zone ca. 6 %.

[38] Neubaurate Wohnen: 1,16 % (2017); 1,15 % (2018); 1,14 % (2019); 1,13 % (2020); 1,12 % (2021); 1,11 % (2022); 1,10 % (2023-2024); 1,09 % (2025); 0,7 % (2026-2030); 0,6 % (2031-2050); Neubaurate Nichtwohnen: 0,48 % konstant; Abrissrate alle Gebäude: 0,13 % (2016); 0,2 % (2017-2019); 0,4 % (2020-2030); 0,3 % (2031-2050)

Abbildung 65: Gebäudeflächenanteile je Baualtersklasse - Dezentrale Zone

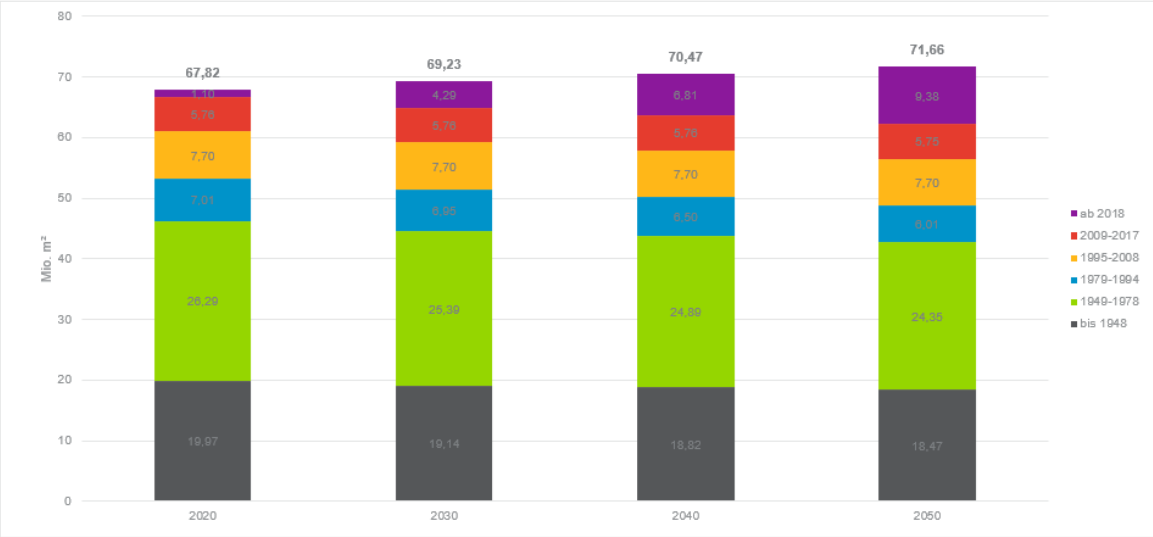


Abbildung 66: Gebäudeflächenanteile je Baualtersklasse – Urbane Zone

Dezentrale und urbane Zone zeigen eine unterschiedliche Flächenentwicklung, basierend auf der Annahme, dass es in der dezentralen Zone mehr Zubau aufgrund der Flächenverfügbarkeit geben kann

Die Entwicklung der Energieträger-Anteile stellt sich im ambitioniert-realistischen Szenario für die dezentrale Zone wie folgt dar:

Da die Fernwärme als leitungsgebundenem Wärmeversorgungssystem gegenüber dezentralen Versorgungslösungen bestimmten Restriktionen in Bezug auf die Ausbaumöglichkeiten unterliegt, wurde für die Entwicklung der mit Fernwärme beheizten Flächen eine Abschätzung des Ausbau- und Nachverdichtungspotentials vorgenommen. Dabei wurde für die dezentrale Zone mit einer aktuellen Fernwärmeversorgung von ca. 10 % der beheizten Flächen (5.890.747m²), ein zusätzliches Ausbaupotential für Nah- und Fernwärme - basierend auf der Analyse der Wärmedichten und Auswertung der Flächen mit über 30GWh/km² - von maximal 20% der beheizten Fläche der dezentralen Zone angenommen (s. Handlungsfeld 5: Neue Wärmenetze und Einsatz erneuerbarer Energien. Im Rahmen des ambitionierten Szenarios wurden daher der dezentralen Zone bis 2050 etwa 19% zusätzliche mit Fern- bzw. Nahwärme beheizte Flächen zugewiesen. Insgesamt werden im ambitionierten Szenario bis 2050 19.363.024 m² in der dezentralen Zone mit Fernwärme versorgt. Die weiteren Entwicklungen in Form von Energieerzeuger- und Energieträgerwechsel ergeben sich aus den Vorgaben der empfohlenen Nutzungspflicht für Erneuerbare Wärme im Bestand. Hierdurch findet ein regelmäßiger Austausch fossiler Energien bzw. ein Zubau erneuerbarer Energien statt.

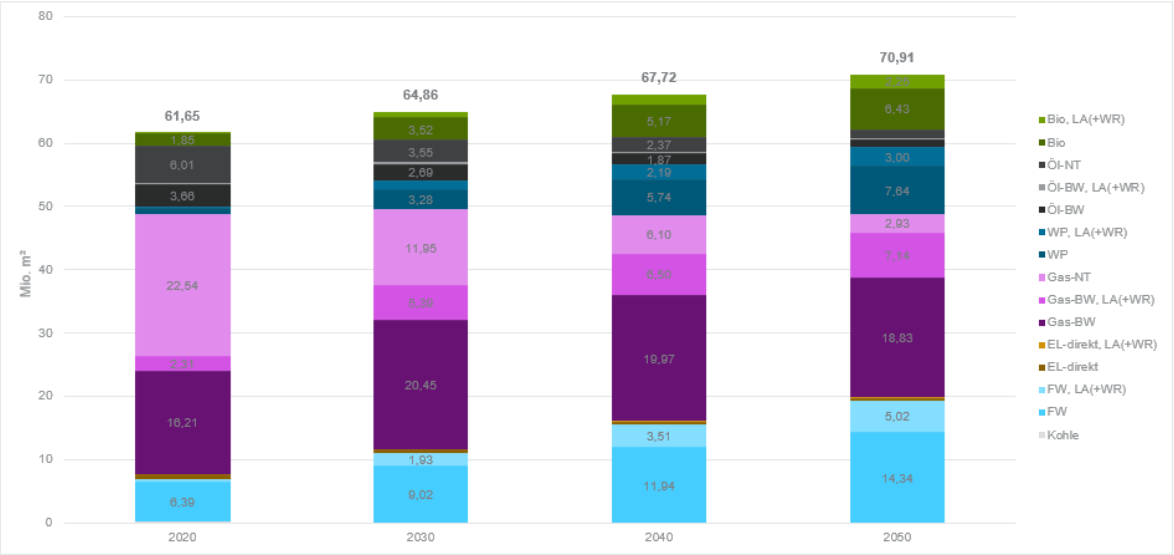


Abbildung 67: Entwicklung beheizte Fläche je Heizsystem – Dezentrale Zone

Da die Anschlussmöglichkeit an Fernwärme in dieser Zone begrenzt ist, findet ein wesentlicher Wechsel zu dezentraler Energieerzeugung in Form von Biomassekesseln oder Wärmepumpen statt (Bonus Kesseltausch). Auch die anteilige Nutzung (15 %) von Solarthermie oder Biogas in Kombination mit einem Gas- oder Ölkessel wird hierbei berücksichtigt, wobei die Endenergiebilanz um die solaren Anteile reduziert wurde. Auch die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe fließt in die spezifischen Endenergie-Kennwerte ein. D. h. die Anteile Umweltwärme werden in der Endenergiebilanz nicht abgebildet.

In Bezug auf die Entwicklung der für Raumwärme und Warmwasser benötigten Endenergie kann für die dezentrale Zone im ambitioniert-realistischen Szenario eine Einsparung von 34% in 2050 erreicht werden (von 8,1 auf 5,4 TWh/a). Das bedeutet eine durchschnittliche Reduzierung des spezifischen Endenergie-Kennwertes aller Gebäude

(inkl. Zubau) um 56kWh/m²; von 131 auf 76 kWh/m². Die Reduzierung lässt sich also nicht nur auf Sanierungsmaßnahmen, sondern auch auf den hohen Anteil an neuen Gebäuden mit einem hohen energetischen Standard zurückführen.

Endenergie Kennwerte	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Kranken-haus	Hotel	Gesamt
Spez 2020	154	143	123	116	97	131	111	106	105	107	225	142	131
Spez 2050	76	78	78	72	68	78	77	63	75	71	130	81	76
Einspar spez	78	65	46	44	29	54	33	42	30	36	94	61	56

Abbildung 68: Spezifische Endenergiekennwerte in kWh/m²je Gebäudetyp in 2020 und 2050 – dezentrale Zone

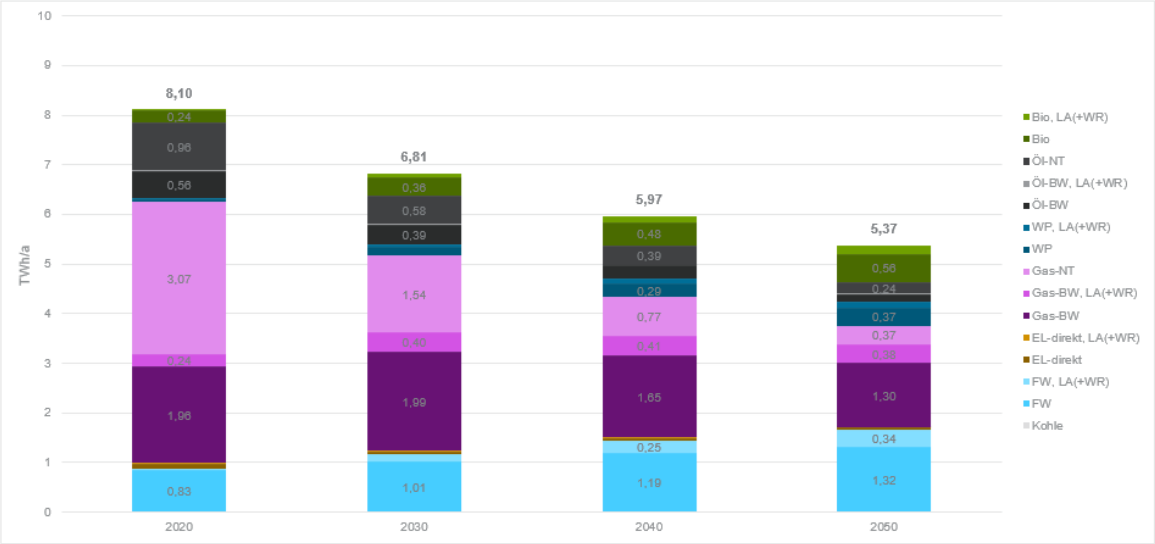


Abbildung 69: Entwicklung Endenergiebedarf je Heizsystem – Dezentrale Zone

In der dezentralen Zone zeigt sich ein deutlicher Zuwachs im Bereich Wärmepumpen, Biomasse und Fernwärme, wohingegen der Anteil an Gasheizungen stark abnimmt, als Wirkung der Erneuerbaren Nutzungspflicht

Die Entwicklung der Energieträger-Anteile stellt sich im ambitioniert-realistischen Szenario für die urbane Zone wie folgt dar:

In der urbanen Zone mit einer aktuellen Fernwärmeversorgung von ca. 39 % der beheizten Flächen (26.389.168m²), gibt es ein Ausbaupotential von 20% für neue Wärmenetze oder für Erweiterungen des bestehenden Fernwärmenetzes sowie ein Nachverdichtungspotential der aktuellen Fernwärmenetze[39] von weiteren 20 % der beheizten Fläche der urbanen Zone (s. Handlungsfeld 5: Neue Wärmenetze und Einsatz erneuerbarer Energien). D.h. es gibt ein Gesamtpotential von insgesamt 40%. Im Rahmen des ambitionierten Szenarios wurden der urbanen Zone bis 2050 daher etwa 35 % zusätzliche mit Fern- bzw. Nahwärme beheizte Flächen (23.607.605 m²) zugewiesen. Insgesamt besteht das Ziel, die urbane, innerstädtische Zone zu ca. 75 % mit einer dekarbonisierten Fernwärme zu versorgen.

Abbildung 70: Entwicklung beheizte Fläche je Heizsystem – Urbane Zone

In Bezug auf die Entwicklung der für Raumwärme und Warmwasser benötigten Endenergie kann für die urbane Zone im Zielszenario eine Einsparung von 19 % in 2050 erreicht werden. Das bedeutet eine durchschnittliche Reduzierung des spezifischen Endenergie-Kennwertes aller Gebäude (inkl. Zubau) um 32kWh/m²a; von 135 auf 103 kWh/m²a. Die geringere spezifische Einsparung in der urbanen Zone - gegenüber der dezentralen Zone - hängt mit dem im Szenario angenommenen, geringeren Zubau bis 2050 in der bereits stark verdichteten Zone ab.

[39]Quellen:
eigene GIS basierte Analysen der Wärmedichte und des Nachverdichtungspotentials
HCU/BUE Analysen basierend auf dem Wärmekataster

Endenergie Kennwerte	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Kranken-haus	Hotel	Gesamt
Spez 2020	149	148	125	137	116	136	128	118	107	107	229	146	135
Spez 2050	98	107	96	111	89	101	104	88	84	83	169	114	103
Einspar spez	51	41	29	25	27	35	24	30	23	24	60	32	32

Abbildung 71: Spezifische Endenergiekennwerte in kWh/m²je Gebäudetyp in 2020 und 2050 – urbane Zone

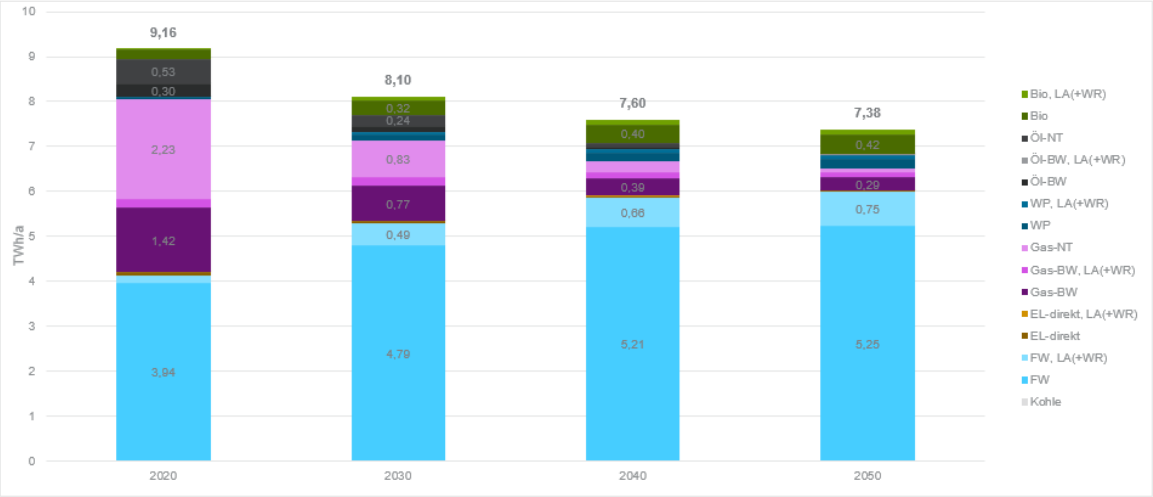


Abbildung 72: Entwicklung Endenergiebedarf je Heizsystem – Urbane Zone

In der urbanen Zone zeigt sich der durch die vorgeschlagenen Instrumente der Handlungsfelder 1, 2 und 5 ausgelöste Wechsel zu einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung, basierend auf zusätzlichen Anschlüssen an die bestehenden Netze sowie den Zubau neuer Wärmenetze.

Die Unterschiede bei der spezifischen Endenergieentwicklung für die beiden Zonen liegen in der Annahme begründet, dass die innerstädtische urbane Zone weniger Abriss- und Neubaupotential aufweist, als die dezentrale Zone. Der Einspar-Effekt durch den Abriss alter Gebäude (QE >139 kWh/m²a) und Neubau (QE 55 kWh/m²a) und ggf. auch Nachverdichtung (Abriss von Einfamilienhäusern und Neubau von Mehrfamilienhäusern) in der dezentralen Zone kommt hierbei besonders deutlich zum Tragen. Auch wurden bei der Endenergie nur die Primärenergie- und CO_2- relevanten Anteile berücksichtigt (komplett erneuerbare Anteile wurden vom spezifischen Endenergiebedarf abgezogen – solare Wärme und Umweltwärme).

Entsprechend der Endenergieentwicklung sinken auch die CO_2-Emissionen in der dezentralen Zone deutlich – um 1,05 Mt pro Jahr. Dabei wird der größte Anteil der CO_2-Emissionen von den verbleibenden fossilen Energieträgern Gas und Öl verursacht.

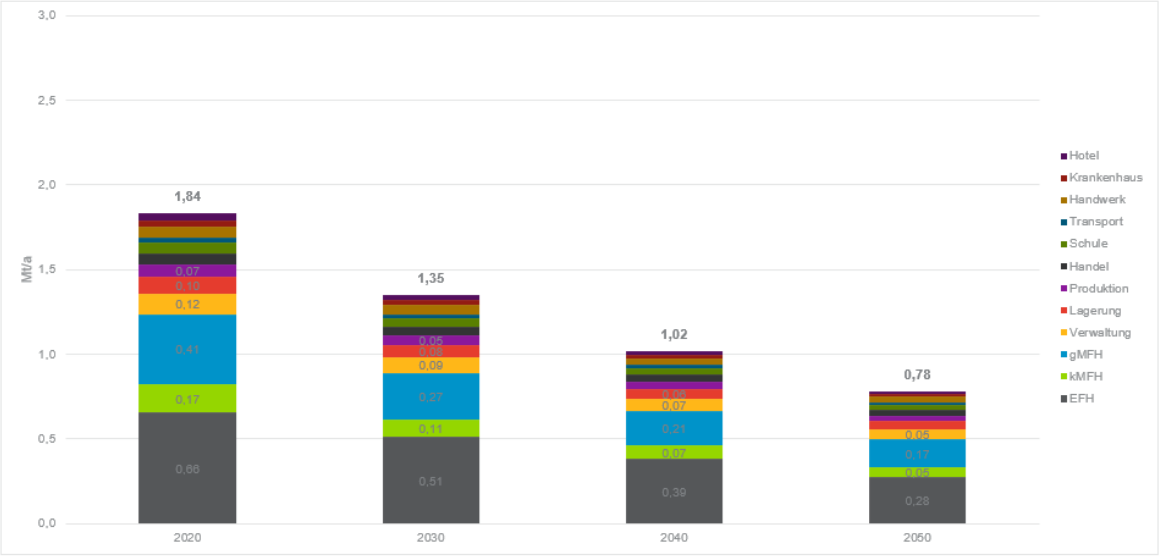


Abbildung 73: Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp – Dezentrale Zone

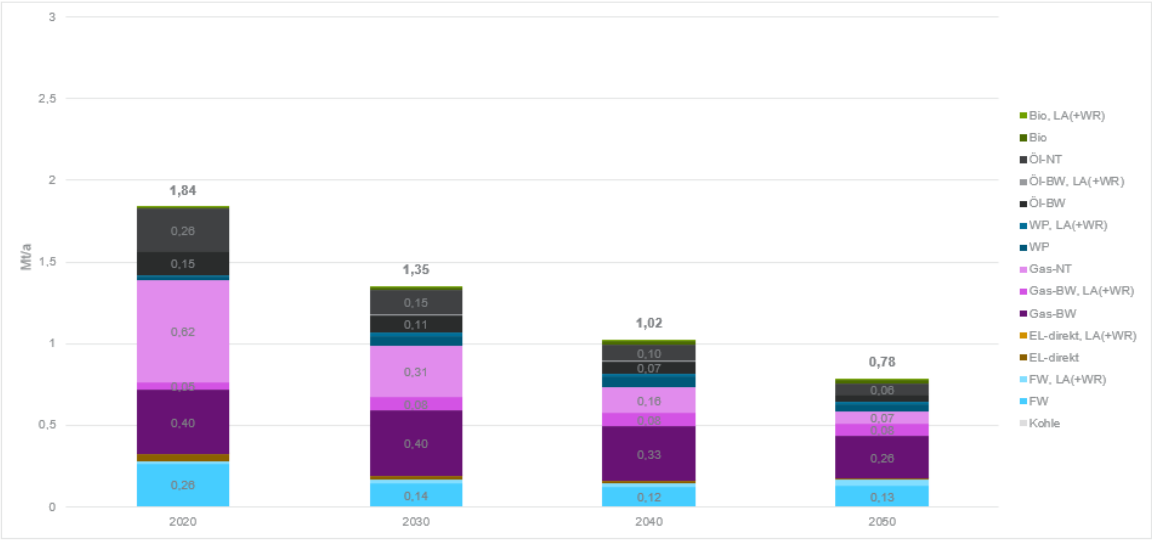


Abbildung 74: Entwicklung CO_2-Emissionen je Heizsystem – Dezentrale Zone

Durch die vorgeschlagenen Instrumente können die CO_2-Emissionen in der dezentralen Zone von 1,84 auf 0,78 Mt/a d.h. um 58% reduziert werden.

In der urbanen Zone ist neben der Einsparung durch Sanierung sowie Neubau und Abriss die Reduktion der fossilen Anteile bei der Fernwärmeerzeugung für den starken Rückgang der CO_2-Emissionen verantwortlich. Insbesondere der Sprung zwischen 2020 und 2030 kann hierauf zurückgeführt werden. Auch die relativ hohen Ausgangwerte mit

2,36 Mt/a entstehen durch die aktuelle, überwiegend kohlebasierte Fernwärmeerzeugung. Insgesamt kann in der urbanen Zone eine Reduktion der CO_2-Emissionen um 1,59 Mt/a erreicht werden.

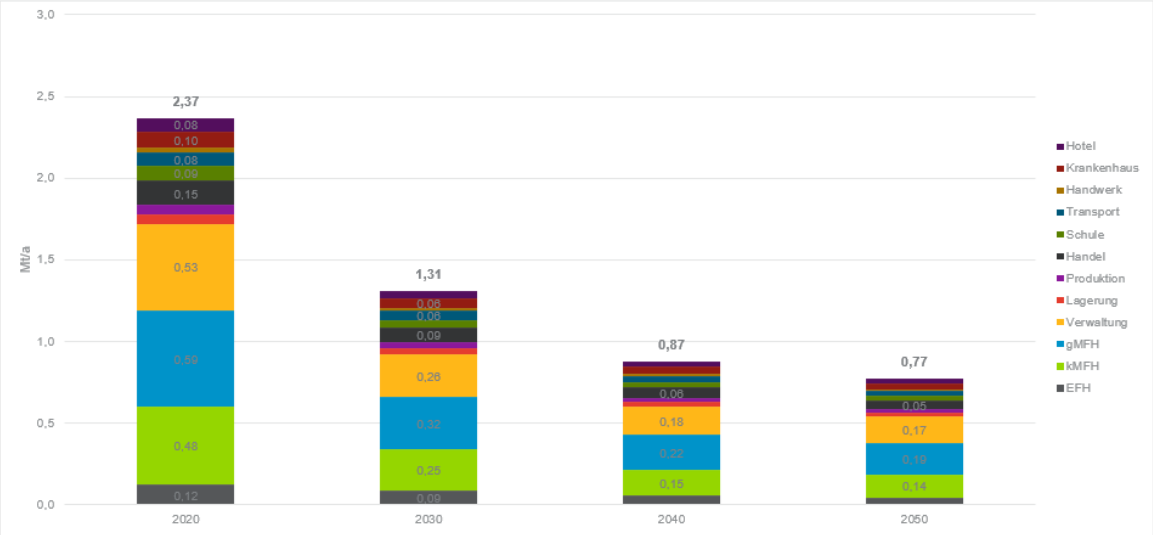


Abbildung 75: Entwicklung CO_2-Emissionen je Gebäudetyp – Urbane Zone

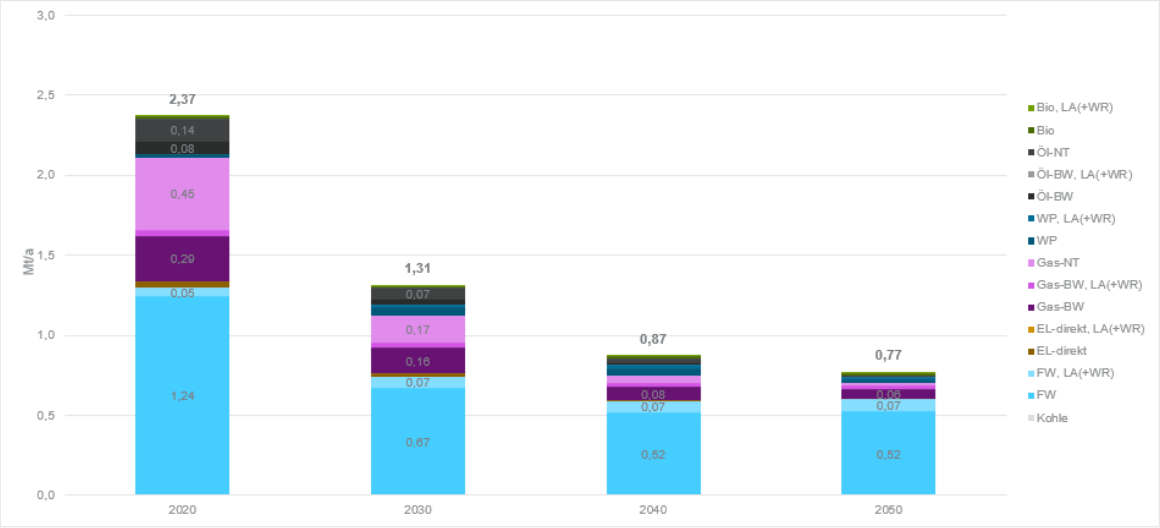


Abbildung 76: CO_2-Emissionen je Heizsystem – Urbane Zone

Durch die vorgeschlagenen Instrumente können die CO_2-Emissionen in der urbanen Zone von 2,37 auf 0,77 Mt/a d.h. um 68% reduziert werden.

5.2.2 Gegenüberstellung Ergebnisse Szenarien Gesamtstadt

Die Flächenentwicklung wurde für die beiden Szenarien gleich angenommen, da die Instrumente zur Umsetzung der Klimaschutzziele keinen Einfluss auf die Entwicklungen der Bautätigkeit haben. Insgesamt werden durch die verstärkten Neubauaktivitäten besonders im Wohnungsbau die alten Gebäude durch neue ausgetauscht. Dieser Effekt hat jedoch durch die verschiedenen Energieverbräuche bei Neubau und Bestand einen starken Einfluss auf die Endenergie- und CO_2-Bilanz in Hamburg.

Abbildung 77: Flächenentwicklung je Baualtersklasse – Gesamtstadt

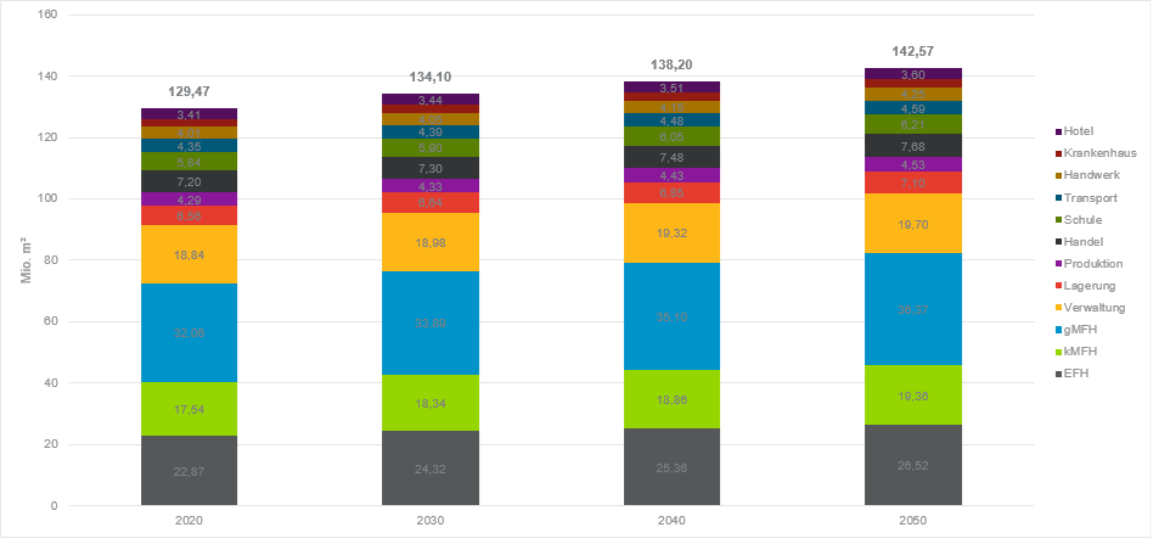


Abbildung 78: Flächenentwicklung je Gebäudetyp – Gesamtstadt

In Bezug auf die Entwicklung der für Raumwärme und Warmwasser benötigten Endenergie kann für ganz Hamburg im Zielszenario eine Einsparung von 26 % in 2050 erreicht werden. Das bedeutet eine durchschnittliche Reduzierung des spezifischen Endenergie-Kennwertes aller Gebäude um 44kWh/m²a. Die Wohngebäude erfahren dabei eine höhere Einsparung im Mittel (von 139 kWh/m²a auf 87 kWh/m²a) gegenüber den Nichtwohngebäuden (von 126 kWh/m²a auf 92 kWh/m²a). Gegenüber dem BAU-Szenario sind bei dem ambitionierten Szenario die erhöhte Sanierungsrate, die besseren Neubau- und Sanierungsqualitäten sowie der Ersatz fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energien ausschlaggebend.

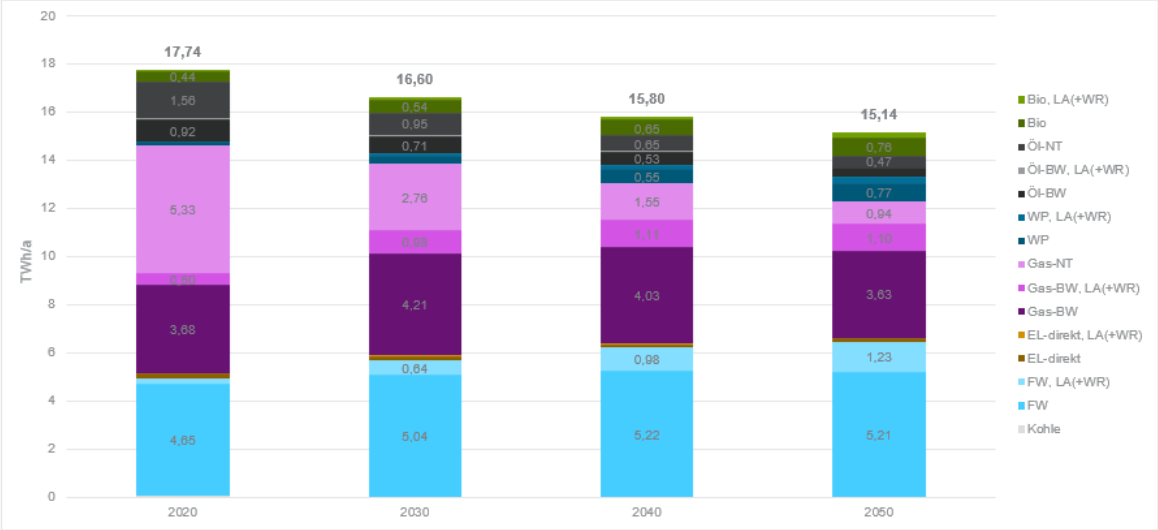


Abbildung 79: Entwicklung Endenergie BAU Szenario – Gesamtstadt

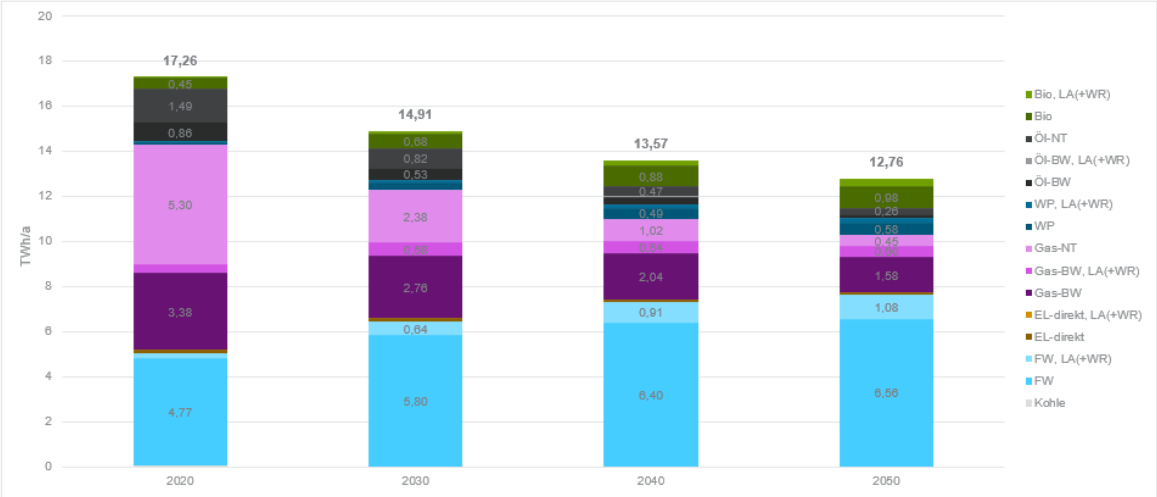


Abbildung 80: Entwicklung Endenergie ZE Szenario – Gesamtstadt

Durch die vorgeschlagenen Instrumente können Endenergieeinsparungen von 26% erreicht werden. Gegenüber Einsparungen von 15% durch das BAU-Szenario (2020-2050)

Ein ähnliches Bild weisen die Szenarien für die Entwicklung der Primärenergie auf. Die Reduktion des Gasverbrauchs insgesamt durch die o. g. Instrumente sowie die Reduktion des Primärenergiefaktors der Fernwärme stellen die wesentlichen Auslöser für die Reduktion im ambitionierten Szenario dar

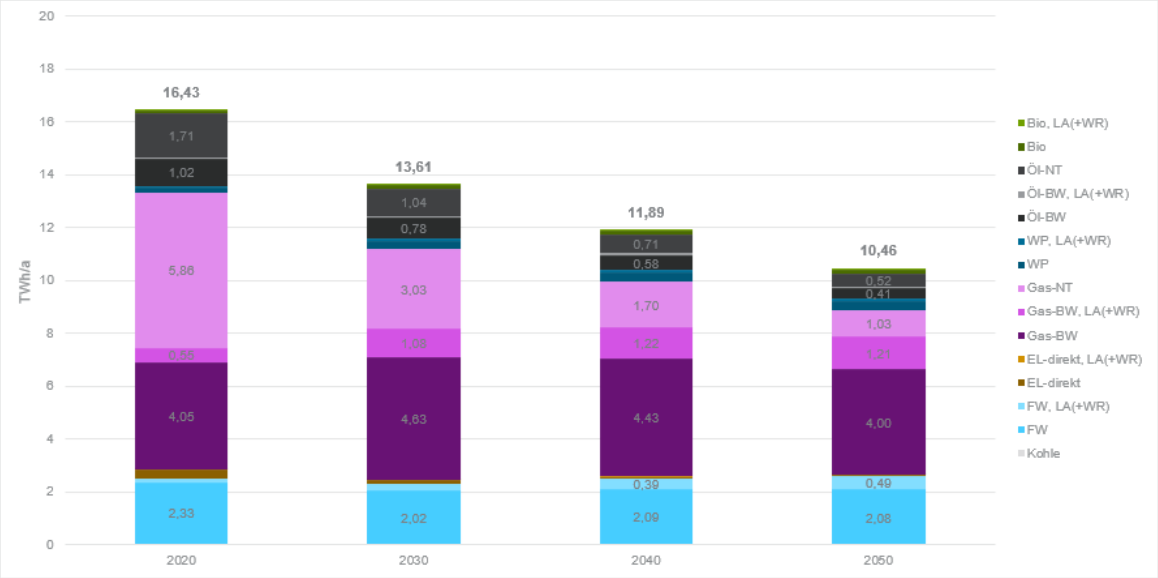


Abbildung 81: Entwicklung Primärenergie BAU Szenario – Gesamtstadt

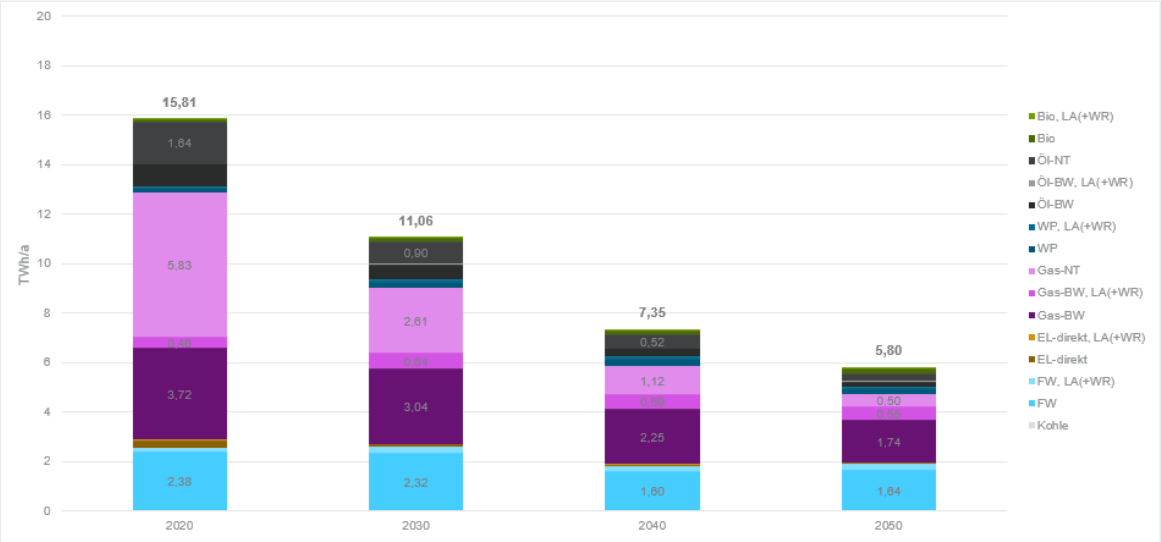


Abbildung 82: Entwicklung Primärenergie ZE Szenario – Gesamtstadt

Durch die vorgeschlagenen Instrumente können Primärenergieeinsparungen von 63% erreicht werden. Gegenüber Einsparungen von 36% durch das BAU-Szenario (2020-2050)

Für die CO_2-Emissionen aus Raumwärme- und Warmwassererzeugung können gegenüber dem Zustand in 2015 von 4,23 Mt/a (Energiebilanz 2015) bis 2050 Einsparungen von 1,54 Mt/a durch das Business-as-usual Szenario und 2,68 Mt/a durch das ambitionierte Szenario realisiert werden. Das sind Einsparungen um 36 % bzw. 63 % gegenüber dem Jahr 2015.

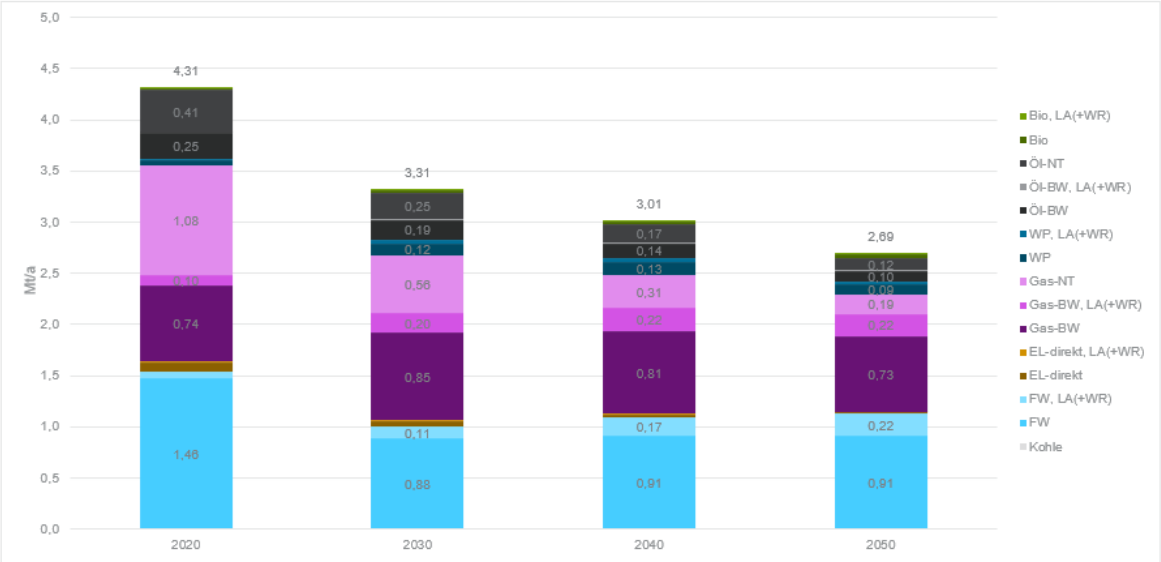


Abbildung 83: Entwicklung CO_2-Emissionen BAU Szenario – Gesamtstadt

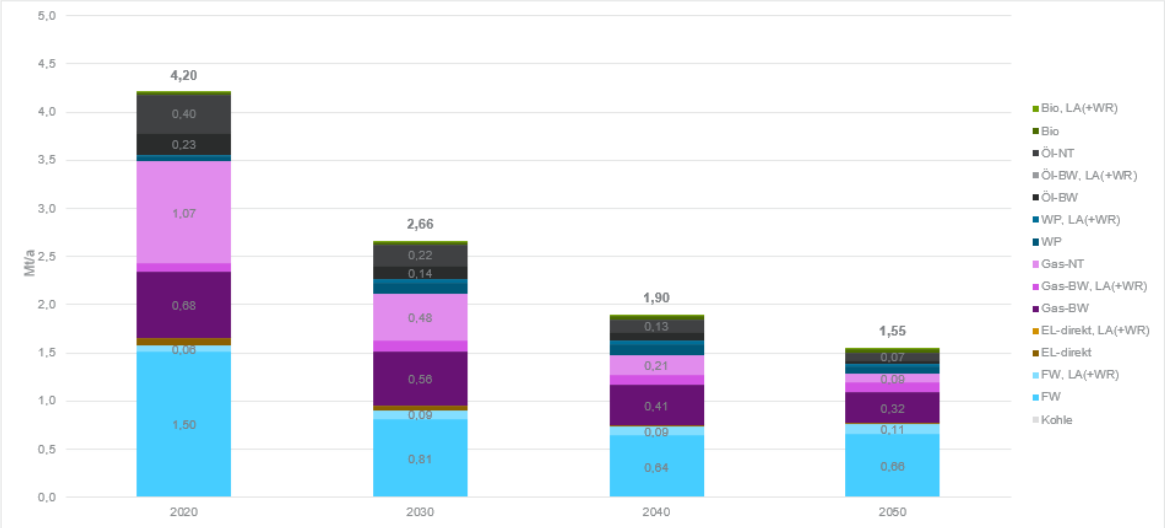


Abbildung 84: Entwicklung CO_2-Emissionen ZE Szenario – Gesamtstadt

Durch die vorgeschlagenen Instrumente kann eine CO_2-Reduktion von 63% erreicht werden. Gegenüber einer CO_2-Reduktion von 38% durch das BAU-Szenario (2020-2050)

Um die Entfernung der Zielwerte in 2050 von den Hamburger Klimaschutzzielen (-80% CO_2 im Zeitraum von 1990 bis 2050) zu bewerten, müssen die Ergebnisse der Szenarien festen Zielwerten für den Bereich Raumwärme und Warmwasser in Hamburg gegenübergestellt werden.

Da weder im Hamburger Klimaplan noch anderweitig für Hamburg Zielkennwerte für den Bereich Raumwärme und Warmwasser für die Jahre 2030 oder 2050 verfügbar waren, mussten zunächst eigene Annahmen für diese Kennwerte getroffen werden.

Mithilfe einer Umrechnung der Zielwerte der Effizienzstrategie Gebäude [ESG] des Bundes über einen Flächenschlüssel für Hamburg, konnten vergleichbare Werte für Hamburg für ein Referenzszenario und ein Zielerreichungsszenario errechnet werden. Die angepassten Kennwerte der ESG für Hamburg konnten durch das BAU Szenario erreicht werden (Ziel Referenzszenario ESG für Hamburg: 2,74Mt/a; BAU-Szenario Hamburg 2,69Mt/a).

Für das ambitionierte Szenario im Vergleich mit dem Zielerreichungsszenario des Bundes (ESG - Erneuerbare Energien Szenario) müsste für Hamburg ein Wert von 1,37Mt/CO_2 pro Jahr erreicht werden. Dieses Ziel wird jedoch knapp verfehlt.

Das ambitionierte Szenario basiert auf der Umsetzung der Instrumente in den 6 beschriebenen Handlungsfeldern und erreicht einen CO2-Ausstoß im Jahr 2050 von 1,55 Mt/a.

Im Jahr 2030 werden CO_2-Emissionen von 2,66 Mt/a und im Jahr 2040 von 1,89 Mt/a erreicht.

Die Ziele der ESG für den Bund beruhen auf der Grundlage einer 80%-Einsparung der CO_2-Emissionen gegenüber 1990. Die Zielwerte, die dem Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 entsprechen und welche global umgesetzt die Klimaerwärmung auf max. 1,5°C beschränken würden, müssten noch einmal um min. die Hälfte reduziert werden (90-95% Einsparung gegenüber 1990); auf ca. 0,68Mt/a in 2050. Dieses Ziel zu erreichen erscheint gegenüber dem ESG-Ziel noch deutlich ambitionierter und bedürfte noch rigoroserer Transformationspfade, als die bereits vorgeschlagenen. Einige Kommunen in Deutschland haben sich auf diesen Weg begeben und versuchen im Rahmen des NKI-Förderprogramms „Masterplan 100% Klimaschutz“[40] dieses Ziel zu erreichen.

[40] https://www.klimaschutz.de/foerderung/masterplan-100-klimaschutz

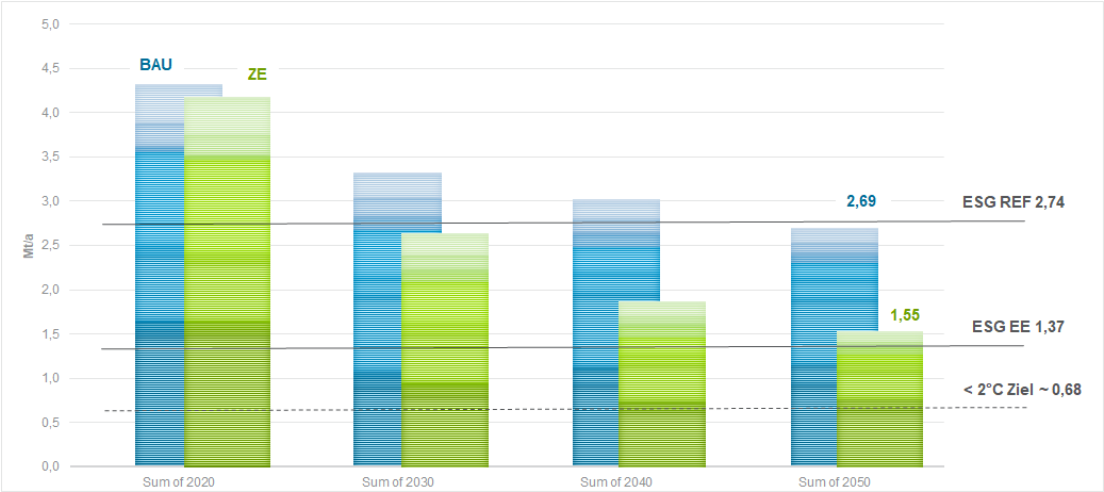


Abbildung 85: Entwicklung CO_2-Emissionen - Szenarienvergleich und Zielerreichung

6 Fazit

Die beiden Szenarien des Gutachtens stellen sowohl den aktuellen Trend der Entwicklungen (BAU Szenario) als auch die Möglichkeiten der Zielerreichung (ambitioniertes Szenario) dar. Obwohl unter dem Aspekt einer realistischen Perspektive, sind die in den 6 Handlungsfeldern der vorliegenden Wärmestrategie beschriebenen Maßnahmen geeignet, einen umfassenden Transformationsprozess in Hamburg anzustoßen und die gesetzten Ziele einer 80% CO_2-Reduktion gegenüber 1990 für den Bereich „Raumwärme und Warmwasser“ zu erreichen. Das ambitionierte Szenario bestätigt diese Annahme und zeigt die Entwicklung bis 2050, basierend auf einer Umsetzung der aufgezeigten Maßnahmen, die im Jahr 2020 beginnt.

Wesentlich für den Erfolg der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist das Zusammenspiel von „Fordern, Fördern, Informieren“. Denn wie die Praxis zeigt, bringen einzelne Maßnahmen (z. B. die Förderung von Sanierungsmaßnahmen) allein nicht den gewünschten Effekt, sondern nur die Verbindung aus effektiven Forderungen, die von entsprechenden Förderungen abgemildert oder weiter verstärkt werden, zusammen mit einer umfangreichen Informationspolitik, können zu den gewünschten Zielen führen. Auf die Ausgewogenheit und Sozialverträglichkeit ist dabei genauso zu achten, wie auf die Auswirkung auf Klima und Ressourcen und die langfristigen volkswirtschaftlichen Kosten des Klimawandels bei einem „weiter so“.

Insgesamt bedarf es für die Umsetzung der aufgezeigten Maßnahmen und Instrumente einer verwaltungsinternen Strategie (Agenda) sowie eines übergeordneten Projektmanagements (Beispiel Bottrop: Innovation City Management GmbH – bestehend aus eigenen Mitarbeitern sowie Mitarbeitern aus Stadt und Industrie, die das Gesamtprojekt sowie die inzwischen über 125 Einzelprojekte leiten. Die Gesellschaft versteht sich dabei als Plattform und Moderator, um alle Gruppen zusammenzubringen und neue Partnerschaften zu fördern[41]) und einer umfassenden Kooperation mit den für Hamburg relevanten Akteuren über viele Jahre, um diesen gewaltigen Umbauprozess zu bewältigen. Auch müsste die Umsetzung im Rahmen eines Monitorings kleinteilig nachgehalten, dokumentiert und evaluiert werden, damit die Entwicklung gezielt gesteuert und gegebenenfalls an geeigneter Stelle angepasst werden kann.

[41] http://www.icruhr.de/index.php?id=217

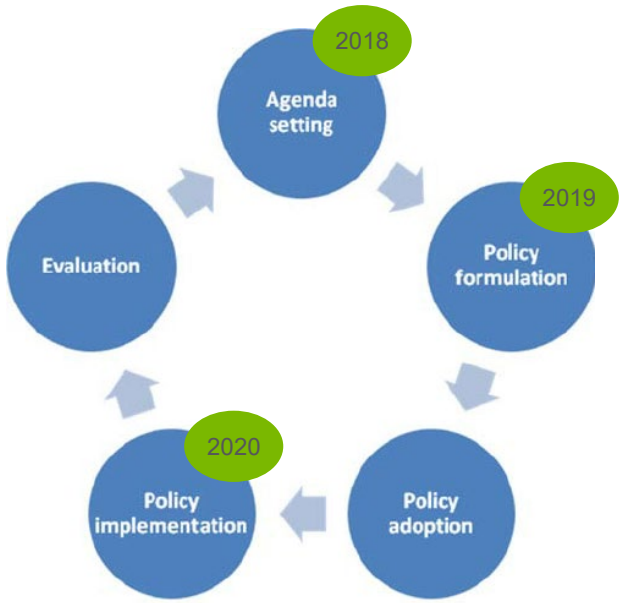


Abbildung 86: Policy Cycle, basierend auf Knill und Tolsun 2008

Aus Sicht des Gutachters werden sich im Laufe der Zeit bis 2050 neue Potenziale ergeben, die hier noch nicht berücksichtigt wurden (z. B. Effekte der Sektorkopplung, erweiterte Möglichkeiten von Speichertechnologien und power-to-gas). Diese neuen Optionen könnten die bereits aufgezeigten Maßnahmen ergänzen und somit die CO_2-Einsparung weiter erhöhen. Wenn die Instrumente entsprechend den dargestellten Handlungsempfehlungen umgesetzt würden, wäre ein klar erkennbarer Weg zur Zielerreichung eingeschlagen, so dass durch eine Feinjustierung während der Umsetzung das gesetzte Ziel erreichbar erscheint. Insgesamt dürfte jedoch keine weitere Zeit verstreichen, um den Transformationsprozess wie aufgezeigt zu beschreiten und die Umsetzung so schnell wie möglich zu beginnen.

7 Anhang

Gebäudeenergiekennwerte BAU Szenario

		Neubau vor 2025				Neubau nach 2025			
		KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix	KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix
	KfW Anteile	0,2	0,5	0,3	[kWh/m²a]	0,2	0,5	0,3	[kWh/m²a]
EFH_klein	Gas-BW	34,43	50,15	53,73	48,08	34,43	50,15	53,73	48,08
	Wärmepumpe	18,69	24,54	26,00	23,81	18,69	24,54	26,00	23,81
	Pellet	108,53	118,59	145,36	124,61	108,53	118,59	145,36	124,61
	Fernwärme	60,87	81,30	66,73	72,84	60,87	81,30	66,73	72,84
	KfW Anteile	0,2	0,5	0,3		0,2	0,5	0,3	
MFH_groß	Gas-BW	24,74	50,15	45,85	43,78	24,74	50,15	45,85	43,78
	Wärmepumpe	15,19	16,48	20,00	17,28	15,19	16,48	20,00	17,28
	Pellet	66,80	118,59	94,62	101,04	66,80	118,59	94,62	101,04
	Fernwärme	47,02	87,55	63,19	72,14	47,02	87,55	63,19	72,14
	KfW Anteile	0	0,2	0,8		0,1	0,3	0,6	
NWG_nicht_öffentlich	BHKW + Gas-BW	n/a	59,62	77,51	62,00	n/a	59,62	77,51	46,50
	Wärmepumpe	n/a	37,86	64,79	51,83	n/a	37,86	64,79	38,87
	Pellet	n/a	66,98	77,31	61,85	n/a	66,98	77,31	46,39
	Fernwärme	n/a	0,00	134,16	107,33	n/a	0,00	134,16	80,49
	KfW Anteile	0	0,2	0,8		0,1	0,3	0,6	
NWG_öffentlich	BHKW + Gas-BW	n/a	52,27	71,05	56,84	n/a	52,27	71,05	42,63
	Wärmepumpe	n/a	24,12	61,71	49,37	n/a	24,12	61,71	37,03
	Pellet	n/a	82,67	108,11	86,49	n/a	82,67	108,11	64,87
	Fernwärme	n/a	91,26	124,05	99,24	n/a	91,26	124,05	74,43

		Sanierung vor 2025				Retrofit nach 2025			
		KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix	KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix
	KfW Anteile	0	0	1	[kWh/m²a]	0	0	1	[kWh/m²a]
EFH_klein	Gas-BW	34,43	50,15	53,73	53,73	34,43	50,15	53,73	53,73
	Wärmepumpe	18,69	24,54	26,00	26,00	18,69	24,54	26,00	26,00
	Pellet	108,53	118,59	145,36	145,36	108,53	118,59	145,36	145,36
	Fernwärme	60,87	81,30	66,73	66,73	60,87	81,30	66,73	66,73
	KfW Anteile	0	0	1		0	0	1	
MFH_groß	Gas-BW	24,74	50,15	45,85	45,85	24,74	50,15	45,85	45,85
	Wärmepumpe	15,19	16,48	20,00	20,00	15,19	16,48	20,00	20,00
	Pellet	66,80	118,59	94,62	94,62	66,80	118,59	94,62	94,62
	Fernwärme	47,02	87,55	63,19	63,19	47,02	87,55	63,19	63,19
	KfW Anteile	0	0	1		0	0	1	
NWG_nicht_öffentlich	BHKW + Gas-BW	n/a	59,62	77,51	77,51	n/a	59,62	77,51	77,51
	Wärmepumpe	n/a	37,86	64,79	64,79	n/a	37,86	64,79	64,79
	Pellet	n/a	66,98	77,31	77,31	n/a	66,98	77,31	77,31
	Fernwärme	n/a	0,00	134,16	134,16	n/a	0,00	134,16	134,16
	KfW Anteile	0	0	1		0	0	1	
NWG_öffentlich	BHKW + Gas-BW	n/a	52,27	71,05	71,05	n/a	52,27	71,05	71,05
	Wärmepumpe	n/a	24,12	61,71	61,71	n/a	24,12	61,71	61,71
	Pellet	n/a	82,67	108,11	108,11	n/a	82,67	108,11	108,11
	Fernwärme	n/a	91,26	124,05	124,05	n/a	91,26	124,05	124,05

Gebäudeenergiekennwerte Zielszenario

			Neubau vor 2025					Neubau nach 2025			
		3kg Haus	KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix	3kg Haus	KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix
	KfW Anteile	0	1	0	0	[kWh/m²a]	0	1	0	0	[kWh/m²a]
EFH_klein	Gas-BW	34,00	34,43	50,15	53,73	34,43	34,00	34,43	50,15	53,73	34,43
	Wärmepumpe	13,33	18,69	24,54	26,00	18,69	13,33	18,69	24,54	26,00	18,69
	Pellet	48,00	108,53	118,59	145,36	108,53	48,00	108,53	118,59	145,36	108,53
	Fernwärme	40,00	60,87	66,73	81,30	60,87	40,00	60,87	66,73	81,30	60,87
	KfW Anteile	0,2	0,8	0	0		0,2	0,8	0	0	
MFH_groß	Gas-BW	34,00	24,74	50,15	45,85	26,59	34,00	24,74	50,15	45,85	26,59
	Wärmepumpe	13,33	15,19	16,48	20,00	14,82	13,33	15,19	16,48	20,00	14,82
	Pellet	48,00	66,80	118,59	94,62	63,04	48,00	66,80	118,59	94,62	63,04
	Fernwärme	40,00	47,02	63,19	87,55	45,62	40,00	47,02	63,19	87,55	45,62
	KfW Anteile		1	0	0			1	0	0	
NWG_nicht_öffentlich	BHKW + Gas-BW	34,00	36,97	59,62	77,51	36,97	34,00	36,97	59,62	77,51	36,97
	Wärmepumpe	13,33	23,47	37,86	64,79	23,47	13,33	23,47	37,86	64,79	23,47
	Pellet	48,00	53,59	66,98	77,31	53,59	48,00	53,59	66,98	77,31	53,59
	Fernwärme	40,00	56,58	91,26	134,16	56,58	40,00	56,58	91,26	134,16	56,58
	KfW Anteile	1	0	0	0		1	0	0	0	
NWG_öffentlich	BHKW + Gas-BW	34,00	32,41	52,27	71,05	34,00	34,00	32,41	52,27	71,05	34,00
	Wärmepumpe	13,33	14,96	24,12	61,71	13,33	13,33	14,96	24,12	61,71	13,33
	Pellet	48,00	66,13	82,67	108,11	48,00	48,00	66,13	82,67	108,11	48,00
	Fernwärme	40,00	56,58	91,26	124,05	40,00	40,00	56,58	91,26	124,05	40,00

			Sanierung vor 2025					Sanierung nach 2025			
		3kg Haus	KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix	3kg Haus	KfW 40	KfW 55	KfW 75	KfW Mix
	KfW Anteile		0	1	0	[kWh/m²a]		0	1	0	[kWh/m²a]
EFH_klein	Gas-BW	34,00	34,43	50,15	53,73	50,15	34,00	34,43	50,15	53,73	50,15
	Wärmepumpe	13,33	18,69	24,54	26,00	24,54	13,33	18,69	24,54	26,00	24,54
	Pellet	48,00	108,53	118,59	145,36	118,59	48,00	108,53	118,59	145,36	118,59
	Fernwärme	40,00	60,87	66,73	81,30	66,73	40,00	60,87	66,73	81,30	66,73
	KfW Anteile	0	0	1	0		0	0	1	0	
MFH_groß	Gas-BW	34,00	24,74	50,15	45,85	50,15	34,00	24,74	50,15	45,85	50,15
	Wärmepumpe	13,33	15,19	16,48	20,00	16,48	13,33	15,19	16,48	20,00	16,48
	Pellet	48,00	66,80	118,59	94,62	118,59	48,00	66,80	118,59	94,62	118,59
	Fernwärme	40,00	47,02	63,19	87,55	63,19	40,00	47,02	63,19	87,55	63,19
	KfW Anteile		0	1	0			0	1	0	
NWG_nicht_öffentlich	BHKW + Gas-BW	34,00	36,97	59,62	77,51	59,62	34,00	36,97	59,62	77,51	59,62
	Wärmepumpe	13,33	23,47	37,86	64,79	37,86	13,33	23,47	37,86	64,79	37,86
	Pellet	48,00	53,59	66,98	77,31	66,98	48,00	53,59	66,98	77,31	66,98
	Fernwärme	40,00	56,58	91,26	134,16	91,26	40,00	56,58	91,26	134,16	91,26
	KfW Anteile	0	0	1	0		0	0	1	0	
NWG_öffentlich	BHKW + Gas-BW	34,00	32,41	52,27	71,05	52,27	34,00	32,41	52,27	71,05	52,27
	Wärmepumpe	13,33	14,96	24,12	61,71	24,12	13,33	14,96	24,12	61,71	24,12
	Pellet	48,00	66,13	82,67	108,11	82,67	48,00	66,13	82,67	108,11	82,67
	Fernwärme	40,00	56,58	91,26	124,05	91,26	40,00	56,58	91,26	124,05	91,26

Eingabedaten BAU-Szenario

BAU Szenario Eingabedaten BEAM							
Struktur	**Kennwerte/Standards**					**Anmerkungen**	**Quellen**
Neubaurate Wohnen	1,16% (2017); 1,15% (2018); 1,14% (2019); 1,13% (2020); 1,12% (2021); 1,11% (2022); 1,10% (2023-2024); 1,09% (2025); 0,7% (2026-2030); 0,6% (2031-2050)					gemäß Abstimmung BUE; 0.33 Verdichtungszone, 0.66 Dezentrale Zone	Statistikamt Nord, BSW: Wohnen in Hamburg 2030
Neubaurate Nichtwohnen	0,48 % konstant					gemäß Abstimmung BUE; 0.33 Verdichtungszone, (	Statistikamt Nord und GIS Flächenauswertung
Abrissraten pro Jahr	0,13% (2016); 0,2% (2017-2019); 0,4% (2020-2030); 0,3% (2031-2050)					gemäß Abstimmung BUE; 0.33 Verdichtungszone, (	Statistikamt Nord
Verdichtungsgebiet							
Flächenanteile je Gebäudetyp im	Wohnflächen WG/Nutzflächen NWG						GIS, ab 2009 Wärmekataster
1 Wohnen EFH							
Neubau							
Standard < 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40					DE: 17% KfW70; 40% KfW 40plus/40/55; 43% ges	Kennwerte aus: BBSR, EnEV 2017 –
Standard > 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40					entspricht GEG Vorgaben Niedrigstenergiegebäud	Kennwerte aus: BBSR, EnEV 2017 –
Heizungsart							
Energieträgermix Neubau		2016	2030	2050		Auswertung Baufertigstellungen Wohnen , Trendlinie bis 2050, Annahmen basierend auf Literatur	Sonderauswertung, Statistikamt Nord, Prognos: Hintergrunspapier ESG; ifeu/ecofys: Klimaneutraler Gebäudebestand; iwu: Datenbasis Gebäudebestand 2050 und Transformationspfad;
	Gas	52,0%	30,0%	10,0%			
	Fernwärme	26,4%	34,0%	40,0%			
	Wärmepumpe	19,0%	33,0%	45,0%			
	Bio, Solar	0,7%	1,0%	2,0%			
	Strom	1,0%	2,0%	3,0%			
	Öl	0,9%	0,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
Sanierung Gebäudehülle							
Sanierungsrate	1,1 % Vollsanierungsäquivalenten					BUE	ARGE Kirchhoff/Jacobs, Praxis der energetischen V
Standard < 2025	Qp 75%						
Standard > 2025	Qp 75%						
Austausch Heizung							
Austauschrate	4%					alte Bundesländer Nord: 3,96 %/a;	IWU, Datenerhebung Wohngebaudebestand 2016
Heizungsart							
Energieträgermix Austausch Heizung		2016	2030	2050		eigene Annahmen basierend auf Auswertung Baufertigstellung und Literatur s.o.	
	Gas	70,0%	66,0%	59,0%			
	Fernwärme	19,0%	23,0%	29,0%			
	Wärmepumpe	4,0%	5,0%	6,0%			
	Bio, Solar	1,0%	3,0%	6,0%			
	Strom	2,0%	1,0%	0,0%			
	Öl	4,0%	2,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
2 Wohnen MFH							
Neubau							
Standard < 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40					wie EFH	Kennwerte aus: BBSR, EnEV 2017 – Vorbereitende
Standard > 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40					entspricht GEG Vorgaben Niedrigstenergiegebäud	Kennwerte aus: BBSR, EnEV 2017 – Vorbereitende
Heizungsart							
Energieträgermix Neubau		2016	2030	2050		Auswertung Baufertigstellungen Wohnen , Trendlinie bis 2050, Annahmen basierend auf Literatur	Sonderauswertung, Statistikamt Nord
	Gas	27,0%	21,0%	14,0%			
	Fernwärme	68,0%	74,0%	79,0%			
	Wärmepumpe	2,0%	3,0%	5,0%			
	Bio, Solar	0,7%	1,0%	2,0%			
	Strom	2,0%	1,0%	0,0%			
	Öl	0,3%	0,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
Sanierung							
Sanierungsrate	1,1 % Vollsanierungsäquivalenten						
Standard < 2025	Qp 75%						
Standard > 2025	Qp 75%						
Austausch Heizung							
Austauschrate	4%					gilt für Wohngebäude gesamt (EFH, MFH)	
Heizungsart							
Energieträgermix Austausch Heizung		2016	2030	2050		eigene Annahmen basierend auf Auswertung Baufertigstellung und Literatur s.o.	
	Gas	57,0%	54,0%	47,0%			
	Fernwärme	35,0%	39,0%	46,0%			
	Wärmepumpe	1,3%	3,0%	5,0%			
	Bio, Solar	0,7%	1,0%	2,0%			
	Strom	2,0%	1,0%	0,0%			
	Öl	4,0%	2,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
3 Nichtwohngebäude (privat)							
Neubau							
Standard < 2025	80% x Qp75; 20 Qp55						
Standard > 2025	60% x Qp75; 30% x Qp55; 10x Qp40						
Heizungsart							
Energieträgermix Neubau		2016	2030	2050		Auswertung Baufertigstellungen Nichtwohnen , Trendlinie bis 2050, Annahmen basierend auf Literatur	Sonderauswertung, Statistikamt Nord
	Gas	27,0%	24,0%	18,0%			
	Fernwärme	66,0%	69,0%	72,0%			
	Wärmepumpe	3,0%	5,0%	7,0%			
	Bio, Solar	1,0%	2,0%	3,0%			
	Strom	2,0%	0,0%	0,0%			
	Öl	1,0%	0,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
Sanierung							
Sanierungsrate	0,82% Vollsanierungen (entspricht 1,1% Rate für WG)					Investitionsvolumen Sanierung (2010-2015) WG =4	BBSR Kompakt Daten zum Gebäudebestand 2016
Standard < 2025	Qp 75%						
Standard > 2025	Qp 75%						
Austausch Heizung							
Austauschrate	4,00%					eigene Annahme, gekoppelt an Sanierungsrate NiWo	
Heizungsart							
Energieträgermix Austausch Heizung		2016	2030	2050		eigene Annahmen basierend auf Auswertung Baufertigstellung und Literatur s.o.	
	Gas	56,0%	52,0%	48,0%			
	Fernwärme	35,0%	39,0%	43,0%			
	Wärmepumpe	2,0%	4,0%	6,0%			
	Bio, Solar	1,0%	2,0%	3,0%			
	Strom	2,0%	1,0%	0,0%			
	Öl	4,0%	2,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
4 Nichtwohngebäude (öffentlich)							
Neubau							
Standard < 2025	80% x Qp75; 20 Qp55						
Standard > 2025	60% x Qp75; 30% x Qp55; 10x Qp40					GEG Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude ~ erhöhter Standard	
Heizungsart							
Energieträgermix Neubau		2016	2030	2050		Auswertung Baufertigstellungen Nichtwohnen , Trendlinie bis 2050, Annahmen basierend auf Literatur	Sonderauswertung, Statistikamt Nord
	Gas	27,0%	24,0%	18,0%			
	Fernwärme	66,0%	69,0%	72,0%			
	Wärmepumpe	3,0%	5,0%	7,0%			
	Bio, Solar	1,0%	2,0%	3,0%			
	Strom	2,0%	0,0%	0,0%			
	Öl	1,0%	0,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			
Sanierung							
Sanierungsrate	0,82% Vollsanierungen (entspricht 1,1% Rate für WG)					eigene Annahme, erhöhte Rate, Vorbildfunktion öff. Gebäude	
Standard < 2025	Qp 75%						
Standard > 2025	Qp 75%						
Austausch Heizung							
Austauschrate	4,00%					eigene Annahme, erhöhte Rate, Vorbildfunktion öff. Gebäude	
Heizungsart							
Energieträgermix Austausch Heizung		2016	2030	2050		eigene Annahmen basierend auf Auswertung Baufertigstellung und Literatur s.o.	
	Gas	56,0%	52,0%	48,0%			
	Fernwärme	35,0%	39,0%	43,0%			
	Wärmepumpe	2,0%	4,0%	6,0%			
	Bio, Solar	1,0%	2,0%	3,0%			
	Strom	2,0%	1,0%	0,0%			
	Öl	4,0%	2,0%	0,0%			
	Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%			

BAU Szenario Eingabedaten BEAM

Erweiterungsgebiet (Dezentrale Zone)

Flächenanteile je Gebäudetyp im Gebiet

1 Wohnen EFH

Neubau

Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	75,0%	65,0%	53,0%
Fernwärme	4,0%	6,0%	8,0%
Wärmepume	18,0%	24,0%	32,0%
Bio, Solar	2,0%	3,0%	4,0%
Strom	1,0%	2,0%	3,0%
Öl	0,0%	0,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

Sanierung Gebäudehülle

Sanierungsrate	s. Verdichtungsgebiet
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet

Austausch Heizung

Austauschrate	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	83,0%	80,0%	77,0%
Fernwärme	2,0%	4,0%	6,0%
Wärmepume	2,0%	6,0%	11,0%
Bio, Solar	1,0%	2,0%	3,0%
Strom	2,0%	2,0%	3,0%
Öl	10,0%	6,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

2 Wohnen MFH

Neubau

Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	64,0%	54,0%	41,0%
Fernwärme	16,0%	18,0%	20,0%
Wärmepume	14,7%	19,0%	26,0%
Bio, Solar	4,0%	7,0%	10,0%
Strom	1,2%	2,0%	3,0%
Öl	0,1%	0,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

Sanierung

Sanierungsrate	s. Verdichtungsgebiet
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet

Austausch Heizung

Austauschrate	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	66,0%	60,0%	55,0%
Fernwärme	10,0%	15,0%	18,0%
Wärmepume	8,0%	12,0%	15,0%
Bio, Solar	4,0%	6,0%	9,0%
Strom	2,0%	0,0%	3,0%
Öl	10,0%	4,8%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

3 Nichtwohngebäude

Neubau

Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	65,0%	53,0%	41,0%
Fernwärme	20,0%	22,0%	23,0%
Wärmepume	7,8%	12,0%	16,0%
Bio, Solar	3,0%	8,0%	14,0%
Strom	4,0%	5,0%	6,0%
Öl	0,2%	0,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

Sanierung

, dena Gebäudereport	s. Verdichtungsgebiet
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet

Austausch Heizung

Austauschrate	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	70,0%	66,0%	59,0%
Fernwärme	10,0%	15,0%	18,0%
Wärmepume	4,0%	8,0%	11,0%
Bio, Solar	4,0%	6,0%	9,0%
Strom	2,0%	0,0%	3,0%
Öl	10,0%	5,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

4 Nichtwohngebäude (öffentlich)

Neubau

Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	65,0%	53,0%	41,0%
Fernwärme	20,0%	22,0%	23,0%
Wärmepume	7,8%	12,0%	16,0%
Bio, Solar	3,0%	8,0%	14,0%
Strom	4,0%	5,0%	6,0%
Öl	0,2%	0,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

Sanierung

Sanierungsrate	s. Verdichtungsgebiet
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet

Austausch Heizung

Austauschrate	s. Verdichtungsgebiet
Heizungsart	

Energieträger

	2016	2030	2050
Gas	70,0%	66,0%	59,0%
Fernwärme	10,0%	15,0%	18,0%
Wärmepume	4,0%	8,0%	11,0%
Bio, Solar	4,0%	6,0%	9,0%
Strom	2,0%	0,0%	3,0%
Öl	10,0%	5,0%	0,0%
Kohle, Sonstige	0,0%	0,0%	0,0%

Eingabedaten ZE-Szenario

Verdichtungsgebiet								
Flächenanteile je Gebäudetyp im	Wohnflächen WG/Nutzflächen NWG							
1 Wohnen EFH		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Neubau								
Standard < 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40		100% Qp40					
Standard > 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40		100% Qp40					
Energieträgermix Neubau	Ist							
Gas		52%	30%	15%	5%	5%	5%	5%
Öl		1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		26%	50%	62%	75%	75%	75%	75%
WP		19%	18%	18%	15%	15%	15%	15%
EE		1%	2%	5%	5%	5%	5%	5%
Sonst + Strom		1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sanierung Gebäudehülle			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sanierungsrate	2,0 % Vollsanierungsäquivalenten oder Stufenmodell							
Standard < 2025	Qp 75%		Qp 75%					
Standard > 2025	Qp 75%		Qp 75%					
Austausch Heizung								
Austauschrate	4%							
FW Zuweisung in m²	2589778							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		70%	40%	20%	10%	5%	5%	5%
Öl		4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		19%	40%	50%	65%	75%	75%	75%
WP		4%	9%	15%	15%	10%	10%	10%
EE		1%	10%	15%	10%	10%	10%	10%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
2 Wohnen MFH		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Neubau		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Standard < 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40		Anteil Qp40 + Anteil öffentl. 33kWh/m²a					
Standard > 2025	30% x Qp75; 50% x Qp55; 20% x Qp40		Anteil Qp40 + Anteil öffentl. 33kWh/m²a					
Energieträgermix Neubau								
Gas		27%	12%	5%	5%	5%	0%	0%
Öl		0,3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		68%	75%	80%	80%	80%	85%	85%
WP		2%	8%	11%	11%	11%	11%	11%
EE		0,7%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Sanierung		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierungsrate	2,0 % Vollsanierungsäquivalenten oder Stufenmodell							
Standard < 2025	Qp 75%		Anteil Qp75 + Anteil öffentl. 33kWh/m²a					
Standard > 2025	Qp 75%		Anteil Qp75 + Anteil öffentl. 33kWh/m²a					
Austausch Heizung								
Austauschrate	4%							
FW Zuweisung in m²	14346642							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		57%	35%	15%	10%	5%	5%	5%
Öl		4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		35%	60%	75%	75%	75%	75%	75%
WP		1,3%	2%	4%	8%	10%	10%	10%
EE		0,7%	2%	5%	7%	10%	10%	10%
Sonst + Strom		2,0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
			100%	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**
3 Nichtwohngebäude (privat)		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Neubau								
Standard < 2025	80% x Qp75; 20 Qp55		100% Qp40					
Standard > 2025	60% x Qp75; 30% x Qp55; 10x Qp40		100% Qp40					
Energieträgermix Neubau								
Gas		27%	16%	8%	5%	5%	0%	0%
Öl		1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		66%	75%	80%	80%	80%	80%	80%
WP		3%	5%	7%	10%	10%	10%	10%
EE		1%	3%	5%	5%	5%	10%	10%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Sanierung		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierungsrate	2,0 % Vollsanierungsäquivalenten oder Stufenmodell							
Standard < 2025	Qp 75%		Qp 75%					
Standard > 2025	Qp 75%		Qp 75%					
Austausch Heizung								
Austauschrate	4,00%							
FW Zuweisung in m²	14467457							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		56%	42%	28%	20%	20%	20%	20%
Öl		4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		35%	45%	50%	50%	50%	50%	50%
WP		2%	5%	10%	13%	13%	13%	13%
EE		1%	5%	10%	15%	15%	15%	15%
Sonst + Strom		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
			100%	100%	100%	100%	100%	100%
4 Nichtwohngebäude (öffentlic		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Neubau								
Standard < 2025	80% x Qp75; 20 Qp55		33 kWh/m²a					
Standard > 2025	60% x Qp75; 30% x Qp55; 10x Qp40		33 kWh/m²a					
Energieträgermix Neubau								
Gas		27%	16%	8%	5%	5%	0%	0%
Öl		1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		66%	75%	80%	80%	80%	80%	80%
WP		3%	5%	7%	10%	10%	10%	10%
EE		1%	3%	5%	5%	5%	10%	10%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierung								
Sanierungsrate	3,0 % Vollsanierungsäquivalenten							
Standard < 2025	Qp 75%		33 kWh/m²a					
Standard > 2025	Qp 75%		33 kWh/m²a					
Austausch Heizung								
Austauschrate	4,00%							
FW Zuweisung in m²	1348129							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		56%	42%	28%	20%	20%	20%	20%
Öl		4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		35%	45%	50%	50%	50%	50%	50%
WP		2%	5%	10%	13%	13%	13%	13%
EE		1%	5%	10%	15%	15%	15%	15%
Sonst + Strom		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
			100%	100%	100%	100%	100%	100%

Erweiterungsgebiet (Dezentrale Zone)								
Flächenanteile je Gebäudetyp im Gebiet								
1 Wohnen EFH		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Neubau								
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Energieträgermix Neubau								
Gas		75%	66%	50%	40%	30%	25%	25%
Öl		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		4%	8%	15%	25%	30%	35%	35%
WP		18%	20%	25%	25%	25%	25%	25%
EE		2%	5%	10%	10%	15%	15%	15%
Sonst + Strom		1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierung Gebäudehülle		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Sanierungsrate	s. Verdichtungsgebiet							
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Austausch Heizung								
Austauschrate	4%							
FW Zuweisung in m²	1820171							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		83%	75%	65%	60%	50%	45%	45%
Öl		10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		2%	5%	10%	15%	15%	15%	15%
WP		2%	7%	10%	10%	15%	15%	15%
EE		1%	7%	15%	15%	20%	25%	25%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
2 Wohnen MFH		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Neubau		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Energieträgermix Neubau								
Gas		64%	52%	38%	30%	25%	20%	15%
Öl		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		16%	20%	25%	30%	35%	40%	45%
WP		15%	20%	25%	25%	20%	20%	20%
EE		4%	8%	12%	15%	20%	20%	20%
Sonst + Strom		1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierung		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Sanierungsrate	s. Verdichtungsgebiet							
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Austausch Heizung								
Austauschrate	4%							
FW Zuweisung in m²	1455340							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		66%	60%	50%	40%	35%	35%	35%
Öl		10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		10%	15%	20%	20%	25%	25%	25%
WP		8%	10%	15%	20%	20%	20%	20%
EE		4%	10%	15%	20%	20%	20%	20%
Sonst + Strom		2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 Nichtwohngebäude		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Neubau		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Energieträgermix Neubau								
Gas		65%	50%	40%	35%	30%	30%	30%
Öl		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		20%	25%	30%	35%	40%	40%	40%
WP		8%	13%	15%	15%	15%	15%	15%
EE		3%	10%	13%	13%	13%	13%	13%
Sonst + Strom		4%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierung		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
	s. Verdichtungsgebiet							
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Austausch Heizung								
Austauschrate	4%							
FW Zuweisung in m²	7882957							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		70%	63%	55%	45%	45%	45%	45%
Öl		10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		10%	17%	25%	25%	25%	25%	25%
WP		4%	7%	10%	15%	15%	15%	15%
EE		4%	7%	10%	15%	15%	15%	15%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
4 Nichtwohngebäude (öffentlich		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Neubau		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Energieträgermix Neubau								
Gas		65%	50%	40%	35%	30%	30%	30%
Öl		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		20%	25%	30%	35%	40%	40%	40%
WP		8%	13%	15%	15%	15%	15%	15%
EE		3%	10%	13%	13%	13%	13%	13%
Sonst + Strom		4%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Sanierung		**2018**	**2020**	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2050**
Sanierungsrate	s. Verdichtungsgebiet							
Standard < 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Standard > 2025	s. Verdichtungsgebiet							
Austausch Heizung								
Austauschrate	4%							
FW Zuweisung in m²	1059353							
Energieträgermix Austausch Heizung								
Gas		70%	63%	55%	45%	45%	45%	45%
Öl		10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
FW		10%	17%	25%	25%	25%	25%	25%
WP		4%	7%	10%	15%	15%	15%	15%
EE		4%	7%	10%	15%	15%	15%	15%
Sonst + Strom		2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%

Flächenentwicklung BAU Szenario (m²)

Values	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Krankenhaus	Hotel	Grand Total
Sum of 2020	22867388	17535272	32057248	18838318	6564568	4289048	7198824	5839222	4352649	4011068	2506318	3407483	129467406
Sum of 2030	24324445	18329783	33859110	18974698	6626749	4325382	7282702	5886658	4384618	4048562	2528898	3432698	134004302
Sum of 2040	25335771	18862701	35075947	19311894	6813622	4418494	7462283	6032179	4476499	4139546	2596793	3506479	138032208
Sum of 2050	26446893	19403586	36379103	19698891	7031119	4519522	7651090	6181936	4574508	4239601	2665458	3584800	142376508

Endenergie BAU Szenario (kWh/a)

Gesamtstadt

Values	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Krankenhaus	Hotel	Grand Total
Sum of 2020	3604320076	2637542137	4084057866	2547348894	689011390	586972868	897115360	683332006	475129037	438361487	586061613	506070652	17735323387
Sum of 2030	3261897103	2448190285	3875149890	2395733679	653423414	553178560	856778361	654702907	457115517	420639107	547115779	472386609	16596311212
Sum of 2040	2993088899	2295047370	3725977001	2302989210	640256108	530854577	837897995	639878517	449753655	409826380	524873870	451240925	15801684507
Sum of 2050	2764530383	2158901451	3593715073	2232630201	635929658	512864699	824122340	628119877	444211877	401636276	504526162	434386765	15135574762

Primärenergie BAU Szenario (kWh/a)

Gesamtstadt

	Kohle	FW	FW, LA(+WR)	EL-direkt	EL-direkt, LA(+WR)	Gas-BW	Gas-BW, LA(+WR)	Gas-NT	WP	WP, LA(+WR)	Öl-BW	Öl-BW, LA(+WR)	Öl-NT	Bio	Bio, LA(+WR)	Grand Total
Sum of 2020	46578620	2326847407	110166515	364752499	14764655	4045922562	550166961	5862380946	210449451	50976623	1015109948	26365688	1711101543	87961355	2604336	16426149110
Sum of 2030	25421381	2016614126	256025708	146520227	18550532	4630762480	1082693383	3030583728	298804557	92481919	784407308	62168149	1039713559	108449044	13449252	13606645352
Sum of 2040	16434470	2088093625	392332510	82326822	14938404	4430322860	1220238952	1700347540	332999047	107387647	581252704	54776541	714204156	130572347	25320139	11891547765
Sum of 2050	10746931	2083502530	493964272	50394584	12433039	3997191327	1213666715	1028846155	307703974	101509503	412432653	37058389	515243251	152549128	37959978	10455202430

CO_2-Emissionen BAU Szenario (g/a)

Gesamtstadt

	Kohle	FW	FW, LA(+WR)	EL-direkt	EL-direkt, LA(+WR)	Gas-BW	Gas-BW, LA(+WR)	Gas-NT	WP	WP, LA(+WR)	Öl-BW	Öl-BW, LA(+WR)	Öl-NT	Bio	Bio, LA(+WR)	Grand Total
Sum of 2020	14420740859	1461260171705	69184571202	88756441422	3592732732	742831382458	101010654126	1076333141671	51209366391	12404311620	246173390664	6393919006	414957679603	17592270947	520867270	4306641641676
Sum of 2030	7870459433	882268679936	112011247168	59096491472	7482048041	850207991238	198782505150	556415172486	120517838066	37301040653	190225903112	15076341332	252139990039	21689808829	2689850343	3313775367298
Sum of 2040	5088111776	913540961119	171645473109	32381883509	5875772096	813407277134	224035871553	312183808361	130979625018	42239141287	140959064914	13283809186	173201000560	26114469493	5064027817	3010000296931
Sum of 2050	3327249990	911532356760	216109368984	15370348141	3792076783	733884327624	222829208935	188896153984	93849712204	30960398548	100018667788	8986996165	124951172386	30509825623	7591995670	2692609859587

Flächenentwicklung Zielerreichungsszenario (m²)

Values	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Krankenhaus	Hotel	Grand Total
Sum of 2020	22867409	17535438	32057228	18838464	6564601	4289073	7198971	5839262	4352682	4011088	2506334	3407506	129468057
Sum of 2030	24317551	18340625	33891765	18982545	6639961	4325425	7298048	5895672	4387547	4049099	2530822	3436174	134095234
Sum of 2040	25360198	18861346	35103146	19319648	6854160	4426717	7481364	6054440	4481213	4148431	2595046	3511086	138196793
Sum of 2050	26515544	19358786	36367744	19698260	7099198	4528763	7675987	6212113	4592337	4254764	2666269	3595440	142565204

Endenergie Zielerreichungsszenario (kWh/a)

Gesamtstadt

Values	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Krankenhaus	Hotel	Grand Total
Sum of 2020	3508788083	2565562931	3982457956	2477987314	671036578	571946320,1	874386205	655019772	464207580	428214912	570592804,1	491740499,4	17261940955
Sum of 2030	2887965528	2196704331	3563752219	2145920597	584133833	488585701,1	782445492	551812232	414314150	377542364	495705774,5	420440667,7	14909322889
Sum of 2040	2438281916	1990706943	3327762122	2034316424	541555227	436779471,1	740746570	497460363	386674829	341211405	449760253,4	380898382,9	13566153905
Sum of 2050	2109915480	1899428210	3181949400	1991127449	522531057	396981589,6	717539801	469037714	373987969	315515179	419085711,3	361107698	12758207257
spez. 2020	153	146	124	132	102	133	121	112	107	107	228	144	
spez. 2050	80	98	87	101	74	88	93	76	81	74	157	100	
gesamt 2020	3508788083	2565562931	3982457956	2477987314	671036578	571946320,1	874386205	655019772	464207580	428214912	570592804,1	491740499,4	17261940955
gesamt 2050	2109915480	1899428210	3181949400	1991127449	522531057	396981589,6	717539801	469037714	373987969	315515179	419085711,3	361107698	12758207257
Einspar	1398872604	666134722	800508556	486859864,6	148505521	174964730,6	156846404	185982058	90219611,1	112699733	151507092,7	130632801,4	4503733698
Einspar spez	53	34	22	25	21	39	20	30	20	26	57	36	32
Einspar %	40%	26%	20%	20%	22%	31%	18%	28%	19%	26%	27%	27%	26%

Dezentrale Zone

Values	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Krankenhaus	Hotel	Grand Total
Sum of 2020	2961713378	712671782,1	1710870019	551389459,4	448724323,9	323685432,5	299461145,5	299923997,3	128059011,3	307350871,6	167881876	190532348	8102263644
Sum of 2030	2423278134	590302820,5	1506445026	453330712,6	383766789,1	272308393,9	264535887	243405598,7	111823672,8	268508923,7	137785367,3	155865269,2	6811356594
Sum of 2040	2027482150	510267811,9	1381626072	400292012,1	355261581,8	237240652,9	245529570,7	217562626,3	105057947	239685977,4	120599298,3	130536456,3	5971142157
Sum of 2050	1718381706	455140837,1	1297505160	375977692,2	345241298,4	205791326,9	233199502,6	197467528,9	101219985,2	218632188,9	107518236,1	117930647	5374006109
2020	2961713378	712671782	1710870019	551389459	448724324	323685432	299461145	299923997	128059011	307350872	167881876	190532348	8102263644
2050	1718381706	455140837	1297505160	375977692	345241298	205791327	233199503	197467529	101219985	218632189	107518236	117930647	5374006109
Einspar	1243331672	257530945	413364859	175411767	103483026	117894106	66261643	102456468	26839026	88718683	60363640	72601701	2728257535
Einspar spez	55	44	25	34	20	45	22	33	20	29	73	50	38
Einspar %	42%	36%	24%	32%	23%	36%	22%	34%	21%	29%	36%	38%	34%

Urbane Zone

Values	EFH	kMFH	gMFH	Verwaltung	Lagerung	Produktion	Handel	Schule	Transport	Handwerk	Krankenhaus	Hotel	Grand Total
Sum of 2020	547074706	1852891149	2271587937	1926597855	222312254	248260888	574925059	355095774	336148568	120864041	402710928	301208151	9159677311
Sum of 2030	464687395	1606401511	2057307193	1692589884	200367044	216277307	517909605	308406633	302490477	109033440	357920407	264575399	8097966295
Sum of 2040	410799766	1480439131	1946136049	1634024412	186293645	199538818	495216999	279897737	281616882	101525428	329160955	250361927	7595011749
Sum of 2050	391533774	1444287373	1884444240	1615149757	177289758	191190263	484340299	271570185	272767983	96882990	311567475	243177051	7384201148
2020	547074706	1852891149	2271587937	1926597855	222312254	248260887,7	574925059,2	355095774,2	336148568,3	120864040,6	402710928	301208151,4	9159677311
2050	391533774	1444287373	1884444240	1615149757	177289758,3	191190262,7	484340298,5	271570184,6	272767983,3	96882990,45	311567475,2	243177051,1	7384201148
Einspar	155540932	408603777	387143698	311448097	45022495,78	57070624,99	90584760,7	83525589,61	63380585,07	23981050,15	91143452,79	58031100,33	1775476163
Einspar spez	39	30	20	21	23	30	19	27	20	21	50	27	25
Einspar %	28%	22%	17%	16%	20%	23%	16%	24%	19%	20%	23%	19%	19%

Primärenergie Zielerreichungsszenario (kWh/a)

Gesamtstadt

	Kohle	FW	FW, LA(+WR)	EL-direkt	EL-direkt, LA(+WR)	Gas-BW	Gas-BW, LA(+WR)	Gas-NT	WP	WP, LA(+WR)	Öl-BW	Öl-BW, LA(+WR)	Öl-NT	Bio	Bio, LA(+WR)	Grand Total
Sum of 2020	44287152	2382926739	103498986	334144811	11217241	3719604701	460308410	5829294014	185864491	43712573	944428519	17309064	1642110686	89488478	3112290	15811308157
Sum of 2030	21185514	2319530581	255833632	107398327	11688107	3039401469	636829637	2613367920	279564585	92955306	587358563	27516279	901344254	136293215	25551836	11055819226
Sum of 2040	10239409	1598778015	227843776	48740243	7561795	2248260163	589501434	1119810225	291377153	96461233	350654736	19826991	521817192	175790220	44439929	7351102514
Sum of 2050	5712631	1641103378	271145367	24632021	5255125	1740366753	547349602	496892088	232756212	77257952	197074545	11647304	290424617	196417884	57388910	5795424387

CO_2-Emissionen Zielerreichungsszenario (g/a)

Gesamtstadt

	Kohle	FW	FW, LA(+WR)	EL-direkt	EL-direkt, LA(+WR)	Gas-BW	Gas-BW, LA(+WR)	Gas-NT	WP	WP, LA(+WR)	Öl-BW	Öl-BW, LA(+WR)	Öl-NT	Bio	Bio, LA(+WR)	Grand Total
Sum of 2020	13711302287	1496477991843	64997363298	81308570699	2729528735	682919423125	84512624060	1070258381029	45227026191	10636726198	229032501546	4197605322	398226769732	17897695657	622458040	4202755967763
Sum of 2030	6559035017	811835703521	89541771205	43317325143	4714203104	558034109700	116921921428	479814350152	112757715839	37491973534	142439791074	6672947909	218584175704	27258643052	5110367120	2661054033502
Sum of 2040	3170120939	639511206103	91137510456	19171162297	2974305930	412780565951	108232463269	205597157306	114608346986	37941418173	85036961140	4808225520	126545412922	35158044080	8887985762	1895560886834
Sum of 2050	1768630578	656441351026	108458146913	7512766500	1602813039	319531335804	100493386878	91229387410	70990644586	23563675317	47792368653	2824577061	70430609849	39283576808	11477781908	1553401052331

Zielkennwerte CO_2-Emissionen Bund/Hamburg

ESG Ref Sze*				114	Mt CO2
ESG Ref Sze für HH*				2,74	Mt CO3
ESG EE Sze*				57	Mt CO4
ESG EE Sze* für HH				1,37	Mt CO5
Ecofys 5kg Ziel				0,63	Mt CO6

Ecofys - A Navigant Company

Ecofys Germany GmbH | Am Wassermann 36 | 50829 Köln | **T** +49 (0)221 27070-100 | **F** +49 (0)221 27070-011 | **E** info@ecofys.com | **I** ecofys.com

ECOFYS

A Navigant Company

Ecofys - A Navigant Company

Ecofys Germany GmbH
Am Wassermann 36
50829 Köln

T: +49 (0) 221 27070-100
F: +49 (0) 221 27070-011

E: info@ecofys.com
I: ecofys.com

30. Juli 2019

Begleittext zur Veröffentlichung

Gutachten „Optionen und Instrumente der Freien und Hansestadt Hamburg zur Reduzierung der CO_2-Emissionen im Gebäudesektor“

Das Gutachten „Optionen und Instrumente der Freien und Hansestadt Hamburg zur Reduzierung der CO_2-Emissionen im Gebäudesektor“ wurde von „Ecofys – A Navigant Company“ im Zeitraum 1. Februar bis 22. November 2018 erarbeitet. Begleitend zur Veröffentlichung werden folgende Hinweise herausgegeben:

- Die im Gutachten verwendeten spezifischen CO_2-Emissionsfaktoren für Fernwärme geben den Sachstand im Jahr 2018 wieder.
- Das Gutachten betrachtet den Gebäudesektor mittels einer Bottom-Up-Analyse
- Der Gebäudesektor unterteilt sich in Wohn- und Nichtwohngebäude. Die Prozesswärme ist bei den untersuchten Nichtwohngebäuden nicht enthalten.