



Aktualisierter
und ergänzter
Bericht 2024

UMSETZUNGSORIENTIERTE MACHBARKEITSSTUDIE

zur Erreichung der Klimaschutzziele
im Bereich der Wohngebäude in Hamburg

Ergebnisbericht
der projektbeteiligten Gutachterinnen und Gutachter

UMSETZUNGSORIENTIERTE MACHBARKEITSSTUDIE ZUR ERREICHUNG DER KLIMASCHUTZZIELE IM BEREICH DER WOHNGEBÄUDE IN HAMBURG

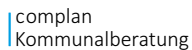
Ergebnisbericht der projektbeteiligten Gutachterinnen und Gutachter



ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung GmbH, Hamburg
„Grundlagenerfassung zur Machbarkeitsstudie“



ARGE – Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel
„Machbarkeitsstudie zur Erreichung der Klimaschutzziele
im Bereich der Wohngebäude in Hamburg“



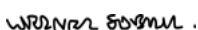
complan Kommunalberatung GmbH, Potsdam
mit Partnerbüro **BRICKS&BEYOND GmbH**
„Hamburger Klimaplan – Gutachten zur Bewertung und Einordnung
des Hamburgischen Wohngebäudebestandes unter stadtgestalterischen
Gesichtspunkten“ (Kurztitel: „Klimaplan und Stadtgestalt“)



Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin
mit Partnerbüro **HIC Hamburg Institut Consulting GmbH**
„Energetische Quartiersentwicklung“



RegioKontext GmbH, Berlin
„Auswirkungen des Hamburger Klimaplan 2019 auf die Wohnkosten“



Werner Sobek AG, Stuttgart
„Einbeziehung der CO₂-Amortisationsdauern von Energieeffizienzmaßnahmen in die
Hamburger Machbarkeitsstudie“

Die Herausgeberin übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	5
Zusammenfassung	8
Einführung	12
1 Ausgangslage – Hamburger Wohngebäude	16
1.1 Struktur, Baualter und Eigentumsform	17
1.2 Aktueller energetischer Sanierungszustand	20
1.3 Endenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen für Wohnen	22
1.4 Prebound- und Rebound-Effekt	24
2 Perspektiven der Transformation – klimaneutraler Wohngebäudebestand	27
2.1 Szenarien zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor privater Haushalte	27
2.2 Energieeffiziente Gebäudehülle und Niedertemperaturfähigkeit	36
2.2.1 Ambitionierte und praxisnahe Sanierungsrate und -tiefe	37
2.2.2 Relevanz und Chancen besonders erhaltenswerter Bausubstanz und Denkmäler	41
2.2.3 Innovative (CO ₂ -optimierte) Neubauten	42
2.3 Erneuerbare Energien am Gebäude	44
2.4 Beschleunigung der Wärmewende durch erneuerbare Energien und klimaneutrale Energieträger	47
2.5 Quartiere als Teilbaustein des Klimaschutzes	50
3 Graue Emissionen	54
4 Klimapfade bezahlbar und sozialverträglich gestalten	57
5 Zentrale Handlungsempfehlungen	74
Abbildungsverzeichnis	82
Tabellenverzeichnis	83
Abkürzungsverzeichnis	84
Anhang	85
Glossar	85
Quellenverzeichnis	89
Impressum	91

VORWORT

Klimaschutz bleibt machbar!

Mit der umsetzungsorientierten Machbarkeitsstudie zur Erreichung der Klimaschutzziele im Bereich der Wohngebäude zu den Grundlagen für klimaneutrales Wohnen bis zum Jahr 2045, hat Hamburg 2023 als erstes Bundesland eine umfangreiche Datenbasis über den Modernisierungsstand des Wohngebäudebestands geschaffen. Auf dieser Basis können gezielt Strategien und Förderprogramme entwickelt werden, um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen.

Vor dem Hintergrund der stark gestiegenen Bau-, Finanzierungs- und Energiekosten hat die Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) im Jahr 2024 eine Kostenaktualisierung durchführen lassen. Erstmals konnten auch die Ergebnisse einer Studie zu den Grauen Emissionen von Sanierungsmaßnahmen mit den übrigen Gutachten verschnitten werden und die daraus resultierenden Erkenntnisse in die Gesamtbewertung einbezogen werden. Auf dieser Basis wird den beschriebenen Entwicklungen Rechnung getragen.

Konkret hat die Kostenaktualisierung einen angepassten Gesamtinvestitionsbedarf zur Erreichung der CO₂-Reduktionsziele von mindestens 40 Milliarden Euro bis 2045 ergeben. Das bedeutet einen Kostenanstieg von 20 Prozent im Vergleich zu 2021. Zentrale Erkenntnis der Kostenaktualisierung bleibt aber: Klimaschutz im Sektor der Wohngebäude ist machbar, finanzierbar und kann sozialverträglich umgesetzt werden – auch bei steigenden Kosten.

Ergänzend zu den fortbestehenden zentralen Strategien aus der Machbarkeitsstudie, können aus den Erkenntnissen der Kostenaktualisierung vier Handlungsfelder identifiziert werden, die für die Erreichung der Klimaschutzziele in den Blick genommen werden:

- Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung zahlt mit einem CO₂-Einsparpotenzial von etwa zwei Dritteln auf die Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 ein und bleibt so der größte Einflussfaktor. Diese Erkenntnis verbunden mit technischen Fortschritten auf dem Gebiet der Heizsysteme bietet Anlass zu einem Paradigmenwechsel. Die Reduktion des Endenergiebedarfs erfolgt durch eine CO₂-optimale Sanierungstiefe am Ende der Bauteillebensdauer. Das Paradigma „Efficiency first“ wird durch die Leitlinie „Dekarbonisierung an erster Stelle“ ersetzt.
- Eine kostensensible Gesamtstrategie zur Erreichung der Klimaschutzziele sichert eine ganzheitliche Betrachtung ab. Ökologischen Aspekte, also die dargestellten Abhängigkeiten zwischen einer CO₂-optimalen Sanierungstiefe – auch unter Berücksichtigung der Grauen Emissionen – sowie ökonomische und soziale Aspekte der Wohnkostenfolgen werden gemeinsam betrachtet. Nur so wird eine gesellschaftliche Akzeptanz erreicht. Von anlasslosen Sanierungspflichten, die einen festgelegten Effizienzstandard zu einem bestimmten Stichtag vorschreiben, wird Abstand genommen.



Karen Pein

Senatorin für Stadtentwicklung
und Wohnen

- Eine Vergabe von Fördermitteln, die die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren im Gebäudesektor beachtet. Ziel muss die Reduktion der Gesamt-CO₂-Emissionen im Lebenszyklus sein und nicht pauschal die höchste Sanierungstiefe.
- Die Nutzung von Synergien beim Sanieren, wenn neben der Betrachtung des Einzelgebäudes auch eine Bilanzierung über Gebäudegruppen erfolgt. Verschiedene Pilotvorhaben der BSW setzen hier bereits an und sollen in den nächsten Jahren weiter vorangetrieben werden. Allerdings ist für einige Ansätze eine Anpassung des Gebäudeenergiegesetzes erforderlich.

Wirksamer Klimaschutz braucht stetiges Handeln und verlässliche Rahmenbedingungen. Beschränkte Wege und ergriffene Maßnahmen bedürfen einer Reflexion, welche den volatilen Einflüssen im Bereich der Wohngebäude gerecht wird. Diese Kostenaktualisierung zeigt, wie das funktionieren kann. Ich danke allen Beteiligten für die Aktualisierung der Machbarkeitsstudie, als zentraler Grundlage.

Vorwort zur ersten Fassung des Berichts

Klimaschutz ist machbar

Das gab es so noch nie: Mit der Machbarkeitsstudie zu den Grundlagen für klimaneutrales Wohnen bis zum Jahr 2045 hat Hamburg als erstes Bundesland eine umfangreiche Datenbasis über den Sanierungsstand des Wohngebäudebestands geschaffen, auf deren Basis nun gezielt Sanierungsfahrpläne und Förderprogramme entwickelt werden können, um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen. Ihre Bedeutung ist kaum hoch genug einzuschätzen, denn Politik und Verwaltung brauchen für eine verantwortungsvolle, nachhaltige Planung und Umsetzung der im Dezember 2019 vom Hamburger Senat beschlossenen Fortschreibung des Klimaplanes verlässliche Parameter, die in Hamburg – wie in allen vergleichbaren Städten und Kommunen – bislang nicht vorlagen. Zentrale Aufgabe der Studie war eine Bestandsaufnahme einschließlich des Sanierungszustands der Hamburger Wohngebäude. Darüber hinaus sollten Möglichkeiten für stufenweises energetisches Sanieren untersucht und Förderungsoptionen analysiert und entwickelt werden, die sozialverträgliche Lösungen aufzeigen. Diese Ergebnisse liegen nun vor.

Basierend auf diesen Kalkulationen und Daten konnte somit eine Abschätzung des Gesamtinvestitionsbedarfs zur Erreichung der CO₂-Reduktionsziele vorgenommen werden: Wir gehen derzeit für Hamburg von mindestens 39 Milliarden Euro aus, die für die energetische Sanierung von Wohngebäuden sukzessive investiert werden müssen. Zugleich muss die jährliche Sanierungsquote im Bestand um 0,7 bis 0,8 % erhöht werden – ein erreichbares Ziel, denn bereits jetzt erreicht die Wohnungswirtschaft die erhebliche Quote von

1 % pro Jahr. Klar ist auch: Die Bedeutung der Fernwärme kann nicht hoch genug eingeschätzt werden, wie insgesamt die kommunale Wärmeplanung generell erheblich forciert werden muss.

Die Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) verfolgt nun auf dieser Grundlage vier zentrale Strategien:

- Optimierung, Ausweitung und Erhöhung der Fördersummen der IFB-Förderprogramme
- Zusammenarbeit mit den Bündnispartnern, u. a. zu Quartiersansätzen und der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung sowie zur Entwicklung von Flotten- und Portfoliostrategien
- Kommunikationskampagne zur Information über zielführende Maßnahmen und vorhandene Angebote sowie zur Aktivierung zur Umsetzung
- Branchendialog mit der Bauwirtschaft zum Aufbau von benötigten Kapazitäten.

Für wirksamen Klimaschutz müssen wir gerade im Wohnungsbestand viele neue Wege gehen – diese Studie weist die Richtung, und ich danke allen Beteiligten für die Erstellung dieser wichtigen Grundlage.



ZUSAMMENFASSUNG

Mit der ersten Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes im Dezember 2019 wurde auch die Durchführung einer „Machbarkeitsstudie zur Erreichung der Klimaschutzziele im Bereich der Wohngebäude in Hamburg“ im Klimaplan verankert. Die Studie sollte genauere Kenntnisse über den Hamburger Wohngebäudebestand und seine Sanierungspotenziale im Hinblick auf den Energieverbrauch sowie die CO₂-Einsparung liefern. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde eine umfassende Gebäudetypologie für den Hamburger Wohngebäudebestand erarbeitet. Grundlage hierzu sind die mit der Wohnungswirtschaft abgestimmten zehn Typengebäude, als Repräsentanten des Hamburger Wohngebäudebestands. Zu allen zehn Typengebäuden sind differenzierte Maßnahmen- und Kostenanalysen sowie umfangreiche energetische Betrachtungen zu Energie-, Wärmeverbrauch und CO₂-Einsparung für jeweils vier Ausgangszustände (nicht bis vollständig modernisiert) und fünf Zielstandards (Effizienzhaus (EH) 115 bis EH 40) in Verbindung mit unterschiedlichen Wärmeversorgungsvarianten erfolgt.

Um im Rahmen der Typologie die aktuellen energetischen Sanierungszustände realitätsnah und systematisch abbilden zu können, wurden die Eigentümer und Eigentümerinnen von Hamburger Wohngebäuden durch den Gutachter ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung befragt (Grundlagenerfassung zur Machbarkeitsstudie). Durch die Befragung konnten Angaben zu rd. 11.350 Hamburger Wohngebäuden mit rd. 68.450 Wohnungen erhoben werden (Rücklaufquote rd. 20 %). Der Rücklauf wurde anschließend entlang fortgeschriebener amtlicher Daten zum Eigentümer- und Gebäudetyp sowie der Wohnfläche gewichtet, so dass hierüber erstmals ein repräsentatives Abbild der energetischen Ausgangssituation im Hamburger Wohngebäudebestand vorliegt.

Die dort erhobenen Daten sowie die mit der Studie Stadtbild und Klimaplan durch complan Kommunalberatung ermittelten Daten zum Anteil der besonders erhaltenswerten Bausubstanz (beB) inkl. Baudenkmälern sind in die umsetzungsorientierte Machbarkeitsstudie sowie die weiteren Studien (Energetische Quartiersentwicklung und Auswirkungen der Umsetzung des Klimaplanes auf die Wohnkosten) eingeflossen, um die unten benannten Szenarien zur Entwicklung im Hamburger Gebäudesektor der Privaten Haushalte (PHH) qualifiziert abzuleiten. In diesem Zusammenhang erfolgten für die betreffenden Gebäudebestände mit Sanierungsrestriktionen (wie z. B. bei besonders erhaltenswerter Bausubstanz) auf Basis der Typengebäude zu berücksichtigende Sonderbetrachtungen zu bautechnischen Einschränkungen bei der Ausführung von Sanierungsmaßnahmen und deren energetischen und monetären Auswirkungen inkl. der Wohnfolgekosten.

Anhand der differenzierten Informationen zum Hamburger Wohngebäudebestand hinsichtlich der energetischen Ausgangszustände und der Wärmeversorgung wurden im Rahmen der Studien drei Szenarien entwickelt, die auf Basis der erhobenen Daten die Machbarkeit zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor PHH in Hamburg darstellen. Diese Szenarien beinhalten unter anderem verschiedene und spezifische Ansätze zu Sanierungsraten, Sanierungstiefen sowie den zukünftigen Neubaustandards. Des Weiteren sind vertiefende Erkenntnisse zur besonders erhaltenswerten Bausubstanz, zur Umstellung der Wärmeversorgung¹ sowie zu Quartiers- und Fernwärmeausbaupotenzialen in Hamburg eingeflossen. Die Aspekte der Bezahlbarkeit des Wohnens und die Wirtschaftlichkeit der Investitionskosten werden bei den Szenarien ebenfalls berücksichtigt.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den Szenarienbetrachtungen grundsätzlich um Prognosen zukünftiger Entwicklungen handelt. Insofern ging es bei den Festlegungen für die unterschiedlichen Szenarien darum, Leitplanken zu ermitteln, welche die Bandbreite der möglichen Maßnahmen in Bezug auf Sanierungstätigkeit, bautechnische Standards und Energieversorgung im Sinne eines „Minimal- oder Referenz-Szenarios“ (Szenario 1) sowie eines „Maximal-Szenarios“ (Szenario 3) als Benchmarks aufzeigen. Das mittlere Szenario (Szenario 2) bildet dabei einen Weg ab, der immer noch (eine deutlich forcierte Steigerung der Sanierungstätigkeit sowie der Sanierungstiefe voraussetzend) eine weitestgehende Vergleichbarkeit mit unterschiedlichen Leitszenarien auf Bundesebene zur Klimaneutralität² zulässt.

Die Szenarien sollen transparent die Bandbreite zwischen Kosten für Sanierungen und Kosten für den Neubau von Wohngebäuden, die dafür entsprechend notwendigen Maßnahmen sowie deren Effekten aufzeigen. Sie dienen als Grundlage für die Entscheidungsfindung für Förderprogramme, Strategien der Wärmeversorgung sowie alle politischen Rahmenbedingungen zur Beschleunigung des Weges zur Klimaneutralität im Wohngebäudesektor.

In der Machbarkeitsstudie werden die Betrachtungen der einzelnen Szenarien anhand des SGMS-Modells (Statische-Gebäude-Matrix-Simulation) durchgeführt. Dieses Modell nutzt sowohl die Grunddaten aus der umfassenden Hamburger Gebäudetypologie inkl. der aktuell erhobenen energetischen Sanierungszustände als auch die Daten aus den mit der Machbarkeitsstudie und den weiteren Studien erstellten Detail-Datenblättern. Auf diese Weise können für die typisierten Gebäudecluster in Fünf-Jahres-Schritten bis 2030/2045 unter anderem Zielzustände für die Gebäudeeffizienz (EH 115 bis EH 40) mit verschiedenen Varianten der Wärmeversorgung kombiniert

1 auf erneuerbare Energien und klimaneutrale Energieträger (siehe Gutachterbericht Megawatt)

2 Vgl. [DENA 2021], [BCG 2021], [S&B STRATEGY 2021], [ARGE 2022]

werden. Im Ergebnis lässt sich somit der Einfluss auf den Energieverbrauch, die CO₂-Emissionen sowie den Investitionsbedarf im jeweiligen Gebäude-Cluster oder auch für den gesamten Hamburger Wohngebäudebestand realitätsnah ermitteln.

Das Szenario 1 beschreibt einen Weg, bei dem keine erhebliche Beschleunigung der Sanierungstätigkeit stattfindet. Mit der jetzigen Sanierungstätigkeit (ggf. minimal beschleunigt) und wenig Veränderung der Sanierungstiefe allein wird eine Zielerreichung jedoch nicht möglich sein. Die Ziele der Klimaneutralität im Jahr 2045 werden in diesem Szenario demnach nicht zu erreichen sein.

Die Szenarien 2 und 3 erreichen die Ziele der Klimaneutralität im Jahr 2045. Die strategische Ausrichtung und Gestaltung der politischen und fördertech-nischen Rahmenbedingungen der Freien und Hansestadt Hamburg sollte sich somit zwischen den Annahmen der Szenarien 2 und 3 bewegen.

Anhand des Szenarios 2 lässt sich das Klimaziel der Klimaneutralität bis 2045 (Zielsetzung im Bundesklimaschutzgesetz) unter Berücksichtigung von Restemissionen aus der Bereitstellung von Fernwärme im Hamburger Gebäudesektor (PHH) erreichen. Das gesetzte Zwischenziel für 2030 aus der Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes 2019 wird für diesen Sektor hingegen in Szenario 2 mit Blick auf die vorhandenen Planungs- und Baukapazitäten, deren Steigerung bekanntermaßen nur mittel- bis langfristig erfolgen kann, verfehlt.

Anhand des Szenarios 3 (im Vergleich zu Szenario 2) lässt sich aufzeigen, dass der Zeitstrahl zur Erreichung der Klimaschutzziele im Wesentlichen von der Geschwindigkeit der Umstellung der Energie- und Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien sowie der Dekarbonisierung der Energieträger bestimmt wird. Die Sanierungsrate und -tiefe ist weniger ausschlaggebend, führt aber zu deutlich höheren Investitionskosten und umlagefähigen Modernisierungskosten.

Das Zwischenziel im Jahr 2030 wird auch mit den sehr ambitionierten Annahmen aus Szenario 3 nicht erreicht. Um das Zwischenziel des Klimaplanes für das Jahr 2030 zu erreichen, ist – bei Berücksichtigung der vorhandenen und aktivierbaren Planungs- und Baukapazitäten – ein erheblich beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere beim Energieträger Strom, aber auch eine beschleunigte Dekarbonisierung der Hamburger Fernwärmeversorgung notwendig.

Bei der Betrachtung des Sektors Private Haushalte ist es zudem wichtig zu berücksichtigen, dass Treibhausgasemissionen nicht nur während des Betriebs von Gebäuden durch Heizung, Warmwasseraufbereitung und Nutzerstrom entstehen. Auch die baulichen Maßnahmen einer Sanierung emittieren durch die Herstellung und den Transport von Materialien, sowie den Einbau und

perspektivisch die Entsorgung der Baustoffe. Je nach Szenario können die sog. Grauen Emissionen sogar den maßgebenden Anteil an den Gesamtemissionen ausmachen. Deshalb wurden in einem ergänzenden Gutachten die Emissionsaufwendungen für die Sanierungsmaßnahmen mit den eingesparten operativen Emissionen in Relation gesetzt. Es zeigt sich, dass die Umstellung auf nicht-fossile Energieträger durch den Einsatz von Wärmepumpen mit PV oder ein dekarbonisiertes Fernwärmenetz die wichtigsten und effektivsten Maßnahmen für einen möglichst emissionsarmen Gebäudebestand sind.

In diesen Fällen ist für die meisten Gebäudetypologien eine moderate Sanierungstiefe (Eiffizienzhausfaktoren EH115-EH70) die emissionsärmste Lösung. Als weiteres Argument spricht der damit einhergehende reduzierte Ressourcenverbrauch im Vergleich zu Sanierungstiefen von EH55-EH40. Lediglich bei dem weiteren Verbleib bei fossilen Energieträgern ist die Sanierungstiefe zu steigern, um somit die operativen Emissionen so gering wie möglich zu halten. Es muss dabei jedoch klar sein, dass ohne eine vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung, keine Klimaneutralität für Hamburg erreicht werden kann.



EINFÜHRUNG

Einordnung in Fortschreibung Hamburger Klimaplan 2019

Die Freie und Hansestadt Hamburg hat Ende 2019 den Hamburger Klimaplan aus dem Jahr 2015 fortgeschrieben. Die Privaten Haushalte (PHH) sind darin einer von vier Sektoren zur konkreten Umsetzung der CO₂-Einsparungen. Der Sektor PHH umfasst die Themen Wärmewende und Gebäudeeffizienz und wird gemeinsam durch die Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) sowie die Behörde für Umwelt, Energie, Klima und Agrarwirtschaft (BUKEA) bearbeitet. Die BSW ist federführend für den Bereich Gebäudeeffizienz im Bereich der Wohngebäude zuständig.

Die Erstellung einer umsetzungsorientierten Machbarkeitsstudie für den Wohngebäudebestand wurde als Maßnahme in der Fortschreibung des Klimaplan 2019 vereinbart. Die Studie sollte genauere Kenntnisse über den Hamburger Wohngebäudebestand und seine Sanierungspotenziale im Hinblick auf den Energieverbrauch sowie die CO₂-Einsparung liefern.

Wie im Klimaplan vorgesehen, war mit der Erstellung der Machbarkeitsstudie und der weiteren Studien das Ziel verbunden, Transparenz über den Hamburger Wohngebäudebestand zu schaffen, relevante Informationsgrundlagen zu erstellen sowie die Entwicklung von Beratungs- und Förderansätzen vorzubereiten. Zudem sollten soziale und wirtschaftliche Aspekte bei der Umsetzung des Klimaplan einbezogen werden, um die Akzeptanz des Klimaplan bei den Stakeholdern sicherzustellen. In der Fortschreibung des Hamburger Klimaplan 2019 wurde hierzu vereinbart, dass mit einer Machbarkeitsstudie dargelegt werden soll, wie steigende Wohnkosten sozialverträglich ausgestaltet werden könnten. Das Ziel bezahlbarer Warmmieten solle nicht gefährdet werden. Es wurde auch geprüft, welche Maßnahmen bezogen auf die eingesetzten Ressourcen besonders effektiv sind.

Beauftragte Gutachterinnen und Gutachter

Ergänzend zur umsetzungsorientierten Machbarkeitsstudie (Gutachterinnen und Gutachter ARGE Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.) wurden weitere von der BSW beauftragte Studien erstellt:

- Grundlagenerfassung zur Machbarkeitsstudie (Erstellung eines Mengengerüsts zu Hamburger Wohngebäudezuständen über eine Eigentümerinnen- und Eigentümerbefragung, Gutachterinnen und Gutachter ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung GmbH)
- Gutachten Energetische Quartiersentwicklung (Studie zu Erneuerbaren Energien am Gebäude und Quartiersansätzen, Gutachterinnen und Gutachter Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH)
- Auswirkungen des Hamburger Klimaplan 2019 auf die Wohnkosten (Gutachterinnen und Gutachter RegioKontext GmbH)
- Studie Klimaplan und Stadtgestalt (Berücksichtigung baukultureller Aspekte, Gutachterinnen und Gutachter complan Kommunalberatung GmbH)

- Die Machbarkeitsstudie wurde 2023/2024 zudem mit dem Gutachten „Einbeziehung der CO₂-Amortisationsdauern von Energieeffizienzmaßnahmen in die Hamburger Machbarkeitsstudie“ (Gutachten der Werner Sobek AG) um das Thema der sogenannten „Grauen Emissionen“ ergänzt.

Die breite fachliche Aufstellung der einzelnen Gutachterinnen- und Gutachterbüros legte den Grundstein für eine fundierte interdisziplinäre Zusammenarbeit. Die Ergebnisse der einzelnen Studien bauten zum Teil aufeinander auf und bildeten zugleich jeweils zentrale Bausteine der finalen Machbarkeitsstudie. Hierfür bedurfte es intensiver Abstimmungsprozesse, die sich in einem iterativen Vorgehen auch auf die Verbesserung der Methodik auswirkten und zugleich als wechselseitige Qualitätskontrolle fungierten. Mit jedem weiteren eingebrachten (Teil-)Ergebnis wurden die bisherigen Erkenntnisse überprüft, angepasst und damit validiert. Das Mengengerüst der energetischen Sanierungszustände der Hamburger Wohngebäude durch ALP bilden den Ausgangspunkt der Typengebäude, auf den sich alle Studien beziehen. Auch die von complan erarbeitete Studie zur Stadtgestalt mit Berücksichtigung der baukulturellen Aspekte wurde in allen weiteren Studien berücksichtigt und mitbedacht. Um die Auswirkungen auf die Wohnkosten zu berechnen, flossen Daten zu den Kosten der Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle, also Erneuerung der Fenster sowie Dämmung von Außenwänden, Keller- und oberster Geschossdecke ebenso mit ein wie die Kosten der unterschiedlichen Versorgungsvarianten (insbesondere Wärmepumpen und Fernwärme) und deren Auswirkungen auf die Kosten der Wärmeversorgung. ARGE und Megawatt lieferten hier also Berechnungen und Daten an RegioKontext, die davon ausgehend und auf Grundlage der Typengebäude für die Hamburger Wohngebäude die Veränderungen der Kalt- und Warmmieten abbilden.

Die Beteiligung von wohnungswirtschaftlichen Stakeholdern, insbesondere den Partnerinnen und Partnern aus dem Bündnis für das Wohnen Hamburg, diente der Praxisorientierung der einzelnen Studien, die zur Machbarkeitsstudie beitrugen. Ihre Erstellung wurde zudem durch einen externen Fachbeirat aus Expertinnen und Experten begleitet. Hierdurch wurden die einzelnen Arbeitsschritte bereits im Rahmen der Erstellung validiert. Auch dies stärkt die ausgesprochene Praxisnähe der jetzt vorliegenden Ergebnisse.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde zunächst eine umfassende Gebäudetypologie für den Hamburgischen Wohngebäudebestand erarbeitet. Um im Rahmen der Typologie die aktuellen energetischen Sanierungszustände realitätsnah und systematisch abbilden zu können, wurden die Eigentümerinnen und Eigentümer von Hamburger Wohngebäuden befragt. Hierdurch besteht jetzt erstmals ein repräsentatives Abbild der energetischen Ausgangssituation im Hamburger Wohngebäudebestand. Die erhobenen Daten, sowie die mit der Studie Stadtbild und Klimaplan ermittelten Daten zum Anteil der besonders erhaltenswerten Bausubstanz bei den Typengebäuden sind in die

Beteiligung von Stakeholdern und Beirat

Gebäudetypologie und Datenblätter

umsetzungsorientierte Machbarkeitsstudie sowie die weiteren Studien (s. o.) eingeflossen. Im Ergebnis liegt nun erstmals eine Vielzahl von gutachterlichen und mit wissenschaftlicher Expertise ermittelten Informationen und Produkten zum Hamburger Wohngebäudebestand vor.

Grundlage der Gebäudetypologie sind mit der Wohnungswirtschaft abgestimmte Typengebäude, zehn im Bestand und zwei verschiedene Neubautypen, auf denen die Arbeiten der einzelnen Studien aufbauen, und für die die differenzierten Maßnahmen- und Kostenanalysen durchgeführt wurden. Weitere Bausteine sind der jeweilige Sanierungsstand und die zu erreichende Effizienzklasse der Typengebäude. Es wurden dabei vier Ausgangszustände (nicht bis vollständig modernisiert)³ und fünf Zielstandards (Effizienzhaus (EH) 115 bis EH 40) betrachtet, für die die umfassenden Arbeiten zu Energie- und Wärmeverbrauch sowie möglichen CO₂-Einsparpotenzialen angefertigt wurden. Auch die wohnungswirtschaftliche Betrachtung der Auswirkungen auf die Wohnkosten basiert auf diesen grundlegenden Bausteinen. Als ein erstes Zwischenergebnis wurden Datenblätter erstellt, in denen die wichtigsten Kerndaten der Typengebäude nach Ausgangs- und Zielzustand erfasst wurden. Hier wurden Kenngrößen wie die technischen Informationen zu den Maßnahmen an der Gebäudehülle, die Kostenaufstellung der Gebäudehülle und Anlagentechnik der Versorgungsvarianten sowie die Wohnkostenveränderungen mit und ohne Förderansatz gesammelt.

SGMS-Modell zur Simulation

Um mögliche Pfade der Wärmewende des Wohngebäudebestandes Hamburgs zu beschreiben, wird das Modell der Statischen-Gebäude-Matrix-Simulation (SGMS-Modell) verwendet. Aus den Daten der Machbarkeitsstudie und den Erkenntnissen zur Ausgangssituation werden verschiedene Entwicklungsperspektiven für eine zielgerichtete Transformation simuliert. Auf diese Weise lässt sich der Einfluss auf den Endenergieverbrauch, die CO₂-Emissionen, die Wohnkosten sowie den Investitionsbedarf für den gesamten Hamburger Wohngebäudebestand realitätsnah ermitteln.

Der Bericht zu den Ergebnissen der Studie ist wie folgt aufgebaut: Um in einer Großstadt wie Hamburg die Klimaneutralität des Wohngebäudesektors zu erreichen, bedarf es einer guten Kenntnis des Ist-Zustandes. Hierzu lagen bislang für Hamburg keine ausreichenden Informationen vor. In Kapitel 1 wird daher der Hamburger Wohngebäudebestand dargelegt. Neben Baualter, Struktur und Eigentumsform geht es dabei auch um den aktuellen energetischen Zustand und den Endenergieverbrauch. Wie die Transformation hin zu einem klimaneutralen Wohngebäudebestand aussehen kann, beschreiben drei mögliche Szenarien in Kapitel 2. Hier geht es insbesondere um energie-

³ Aus Gründen der Übersichtlichkeit und aufgrund der Datengrundlage wurden im Prozessverlauf zwei dieser Kategorien zusammengefasst, so dass letztlich drei Ausgangszustände in den Ergebnissen abgebildet werden.

effiziente Gebäudehüllen und zukunftsfähige Anlagentechnik als zentrale Bausteine der Wärmewende. In Kapitel 3 wird anschließend mittels einer Betrachtung der CO₂-Amortisationsdauern von Energieeffizienzmaßnahmen das Thema der Grauen Emissionen in die Machbarkeitsstudie einbezogen. Damit auch die Bezahlbarkeit und Sozialverträglichkeit bei der Umsetzung nicht aus dem Blick geraten, widmet sich Kapitel 4 den Auswirkungen der Maßnahmen des Hamburger Klimaplan 2019 auf die Wohnfolgekosten. Die zentralen Handlungsempfehlungen werden in Kapitel 5 beschrieben.

Die hier vorliegende Überarbeitung umfasst neben der Einbeziehung des Themas Graue Emissionen eine Neuberechnung der Kosten mit modifizierten Eingangsdaten (Baupreise, Energiepreise, Förderkonditionen etc.) und die damit verbundene Überarbeitung der Ergebnisse mit einem Datenstand zum 3. Quartal 2023.



1 AUSGANGSLAGE – HAMBURGER WOHNGEBÄUDE

Systematische Erfassung der Hamburger Wohngebäude

Um im Rahmen der Machbarkeitsstudie die aktuellen energetischen Sanierungszustände realitätsnah und systematisch abbilden zu können, wurden die Eigentümerinnen und Eigentümer von Hamburger Wohngebäuden durch den Gutachter ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung GmbH befragt (Grundlagenerfassung zur Machbarkeitsstudie)⁴. Im Rahmen der Erhebung konnten Angaben zu rd. 11.350 Hamburger Wohngebäuden mit rd. 68.450 Wohnungen erhoben werden (Rücklaufquote rd. 20 %). Der Rücklauf wurde anschließend entlang fortgeschriebener Daten der amtlichen Statistik nach dem Baualter, der Einbausituation (freistehend, einseitig bzw. beidseitig angebaut) und der Gebäudegröße sowie der Eigentumsform gewichtet.

Baualter und Eigentumsform

Das Baualter ist von zentraler Bedeutung, weil jede Bauepoche typische Konstruktionsweisen und Materialien aufweist, die den Heizwärmebedarf entscheidend beeinflussen. Zudem bestimmen die Gebäudegröße sowie die Einbausituation (freistehend, einseitig angebaut, in Reihe) die Fläche der thermischen Hülle und ihre Aufteilung auf die verschiedenen Bauteile und damit den Energieverbrauch. Zudem wurden die Eigentümertypen entsprechend ihres Marktanteils berücksichtigt. Hintergrund sind potenziell unterschiedliche Sanierungsintensitäten und Belegungsdichten, die jeweils Einfluss auf den Endenergieverbrauch der Gebäude haben.⁵

Im Ergebnis konnte damit erstmals ein repräsentatives Abbild der energetischen Ausgangssituation im Hamburger Wohngebäudebestand vorgelegt und als empirische Grundlage für die Berechnungen in der Machbarkeitsstudie verwendet werden.

4 Befragungsinhalte (u. a.): Eigentumsform, Gebäudegröße/-typ, Denkmalschutz, Fassadentyp, Heizungsart und Energieträger, energetische Modernisierungen differenziert nach Zeitpunkt, Bauteil und Umfang, Energieverbrauch/-bedarf.

5 Die Studie stellt grundsätzlich vor allem auf den Endenergieverbrauch ab, wobei Angaben zum Endenergiebedarf entsprechend GEG mittels Kalibrierung in Verbrauchswerte überführt werden (vgl. hierzu ausführliche Ausführungen in den Abschnitten 1.3 und 1.4)

1.1 Struktur, Baualter und Eigentumsform

Ausgangsbasis für die Beschreibung der aktuellen Hamburger Wohngebäudestruktur ist die Abbildung des Gebäudebestands anhand der zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung aktuellsten Zensusdaten (2011). Ausgehend davon ist eine Differenzierung des Gebäudebestands nach Baualtersklasse, Anzahl an Wohnungen, Einbausituation und Eigentumsform möglich. Anhand der statistisch erfassten Neubautätigkeit und der Wohnungsabgänge der amtlichen Statistik erfolgte eine Fortschreibung des Gebäudebestands zum Stand 31.12.2020.⁶

Zensusdaten als Grundbaustein

Tabelle 1: Gebäudebestand mit Wohnraum differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudetyp

Baualtersklasse	Ein- und Zweifamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Insgesamt	
Vor 1919	11.601	7 %	13.143	15 %	24.744	9 %
1919 – 1948	25.768	15 %	9.592	11 %	35.359	14 %
1949 – 1978	72.686	41 %	44.160	51 %	116.846	45 %
1979 – 1986	15.179	9 %	4.665	5 %	19.844	8 %
1987 – 1990	7.050	4 %	1.054	1 %	8.104	3 %
1991 – 1995	7.350	4 %	2.489	3 %	9.839	4 %
1996 – 2000	8.762	5 %	3.127	4 %	11.889	5 %
2001 – 2004	6.265	4 %	1.266	1 %	7.531	3 %
2005 – 2008	6.300	4 %	1.137	1 %	7.437	3 %
2009 und später	14.758	8 %	5.445	6 %	20.204	8 %
Insgesamt	175.718	100 %	86.078	100 %	261.797	100 %

Quelle: Fortschreibung Zensus 2011 mittels Baufertigstellungen und Gebäudeabgang⁷

Insgesamt gibt es in Hamburg rund 261.800 Gebäude mit Wohnraum. Quantitativ dominieren auch im Stadtstaat Hamburg die Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH) mit rund 175.700 Gebäuden. Dies entspricht einem Anteil von knapp 67 %. Ein Großteil der Hamburger Wohngebäude wurde in den Jahren von 1949 bis 1978 gebaut: Im EZFH-Segment liegt der Anteil bei 41 %, im Segment der Mehrfamilienhäuser (MFH) sogar bei 51 %. Neubauten der Baualtersklasse ab 2009 nehmen demgegenüber mit rund 8 % (EZFH) bzw. 6 % (MFH) einen nur vergleichsweise geringen Anteil ein.

Ein Großteil der Wohngebäude sind EZFH und vor 1979 erbaut

⁶ Die Abgänge werden statistisch in Wohneinheiten erfasst (nicht jedoch auf Gebäudeebene und auch nicht differenziert nach weiteren Merkmalen wie beispielsweise dem Baujahr). Im Rahmen der Fortschreibung erfolgte daher eine Schätzung auf Basis des Abgleichs von Neubautätigkeit und Bestandveränderungen auf Gebäudeebene.

⁷ [Zensus 2011]

Circa 80 % der Wohnungen befinden sich in MFH

Der Hamburger Gebäudebestand umfasst 982.400 Wohnungen, ungefähr 80 % davon befinden sich in Mehrfamilienhäusern. Die Verteilung des Wohnungsbestandes auf die Baualtersklassen entspricht im Wesentlichen der Verteilung der Gebäude auf die Baualtersklassen. Die durchschnittliche Wohnfläche je Wohneinheit liegt in Ein- und Zweifamilienhäusern bei rund 116 m² sowie bei 66 m² in Mehrfamilienhäusern.

Tabelle 2: Wohngebäudebestand differenziert nach Einbausituation und Gebäudetyp

Einbausituation	Ein- und Zweifamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Insgesamt
Freistehendes Gebäude	48 %	28 %	41 %
Doppelhaushälfte (einseitig angebautes Gebäude)	21 %	6 %	16 %
Gereihtes Gebäude (beidseitig angebautes Gebäude)	31 %	66 %	43 %

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümerbefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011⁸

Die Einbausituation der Häuser ist relevant für die energetische Betrachtung

Zur Beschreibung der aus energetischen Gesichtspunkten wichtigen Einbausituation wurde auf die Definition aus dem Zensus 2011 zurückgegriffen. Der Hamburger Wohngebäudebestand lässt sich somit nach freistehenden Gebäuden, Doppelhaushälften (einseitig angebaute Gebäude) sowie gereihten Gebäuden (beidseitig angebaute Gebäude) unterteilen. Die Ein- und Zweifamilienhäuser wurden zu einem großen Teil in freistehender Form errichtet (48 %), wohingegen im Mehrfamilienhaussegment gereichte bzw. beidseitig angebaute Gebäude dominieren (66 %).

Einbausituationen variieren stark nach Baujahr

Im Zeitverlauf sind deutliche Verschiebungen dieser Einbausituation zwischen den Baualtersklassen festzustellen. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern dominierten bis 1948 die freistehenden Gebäude mit Anteilen von rund 65 %. In den Baujahren von 1949 bis 2000 zeigt sich im Einfamilienhaussegment eine Verschiebung hin zu flächensparenden Bauformen. So hat sich in dieser Bauperiode der Anteil der freistehenden Gebäude mit rund 38 % annähernd halbiert. Im Mehrfamilienhaussegment ist das gereichte Gebäude bis in die Baualtersklassen der 1990er Jahre der häufigste Gebäudetyp, zumeist als Block- oder Zeilenbau. Ab dem Jahr 2000 zeigt sich eine Trendumkehr hin zu freistehenden Mehrfamilienhäusern. Der Anteil neu gebauter freistehender Mehrfamilienhäuser hat mit 66 % in der jüngsten Baualtersklasse ab 2009 einen Höchstwert erreicht.

⁸ ibid.

Tabelle 3: Wohngebäudebestand differenziert nach Eigentübertyp und Gebäudetyp

Eigentumsform	Ein- und Zweifamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Insgesamt
Privatpersonen	87 %	28%	68%
Gemeinschaft von Wohnungseigentümern/-innen (WEG)	4 %	28 %	12 %
Wohnungsbaugenossenschaft	3 %	16 %	8 %
Kommune oder kommunales Wohnungsunternehmen	3 %	14 %	7 %
Privatwirtschaftliches Wohnungsunternehmen und andere	1 %	12 %	5 %
Bund oder Land bzw. Organisation ohne Erwerbszweck	1 %	2 %	1 %

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümerbefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011⁹

Hamburger Wohngebäude befinden sich zu 80 % im Besitz von Privatpersonen bzw. Wohneigentümergeinschaften (WEG). Erwartungsgemäß ist dieser Anteil bei den Ein- und Zweifamilienhäusern mit 91 % deutlich höher. Die Eigentümerstruktur im MFH-Segment stellt sich differenzierter dar, aber auch hier ist der überwiegende Teil der Gebäude in privatem Besitz (56 %). Wohnungsbaugenossenschaften (16 %), die landeseigene SAGA Unternehmensgruppe (14 %) sowie privatwirtschaftliche Wohnungsunternehmen (12 %) besitzen ebenfalls größere Teile des Gebäudebestandes. Bei weiterer Differenzierung nach der Gebäudegröße zeigt sich, dass der Anteil der Privatpersonen/WEG bei zunehmender Gebäudegröße ab- und der Anteil der institutionellen Eigentümerinnen und Eigentümer zunimmt. Allerdings sind größere Mehrfamilienhäuser mit 13 und mehr Wohnungen noch zur Hälfte im Besitz von Privatpersonen/WEG.

Der Hamburger Gebäudebestand ist größtenteils in Hand von Privatpersonen

9 ibid.

1.2 Aktueller energetischer Sanierungszustand

Unterscheidung nach drei Modernisierungszuständen

Ziel der Eigentümerinnen- und Eigentümerbefragung war es, eine Bewertung des Sanierungszustands und der energetischen Gebäudeeigenschaften durchzuführen. Hierzu erfolgte eine Erfassung der durchgeführten Sanierungen differenziert nach den Bauteilen (Außenwände, Fenster, Dachflächen, Geschoss- und Kellerdecken), dem Zeitpunkt und deren Umfang. Mittels eines Punktesystems erfolgte die Zuordnung der Gebäude zu drei Sanierungszuständen.¹⁰

Tabelle 4: Sanierungsstand differenziert nach Baualtersklassen und Sanierungsumfang

Baualterklasse	nicht/gering modernisiert	teilweise modernisiert	umfassend modernisiert
Vor 1919	41 %	41 %	18 %
1919 – 1948	34 %	45 %	21 %
1949 – 1978	33 %	42 %	25 %
1979 – 1986	67 %	28 %	6 %
1987 – 1990	79 %	19 %	2 %
1991 – 1995	84 %	15 %	1 %
1996 – 2000	94 %	6 %	0 %
Insgesamt (bis 1978)	34 %	43 %	23 %
Insgesamt (bis 2000)	44 %	37 %	19 %

Hinweis: Die Ergebnisse beziehen sich auf den Sanierungsstand, nicht jedoch auf den energetischen Standard der Gebäude (siehe 1.3).

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümerbefragung auf Basis von Fortschreibung Zensus 2011¹¹

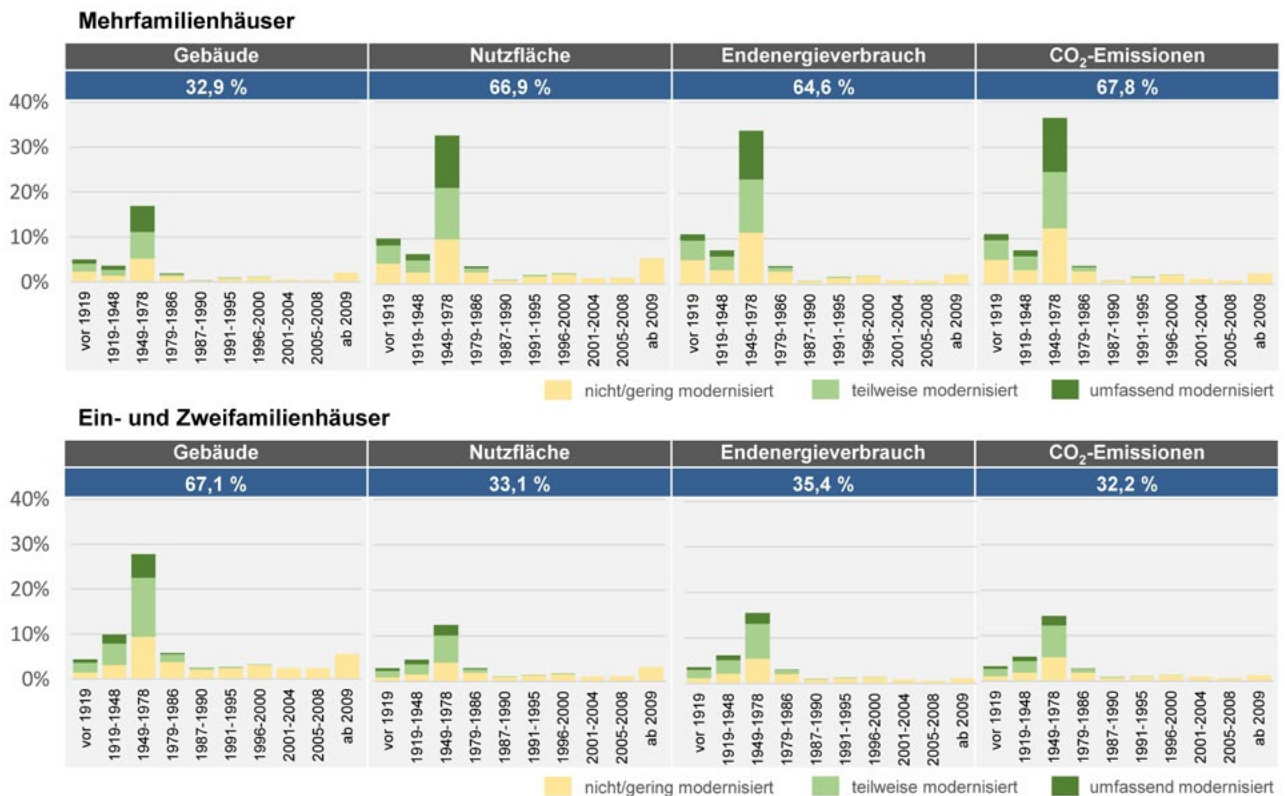
Ein Viertel der bis 1978 realisierten Gebäude wurde umfassend modernisiert

Im Ergebnis zeigt sich, dass in der quantitativ bedeutenden Baualterklasse der Wohngebäude bis 1978 (68 % des gesamten Gebäudebestandes) rund 23 % aller Gebäude umfassend modernisiert sind. Demgegenüber steht ein Gebäudeanteil von ca. 34 %, der nicht oder nur gering modernisiert wurde. Bei der segmentspezifischen Betrachtung zeigt sich, dass der Anteil der umfassend modernisierten Mehrfamilienhäuser in den Baualterklassen bis 1978 mit 29 % deutlich über dem Anteil der umfassend modernisierten Ein- und Zweifamilienhäuser mit nur 19 % liegt.

¹⁰ Das Punktesystem wurde in Anlehnung an die Studie „Integration energetischer Merkmale in Mietspiegeln“ des BBSR entwickelt [BBSR 2010].

¹¹ [Zensus 2011]

Abbildung 1: Übersichtsdiagramm der Anteilsverteilung im Hamburger Wohngebäudebestand bezüglich der Gebäudeanzahl, der Nutzfläche, des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen; differenziert nach Gebäudetypen, Baualtersklassen und Ausgangszuständen



Hinweis: Die Energie- und Emissionswerte beziehen sich auf Raumwärme und Warmwasser exkl. Haushaltsstrom.

Quelle: Mengengerüst zum Hamburger Wohngebäudebestand auf Basis einer umfangreichen Befragung der Wohngebäudeeigentümer in Hamburg (siehe hierzu Gutachterbericht ALP), Darstellung ARGE e.V.

1.3 Endenergieverbrauch und CO₂-Emissionen für Wohnen

Aus den Erhebungsdaten wurden der Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser sowie die CO₂-Emissionen bestimmt. Basis für die Bestimmung des Energieverbrauchs waren die Angaben gemäß Verbrauchsausweis.¹²

Für die Berechnung der emittierten Menge an CO₂ wurde der Energieverbrauch in kWh/m²*a (Kilowattstunden je Quadratmeter und Jahr) mit den Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger multipliziert.

Tabelle 5: Endenergieverbrauch differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudegröße/Gebäudetyp (kWh/m² bezogen auf die Gebäudenutzfläche, Insgesamt in Millionen kWh)

Baualtersklasse	Ein- und Zweifamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Insgesamt	
	kWh/ m ²	Insgesamt	kWh/ m ²	Insgesamt	kWh/ m ²	Insgesamt
Vor 1919	172,5	466	143,2	1.452	149,3	1.918
1919 – 1948	171,1	783	149,4	935	158,6	1.719
1949 – 1978	166,3	1.955	137,6	4.224	145,6	6.179
1979 – 1986	145,8	398	135,2	484	139,8	882
1987 – 1990	124,5	145	118,4	100	122,0	245
1991 – 1995	124,6	167	112,1	203	117,4	370
1996 – 2000	121,0	200	108,8	261	113,8	461
2001 – 2004	109,2	119	85,6	122	95,9	241
2005 – 2008	82,2	96	70,3	81	76,3	176
Ab 2009	51,4	156	52,1	255	51,9	411
Insgesamt	143,7	4.485	128,5	8.116	133,5	12.601

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümerbefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011¹³

Hohe Energieeffizienz der nach 2009 errichteten Gebäude

Für sämtliche Hamburger Gebäude mit Wohnraum wurde ein Endenergieverbrauch von 12,6 TWh (Terawattstunden) pro Jahr ermittelt.¹⁴ Annähernd die Hälfte des Endenergieverbrauchs wird in der anteilig dominierenden Baualtersklasse der Gebäude von 1949 bis 1978 emittiert. Ein Vergleich des Energieverbrauchs mit den Anteilen der Gebäudenutzfläche der jeweiligen Baualtersklassen zeigt, dass die älteren Gebäude insgesamt eine vergleichs-

¹² Sofern keine Angabe des Verbrauchs auf Basis des Energieverbrauchsausweis vorlag, erfolgte eine Imputation der Energieverbrauchskennwerte. Hierzu wurde mittels einer Regressionsanalyse der Energieverbrauch in Abhängigkeit der Merkmale Baujahr, Gebäudegröße, Einbausituation, Energieträger und Modernisierungsgrad bestimmt.

¹³ [Zensus 2011]

¹⁴ Im Vergleich zur amtlichen Statistik „Energiebilanz und CO₂-Bilanzen für Hamburg 2020“ [Statistikamt Nord 2022] wurden höhere Verbräuche ermittelt. Ursächlich sind grundsätzlich unterschiedliche Berechnungsansätze. Vgl. ebd.

weise niedrige Effizienz aufweisen. In Summe verbrauchen sämtliche vor 1979 errichteten Gebäude rund 78 % der Energie, haben jedoch nur einen Nutzflächenanteil von 70 %. Umgekehrt entfällt auf Neubauten ab 2009, bei einem Flächenanteil von rund 8 %, nur 3 % des Energieverbrauchs.

Anhand der Gebäudenutzfläche lassen sich die unterschiedlichen Endenergiewerte vergleichen. Über alle Gebäudetypen hinweg liegt der jährliche Endenergieverbrauch bei 133,5 kWh/m².¹⁵ Mehrfamilienhäuser weisen im Verhältnis zur Wohnfläche geringere Außenwand- und Dachflächen auf. Daher sind sie mit durchschnittlich rund 128,5 kWh/m² pro Jahr energieeffizienter als Ein- und Zweifamilienhäuser mit 143,7 kWh/m². Erwartungsgemäß sind Neubauten die mit Abstand energieeffizientesten Gebäude. So ist der jährliche Energieverbrauch je Quadratmeter und Jahr in den Mehrfamilienhäusern der Baualtersklassen bis 1978 fast dreimal so hoch wie der Energieverbrauch der Neubauten ab 2009. Dies ist bei den Ein- und Zweifamilienhäusern noch ausgeprägter: Hier fällt der Energieverbrauch älterer Gebäude mit dem Baujahr vor 1978 3,3-mal so hoch aus wie bei Neubauten mit dem Baujahr ab 2009.

Hoher Energieverbrauch in Altbauten der Baualtersklasse bis 1978

Tabelle 6: CO₂-Emissionen differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudetyp (CO₂ in kg/m² bezogen auf die Gebäudenutzfläche, Insgesamt in 1.000 Tonnen CO₂)

Baualtersklasse	Ein- und Zweifamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Insgesamt	
	CO ₂ in kg/m ²	Insgesamt	CO ₂ in kg/m ²	Insgesamt	CO ₂ in kg/m ²	Insgesamt
Vor 1919	37,1	100	37,2	378	37,2	478
1919 – 1948	36,5	167	36,9	231	36,7	398
1949 – 1978	34,7	408	31,9	979	32,7	1.387
1979 – 1986	29,6	81	26,8	96	28,0	177
1987 – 1990	26,9	31	25,9	22	26,5	53
1991 – 1995	27,8	37	28,2	51	28,0	88
1996 – 2000	22,2	37	23,0	55	22,7	92
2001 – 2004	24,2	26	20,0	28	21,9	55
2005 – 2008	16,3	19	13,1	15	14,7	34
Ab 2009	13,1	40	9,7	48	11,0	87
Insgesamt	30,3	946	30,1	1.903	30,2	2.849

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümerbefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011¹⁶

15 Zum Vergleich: Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW) ermittelt für das Jahr 2021 auf Basis von Daten des Immobiliendienstleisters ista einen Energieverbrauch für Hamburg in Höhe von 138 kWh pro m² Wohnfläche für die Raumwärme (Bezugsgröße: Zwei- und Mehrfamilienhäuser) [DIW 2022]. Bei einem Ansatz von 25 kWh/m² für die Warmwasserbereitung ergibt sich ein Energieverbrauch von 163 kWh/m² pro m² Wohnfläche. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde für das Segment der Drei- und Mehrfamilienhäuser ein Wert in Höhe von 159 kWh pro m² Wohnfläche ermittelt (Raumwärme und Warmwasser).

16 [Zensus 2011]

Wohngebäude in Hamburg emittieren 2,85 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr

Für die Berechnung der CO₂-Emissionen wird der Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasserbereitung mit energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren multipliziert.¹⁷ Insgesamt emittieren die Hamburger Wohngebäude rund 2,85 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr, wobei die älteren Gebäude überproportional viel CO₂ ausstoßen. Unterschiede zum Energieverbrauch zeigen sich jedoch bei der Auswertung der CO₂-Emissionen bezogen auf die Gebäudenutzfläche. Insgesamt stoßen die Hamburger Wohngebäude rund 30,2 kg/m²*a an CO₂ aus. Mehrfamilienhäuser emittieren mit 30,1 kg CO₂ je m² und Jahr jedoch nur minimal weniger als Ein- und Zweifamilienhäuser mit 30,3 kg CO₂ je m² und Jahr. Dieser geringe Unterschied, der sich trotz des im Durchschnitt deutlich geringeren Energieverbrauchs der Mehrfamilienhäuser ergibt, lässt sich vor allem mit dem überproportional hohen Anteil der Fernwärme im Mehrfamilienhaussegment erklären. Der Anteil der mit Fernwärme beheizten Nutzfläche liegt im EZFH-Segment bei nur 4 %, im MFH-Segment bei annähernd 38 %. Als CO₂-Emissionsfaktor wird bei Fernwärme ein Wert von 312 g/kWh angenommen, wohingegen die Hauptenergieträger (Gas: 182 g/kWh, Öl: 250 g/kWh) geringere CO₂-Emissionsfaktoren aufweisen. Entsprechend groß ist das CO₂-Reduktionspotenzial bei einer Dekarbonisierung der Fernwärme.

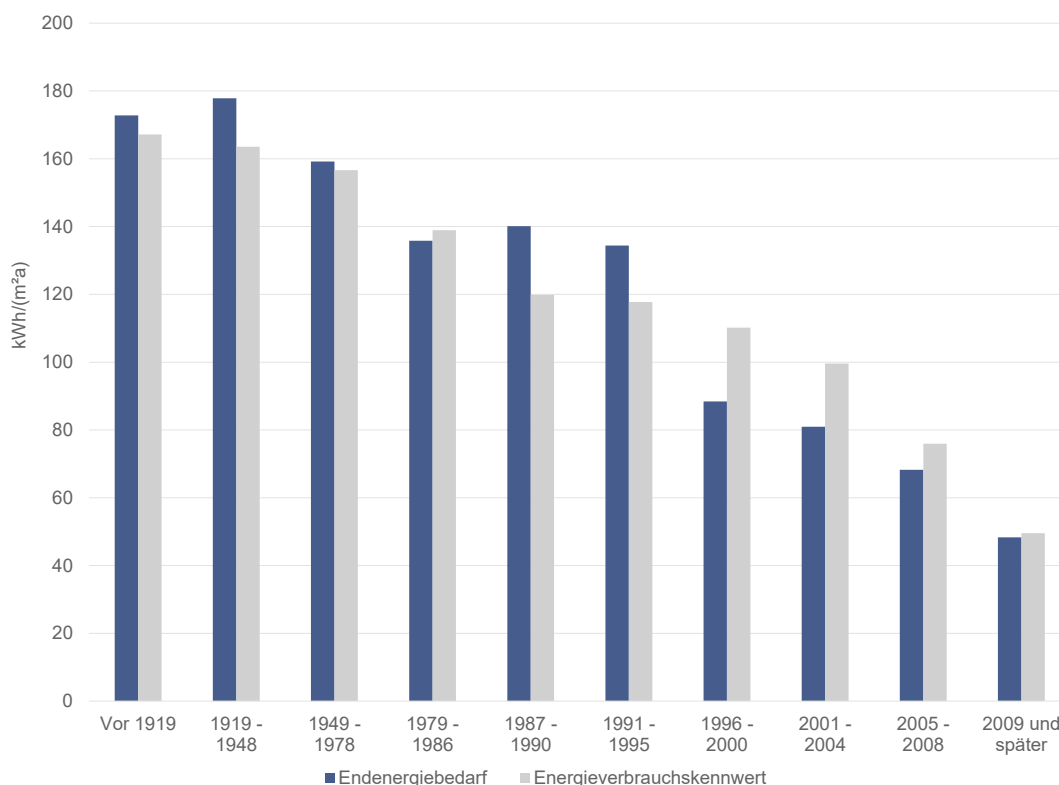
Unterschiede in Energie- verbrauch und -bedarf

1.4 Prebound- und Rebound-Effekt

Mit der Wohngebäudeeigentümbefragung wurden, wie im Abschnitt zuvor dargestellt, auch Angaben zu Energiebedarf und -verbrauch erhoben. Der Energiebedarf wird anhand technischer Regeln unter standardisierten Rahmenbedingungen ermittelt (d.h. ohne Berücksichtigung individueller Heizgewohnheiten). Der Energieverbrauch ergibt sich aus dem tatsächlichen Verbrauch, wie er im einzelnen Objekt anfällt und abgerechnet wird. Beide Werte können erhebliche Unterschiede aufweisen, was auch in den Ergebnissen der Wohngebäudeeigentümbefragung festzustellen war. Ursächlich hierfür sind sogenannte Prebound- und Rebound-Effekte. Als Prebound-Effekt wird ein geringerer tatsächlicher Energieverbrauch (Energieverbrauchskennwert) im Vergleich zum errechneten Energiebedarf (Energiebedarfskennwert) verstanden. Demgegenüber steht der Rebound-Effekt für einen höheren Verbrauch im Vergleich zum berechneten Energiebedarf. Beide Phänomene lassen sich durch das individuelle Heizverhalten der Haushalte erklären und werden mithilfe von Kalibrierungsfaktoren in den ökonomischen und ökologischen Betrachtungen berücksichtigt.

¹⁷ Emissionsfaktoren gemäß Hamburger Klimaplan [Bürgerschaft Hamburg 2019].

Abbildung 2: Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert differenziert nach Baualtersklasse



Quelle: Wohngebäudeeigentümerbefragung, ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung GmbH

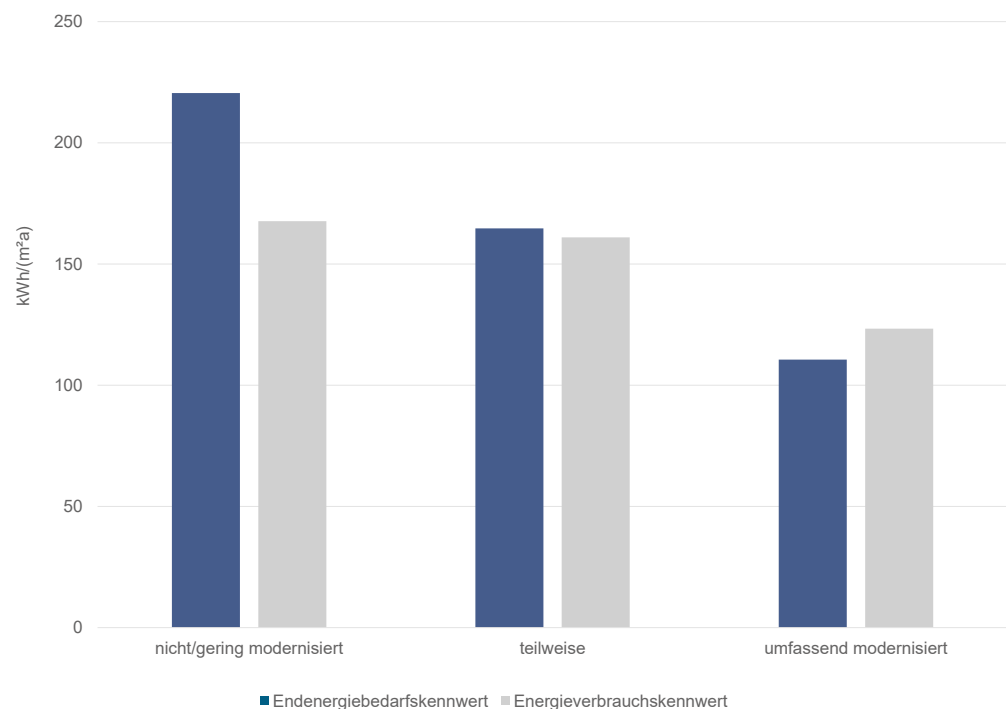
Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, liegt der aus der Befragung ermittelte Energiebedarfskennwert in den älteren Baualtersklassen leicht über dem tatsächlichen Energieverbrauchskennwert. In den jüngeren Baualtersklassen ab 1996 ist das umgekehrte Bild zu erkennen. Besonders deutlich zu erkennen sind die Effekte in der Baualtersklasse 1949 bis 1978. In dieser Baualtersklasse ist der Energieverbrauch hauptsächlich von den bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen abhängig. Bei den nicht oder nur gering modernisierten Gebäuden dieser Baualtersklasse ist ein um rund 24 % geringerer tatsächlicher Energieverbrauch im Vergleich zum theoretischen Energiebedarfskennwert feststellbar. Demgegenüber ist der Energieverbrauch umfassend modernisierter Gebäude 12 % über dem theoretischen Bedarf (vgl. Abbildung 3).

**Energieverbrauch
umfassend modernisierter
Gebäude liegt deutlich
über Bedarfskennwert**

Prebound- und Rebound-Effekt werden bei Berechnungen berücksichtigt

Folgerichtig stellen Prebound- und Rebound-Effekte im Wohngebäudebestand einen wichtigen Faktor für die Bemessung der Wirksamkeit energetischer Maßnahmen dar. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden diese anhand vorliegender Auswertungen von Echtfällen bestimmt und – je nach Ausgangs- und Zielzustand – auch bei der Ermittlung der Veränderung der Heizkosten entsprechend berücksichtigt.¹⁸

Abbildung 3: Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert Mehrfamilienhäuser 1949 bis 1978 differenziert nach Sanierungsumfang



Quelle: Wohngebäudeeigentümerbefragung, ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung GmbH

18 Quelle: Wohngebäudeeigentümerbefragung im Abgleich mit [ARGE 2021]

2 PERSPEKTIVEN DER TRANSFORMATION – KLIMANEUTRALER WOHNGEBÄUDEBESTAND

Dieses Kapitel bildet zunächst Szenarien zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor PHH ab, die ein Kernergebnis der Machbarkeitsstudie darstellen (vgl. Abschnitt 2.1). Mit ihnen werden mögliche Wege zu einem klimaneutralen Wohngebäudebestand im Jahr 2045 beschrieben.

Dem liegen teils aufeinander aufbauende Untersuchungen und Berechnungen unterschiedlichster Art zu Grunde. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten einzeln beschrieben. Dies betrifft zunächst die Energieeffizienz von Gebäudehüllen und die Niedertemperaturfähigkeit der Heizungsverteilsysteme und Baukörper (2.2), gegliedert nach dem allgemeinen Gebäudebestand (2.2.1), speziell auch der besonders erhaltenswerten Bausubstanz (2.2.2) sowie dem Wohnungsneubau (2.2.3). Abschnitt 2.3 wendet sich der Anlagentechnik zu, unter besonderer Berücksichtigung netzgebundener Wärmeversorgungslösungen. Der Einsatz erneuerbarer Energien und klimaneutraler Energieträger unterstützt von der Versorgungsseite her die angestrebte Klimaneutralität (2.4). Weitere Potenziale lassen sich durch quartiersbezogene Lösungen heben und so für die Gesamtszenarien aktivieren (2.5).

2.1 Szenarien zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor privater Haushalte

Kapitel 1 skizziert differenzierte Informationen zum Hamburger Wohngebäudebestand hinsichtlich der energetischen Ausgangszustände und der Wärmeversorgung. Auf dieser Grundlage wurden im Rahmen der Studien drei Szenarien entwickelt, die die Machbarkeit zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor PHH in Hamburg darstellen. Diese Szenarien beinhalten unter anderem verschiedene und spezifische Ansätze zu Sanierungsraten, Sanierungstiefen sowie den zukünftigen Neubaustandards. Des Weiteren sind vertiefende Erkenntnisse zur besonders erhaltenswerten Bausubstanz, zur Umstellung der Wärmeversorgung¹⁹ sowie zu Quartiers- und Fernwärmeausbaupotenzialen in Hamburg eingeflossen. Die Aspekte der Bezahlbarkeit des Wohnens und die Wirtschaftlichkeit der Investitionskosten werden bei den Szenarien ebenfalls berücksichtigt.

Drei Szenarien zur Erreichung der Klimaziele

¹⁹ Auf erneuerbare Energien und klimaneutrale Energieträger (siehe Gutachterbericht Megawatt).

Szenarien bilden Bandbreite der Maßnahmen ab

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den Szenarienbetrachtungen grundsätzlich um mögliche zukünftige Entwicklungen handelt. Insofern ging es bei den Festlegungen für die unterschiedlichen Szenarien darum, Leitplanken zu ermitteln, welche die Bandbreite der möglichen Maßnahmen in Bezug auf Sanierungstätigkeit, bautechnische Standards und Energieversorgung im Sinne eines „Minimal- oder Referenz-Szenarios“ (Szenario 1) sowie eines „Maximal-Szenarios“ (Szenario 3) als Benchmarks aufzeigen (siehe hierzu Tabelle 7 und Tabelle 8 sowie im Detail Gutachterbericht ARGE e.V.). Das mittlere Szenario (Szenario 2) bildet dabei einen Weg ab, der – ebenfalls eine deutlich forcierte Steigerung der Sanierungstätigkeit sowie der Sanierungstiefe voraussetzend – eine weitestgehende Vergleichbarkeit mit unterschiedlichen Leitszenarien zur Klimaneutralität²⁰ zulässt, wie sie auf Bundesebene erarbeitet wurden. Mögliche Minderungen des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen durch einen fortschreitenden Klimawandel und eine damit einhergehende globale Erwärmung wurde in den verwendeten Szenarien nicht in Ansatz gebracht, d.h. die Annahmen und Berechnungen basieren auf dem aktuellen und nicht auf einem für die Zukunft projizierten Klima für Hamburg.

Anwendung des SGMS-Modells

Die Szenarienbetrachtungen wurden anhand des Modells Statische-Gebäude-Matrix-Simulation (SGMS-Modell) durchgeführt. Dieses Modell nutzt die erhobenen Erkenntnisse zum aktuellen Hamburger Wohngebäudebestand und simuliert mit den Daten der Machbarkeitsstudie und der ergänzenden Studien verschiedene Entwicklungsperspektiven für eine zielgerichtete Transformation. Im Ergebnis lässt sich auf diese Weise der Einfluss auf den Endenergieverbrauch, die CO₂-Emissionen, die Wohnkosten sowie den Investitionsbedarf auch für den gesamten Hamburger Wohngebäudebestand realitätsnah ermitteln.

Szenarien 2 und 3 sehen deutliche Reduktion des Energieverbrauchs vor

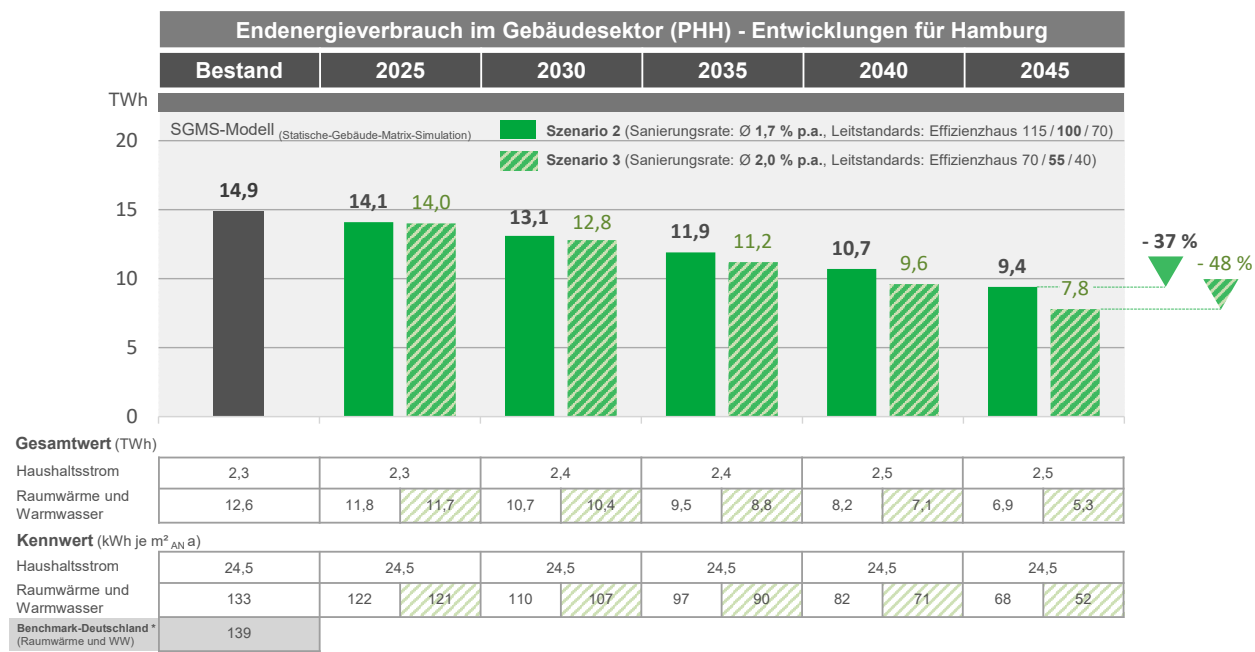
Im Folgenden werden die Hauptergebnisse für die Szenarien 2 und 3 näher ausgeführt. Hingegen wird das Szenario 1 im Ergebnis nicht weiter dargestellt, da bei diesem die Entwicklungen unzureichend ausfallen und somit das übergeordnete Ziel der Klimaneutralität im Hamburger Wohngebäudesektors (PHH) im Jahr 2045 verfehlt werden würde. Auf Grundlage der in den Szenarien hinterlegten Festlegungen, beispielsweise zur Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes, zum effizienten Einsatz zukunftsfähiger Anlagentechnik sowie zum Ausbau der erneuerbaren Energien, ergibt sich für den Hamburger Wohngebäudebestand in den Szenarien 2 und 3 eine deutliche Reduzierung des Endenergieverbrauchs (vgl. Abbildung 4).

²⁰ Vgl. [DENA 2021], [BCG 2021], [S&B STRATEGY 2021], [ARGE 2022].

In Szenario 2 reduziert sich durch die vorgesehenen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen der Endenergieverbrauch gegenüber dem heutigen Niveau bis 2030 um 12 % bzw. 1,8 TWh und bis 2045 um 37 % bzw. 5,5 TWh. Bei alleiniger Betrachtung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser (ohne Haushaltsstrom) liegt die Einsparung zwischen dem heutigen Bestand und dem Bestand im Jahr 2045 sogar bei 45 %.²¹

**In Szenario 2
Energieverbrauchreduktion
um 45 % in 2045**

Abbildung 4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten



* Bauforschungsbericht Nr. 82 der ARGE e.V.: „Wohnungsbau - Die Zukunft des Bestandes“, 02/2022

Hinweis: Die Gesamtwerte beziehen sich auf den Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser sowie Haushaltsstrom.

Quelle: Ergebnisse aus den Simulationsberechnungen nach dem SGMS-Modell, Darstellung ARGE e.V.

21. Üblicherweise vereinbaren Haushalte die Belieferung mit Strom individuell und direkt mit einem Energieversorger. Diese Position steht damit außerhalb der wohnungswirtschaftlichen Betriebskostenabrechnung und wurde als individuelle Kostenposition im weiteren Studienverlauf nicht weiter berücksichtigt

**Einsparung des
Energieverbrauchs im
Szenario 3 im Jahr 2045
bei 48 %**

Aufgrund der gegenüber Szenario 2 nochmals ambitionierteren Festlegungen in Szenario 3, insbesondere zur Umsetzungsgeschwindigkeit energetischer Sanierungen und zu deren Sanierungstiefe, ergibt sich hier eine vergleichsweise höhere Energieeinsparung. Bis 2030 fällt in Szenario 3 der Endenergieverbrauch gegenüber dem heutigen Niveau um 14 % bzw. 2,1 TWh und bis 2045 um 48 % bzw. 7,1 TWh. Auch in diesem Szenario liegt die Einsparung bei alleiniger Betrachtung des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser (ohne Haushaltsstrom) zwischen dem heutigen Wohngebäudebestand und dem Bestand im Jahr 2045 mit 58 % noch deutlich über der vorstehend beschriebenen Entwicklung.

**Umstellung der
Wärmeversorgung auf
erneuerbare Energien
notwendig**

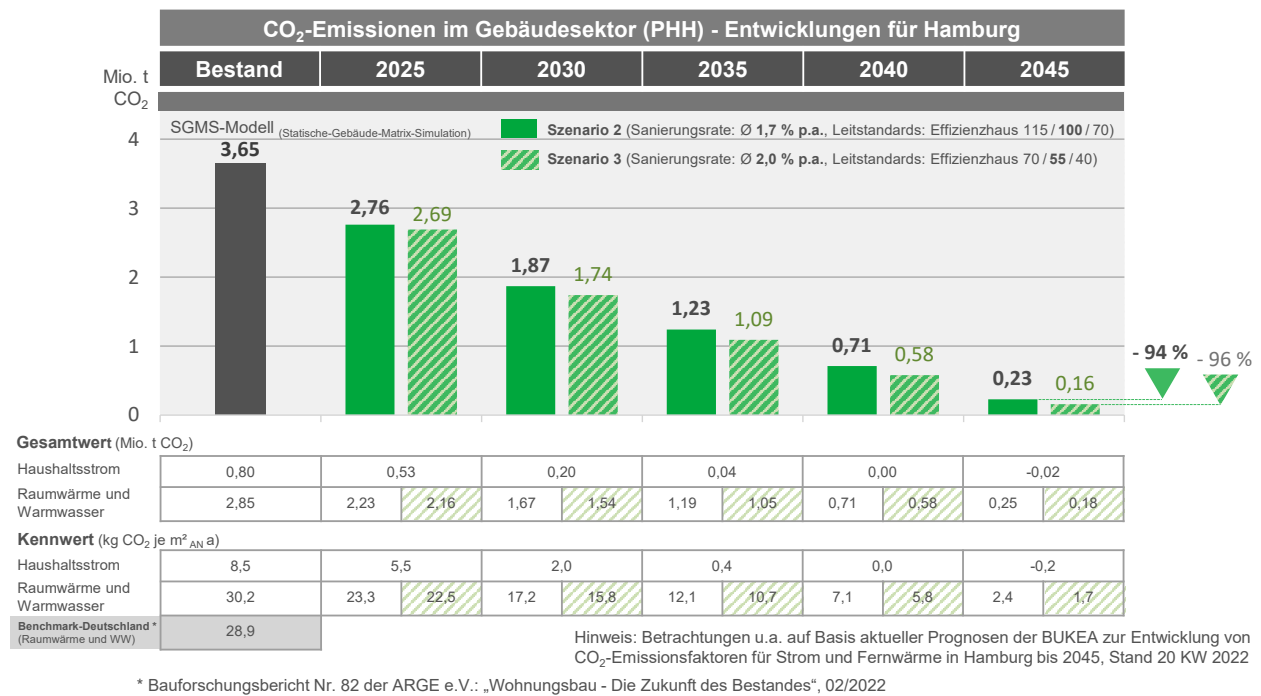
Bei beiden Szenarien macht sich über den baulichen Wärmeschutz hinaus eindeutig der grundlegende Transformationsprozess im Bereich der Wärmeversorgung bemerkbar. Hierbei leistet insbesondere die Umstellung von fossiler Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien – auch bei den bereits umfassend modernisierten Wohngebäuden – einen zentralen Beitrag. Dieser ist auch auf die effiziente und zielorientierte Mischung aus Wärmepumpen, „grüner“ Fernwärme, klimaneutralen Quartierslösungen sowie erneuerbaren bzw. klimaneutralen Energieträgern²² zurückzuführen, bei welcher sich die Wärmepumpe als Schlüsseltechnologie für die zukünftige dezentrale Wärmeversorgung auszeichnet.

**Kosteneinsparungen
bei Umstellung der
Wärmeversorgung möglich**

Aus der Umstellung der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Energien können unter anderem durch die Nutzung von Umweltwärme durch Wärmepumpen und den Einsatz selbsterzeugten Photovoltaik-Stroms (PV) größere Kostenpositionen reduziert werden. Darüber hinaus hat diese aber einen noch stärkeren Einfluss auf die CO₂-Emissionen. Die Veränderungen bei den Energieträgern in Verbindung mit den jeweiligen Dekarbonisierungspfaden führen zu einer deutlichen Beschleunigung der Wärmewende im Hamburger Wohngebäudebestand. Die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes kann hierzu ebenfalls einen wichtigen Beitrag leisten. Neben dem direkten Energie- und Ressourcenschutz unterstützt diese zusätzlich unter anderem einen effizienten Einsatz zukunftsfähiger Anlagentechnik auf Basis von erneuerbaren Energien.

²² Unter erneuerbaren bzw. klimaneutralen Energieträgern sind beispielsweise strombasierte synthetische Brennstoffe und Biomasse zu verstehen. Im Einzelfall ist diesbezüglich zu prüfen, ob prioritär strombasierte (Hybrid-)Systeme zum Einsatz kommen oder ob als Ersatzoption auf nachhaltig erzeugtes Biomethan, grünen Wasserstoff und dessen Folgeprodukte oder andere grüne Gase oder nachhaltige feste oder flüssige Biomasse zurückgegriffen werden kann.

Abbildung 5: Entwicklung der CO₂-Emissionen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten



Hinweis: Die Gesamtwerte beziehen sich auf die CO₂-Emissionen für Raumwärme und Warmwasser sowie Haushaltsstrom.

Quelle: Ergebnisse aus den Simulationsberechnungen nach dem SGMS-Modell, Darstellung ARGE e.V.

Durch die vorgesehenen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen sowie die Veränderungen bei den Energieträgern in Verbindung mit den jeweiligen Dekarbonisierungspfaden ergibt sich in Szenario 2 gegenüber dem heutigen Niveau bis 2030 eine Reduktion der CO₂-Emissionen in Höhe von 49 % bzw. 1,78 Mio. t und bis 2045 in Höhe von 94 % bzw. 3,42 Mio. t CO₂. Somit ergeben sich in Szenario 2 für das Jahr 2045 noch geringe Restemissionen in Höhe von 0,23 Mio. t CO₂.

Szenario 2: Reduktion der CO₂-Emissionen um 94 % bis 2045

In Szenario 3 resultiert durch die gegenüber Szenario 2 nochmals ambitionierteren Festlegungen zum baulichen Wärmeschutz und zum Transformationsprozess im Bereich der Wärmeversorgung eine vergleichsweise etwas höhere Reduktion an CO₂-Emissionen. In Szenario 3 ergibt sich gegenüber dem heutigen Niveau bis 2030 eine Reduktion der CO₂-Emissionen in Höhe von 52 % bzw. 1,91 Mio. t CO₂ und bis 2045 in Höhe von 96 % bzw. 3,49 Mio. t CO₂. Die Restemissionen im Jahr 2045 liegen bei Szenario 3 mit 0,16 Mio. t CO₂ etwas niedriger als in Szenario 2.

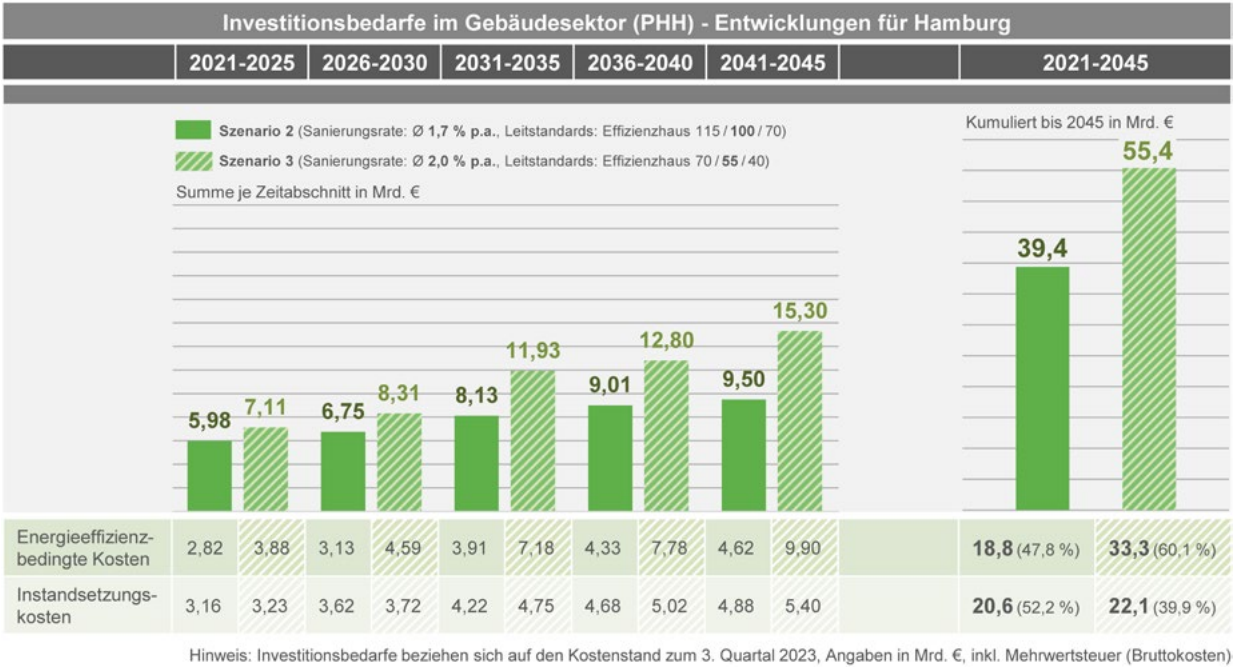
Szenario 3: Reduktion der CO₂-Emissionen um 96 % bis 2045

Ausgleich Restemissionen
mittels Senkenleistungen

Die in den Szenarien 2 und 3 für 2045 ermittelten Restemissionen sind hierbei zum überwiegenden Teil auf den künftigen CO₂-Emissionsfaktor Fernwärme in Hamburg²³ – mit einem Sockel an Emissionen aus der Abfallverbrennung – zurückzuführen. Um das Ziel eines vollständig klimaneutralen Wohngebäudebestandes in Hamburg („Netto-Null“) zu erreichen, sind diese verbleibenden Emissionen sowohl durch nationale als auch städtische Senkenleistungen (z. B. Aufbau natürlicher und technischer Senken) auszugleichen.

Hinsichtlich der Investitionsbedarfe kommt es bei den Szenarien 2 und 3 aufgrund der hinterlegten, teilweise sehr unterschiedlichen Festlegungen (beispielsweise zum baulichen und anlagentechnischen Aufwand bzw. Mehraufwand im Wohngebäudebestand und Wohnungsneubau sowie zur grundsätzlichen Umsetzungsgeschwindigkeit) zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen.

Abbildung 6: Entwicklung der Investitionsbedarfe im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten



Hinweis: Die Gesamtwerte für die Investitionsbedarfe setzen sich aus den energieeffizienzbedingten Kosten und den Instandsetzungskosten zusammen.

Quelle: Ergebnisse aus den Simulationsberechnungen nach dem SGMS-Modell, Darstellung ARGE e.V.

23 Resultierend aus der Planung für die zukünftige Fernwärmeversorgung in Hamburg (Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors für Fernwärme bis 2045 auf Basis aktueller Prognosen der BUKEA Hamburg; Stand: 20 KW 2022).

In Szenario 2, mit deutlich forcierter Steigerung der Sanierungsaktivitäten (50-prozentige Steigerung der Sanierungstätigkeit/Sanierungsquote bis zum Jahr 2030) und ambitionierten energetischen Standards, beläuft sich der bis 2045 kumulierte Investitionsbedarf²⁴ auf ca. 39,4 Mrd. Euro. Ein über 40 % höheres Investitionsniveau (kumuliert 55,4 Mrd. Euro) erreicht dieser in Szenario 3 bei Umsetzung der im Wesentlichen sehr ambitionierten Annahmen aus dem Hamburger Klimaplan von 2019 (noch oberhalb der Festlegungen zu Szenario 2) (vgl. Abbildung 6).

Investitionsbedarf der Szenarien 2 und 3

In diesem Zusammenhang wurden die Investitionsbedarfe für die einzelnen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen in den Szenarien auch differenziert nach energieeffizienzbedingten Kosten und den Instandsetzungskosten im Zeitablauf bis 2045 untersucht (vgl. auch Abbildung 6). Kosten für wohnwertverbessernde Maßnahmen waren hingegen nicht Bestandteil dieser Betrachtungen.

Investitionsbedarf der Szenarien 2 und 3

Da bei Szenario 2 die Umsetzungsgeschwindigkeiten unter anderem so ausgelegt wurden, dass Vorfälligkeiten bei der Erneuerung von Bauteilen der Gebäudehülle und/oder Komponenten der Anlagentechnik²⁵ grundsätzlich vermieden werden, ergeben sich kumuliert mit 18,8 Mrd. Euro gegenüber Szenario 3 wesentlich geringere energieeffizienzbedingte Kosten bis 2045. Das heißt, die Transformation zum klimaneutralen Wohngebäudebestand erfolgt in Szenario 2 konzeptionell unter Wahrung allgemeiner Sanierungszyklen der Gebäude bzw. Gebäudeteile.

Beachtung der allgemeinen Modernisierungszyklen in Szenario 2

Aufgrund der hohen Umsetzungsgeschwindigkeiten in Szenario 3 kommt es indes zu entsprechenden Vorfälligkeiten im Bestand. Gebäude bzw. Gebäudeteile müssen somit auch außerhalb ihrer allgemeinen Sanierungszyklen saniert und energetisch verbessert werden, wodurch die energieeffizienzbedingten Kosten kumuliert mit 33,3 Mrd. Euro bis 2045 um 77 % höher ausfallen als in Szenario 2. Zwar liegen auch die Instandsetzungskosten kumuliert mit 22,1 Mrd. Euro in Szenario 3 über den entsprechenden Kosten in Szenario 2 (20,6 Mrd. Euro), allerdings ist hier der Unterschied mit 1,5 Mrd. Euro bzw. 7 % deutlich geringer und ausschließlich auf die hinterlegte vergleichsweise höhere Sanierungsaktivität zurückzuführen.

Bei Szenario 3 kommt es zu Vorfälligkeiten im Bestand

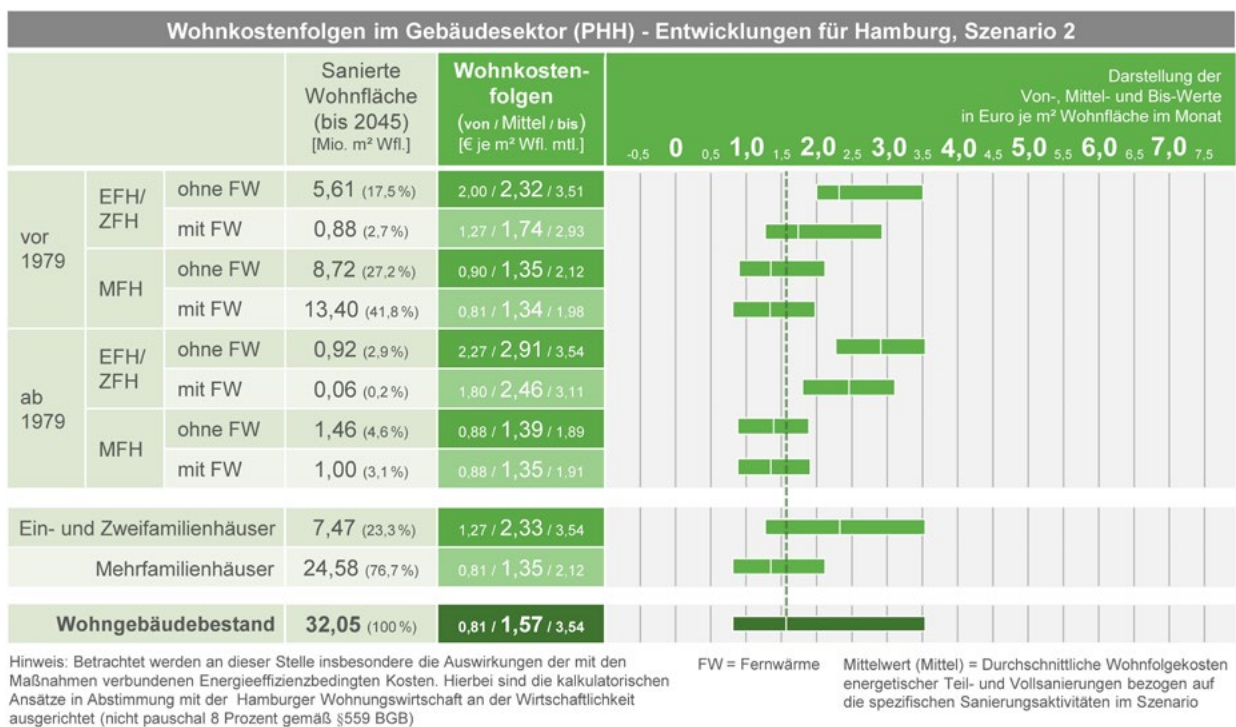
Die Auswirkungen der Maßnahmen des Klimaplans auf die Wohnkosten werden in Kapitel 4 näher beschrieben, die Berechnungen fließen aber auch in die Szenarien zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor PHH mit ein. Folglich werden ebenfalls in Szenario 2 die den entsprechenden Festlegungen und Ansätzen betreffenden Ergebnisse miteinbezogen. Es werden somit die

²⁴ Investitionsbedarfe beziehen sich auf den Kostenstand zum 3. Quartal 2023, Angaben in Mrd. Euro, inkl. Mehrwertsteuer (Bruttokosten).

²⁵ Vermeidung eines Austauschs vor Ablauf der Lebens- und Nutzungsdauer

Wohnkostenfolgen berücksichtigt, die der Sanierungstiefe bis 2030 bei Vollsanierungen im Mittel dem EH 100 entspricht, alle ab 2030 durchgeführten Vollsanierungen erreichen EH 70. Die Sanierungstiefe der Teilsanierungen entspricht den Wohnkostenfolgen für EH 115 (im Mittel bis 2030), ab 2030 werden alle Teilsanierungen mindestens als EH 100 ausgeführt und die dementsprechenden Wohnkosten berücksichtigt (siehe auch Kapitel 2.2.1). Die zugrundeliegenden Technikvarianten sind dabei unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zur Realisierung eines Gesamtoptimums (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.a) die Luft-Wasser-Wärmepumpe und die Fernwärme.

Abbildung 7: Wohnkostenfolgen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg – ohne Förderung



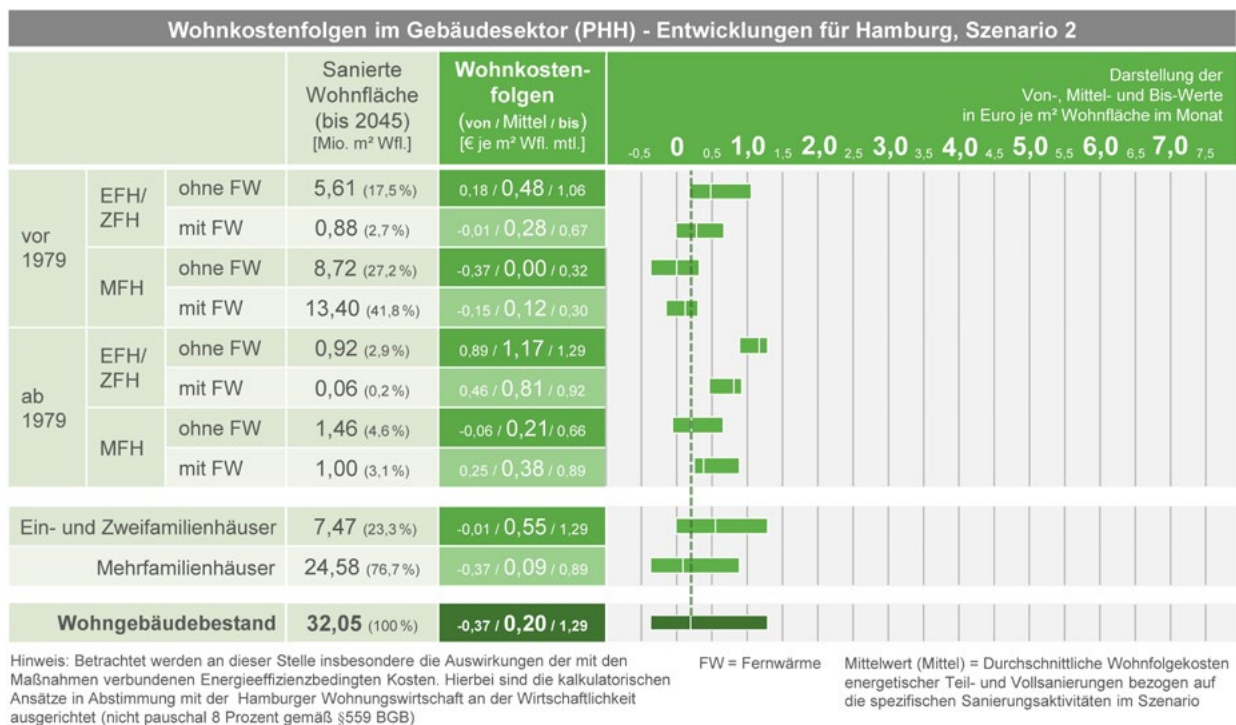
Hinweis: Betrachtet werden an dieser Stelle insbesondere die Auswirkungen der mit den Maßnahmen verbundenen Energieeffizienzbedingten Kosten.

Quelle: Ergebnisse aus den Betrachtungen über Wohnkostenfolgen in Kapitel 4 (RegioKontext) und aus den Simulationsberechnungen nach dem SGMS-Modell, Darstellung ARGE e.V.

Die warmen Wohnkosten (unter Berücksichtigung der Umlage von Modernisierungsinvestitionen, aber auch Energieeinsparungen und infolge des Energieträgerwechsels resultierende Heiz- und Betriebskosten) steigen im Szenario 2 (unter Berücksichtigung der oben benannten Sanierungstiefen und Varianten) der Machbarkeitsstudie ohne Förderung im Mittel um 1,57 €/m² Wohnfläche. Je nach Ausgangs- und Zielzustand der Sanierung und dem Gebäudetyp liegt die Spanne zwischen 0,81 €/m² und 3,54 €/m². Besonders hoch sind diese sog. Wohnkostenfolgen bei der Sanierung der Gebäudehülle von Ein- und Zweifamilienhäusern (gegenüber Mehrfamilienhäusern) sowie im Zusammenhang mit der Umstellung auf Wärmepumpen (verglichen mit der Umstellung auf Fernwärme).

**Wohnkostenfolgen
im Szenario 2 je nach
Ausgangs-/Zielzustand
sehr unterschiedlich**

Abbildung 8: Wohnkostenfolgen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg – mit Förderung



Hinweis: Betrachtet werden an dieser Stelle insbesondere die Auswirkungen der mit den Maßnahmen verbundenen Energieeffizienzbedingten Kosten.

Quelle: Ergebnisse aus den Betrachtungen über Wohnkostenfolgen in Kapitel 4 (RegioKontext) und aus den Simulationsberechnungen nach dem SGMS-Modell, Darstellung ARGE e.V.

Inanspruchnahme von Fördermitteln reduziert Wohnkostenfolgen

Die Inanspruchnahme von Fördermitteln (betrachtet wurde die kumulierte Inanspruchnahme von Bundes- und Landesfördermitteln) reduziert die Wohnkostenfolgen dagegen sehr deutlich auf im Mittel 0,20 €/m² Wohnfläche für Szenario 2 (unter Berücksichtigung der oben genannten Sanierungstiefen und Varianten). Hier liegt das Ergebnis in Abhängigkeit von Ausgangs- und Zielzustand der Sanierung, der Energieversorgungsvariante und dem Gebäudetyp zwischen -0,37 €/m² und 1,29 €/m².

2.2 Energieeffiziente Gebäudehülle und Niedertemperaturfähigkeit

Effizienz bei der Wärmeversorgung ist zu forcieren

Eine möglichst hohe Energie- und Ressourceneffizienz im Hamburger Wohngebäudebestand in Verbindung mit einem höchstmöglichen Anteil erneuerbarer Energien, insbesondere in der Wärmeversorgung, ist in unterschiedlichen Ausprägungen sowohl im Gebäudebestand als auch im Neubau weiter zu forcieren. Hierbei sind beschränkte Flächenressourcen zu beachten und erneuerbare Energien auch im Bereich der Wohngebäude generell effizient einzusetzen.

Wesentliche Bedeutung der richtigen Kombination energieeffiziente Gebäudehülle, Anlagentechnik und erneuerbare Energien

Die energetische Qualität der Gebäudehülle kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten. Unter anderem können durch die Realisierung einer energieeffizienten Gebäudehülle die anfallenden Transmissions- und Lüftungswärmeverluste minimiert und hierdurch folglich in der Regel auch CO₂-Emissionen und Energieverbräuche gemindert werden. Außerdem hat die energetische Qualität der thermischen Hülle beispielsweise direkten Einfluss auf die Effizienz beim Einsatz von Wärmepumpen. Hierbei weisen bereits geringfügige energetische Sanierungsmaßnahmen einen erheblichen Einfluss auf. Vor dem Hintergrund der Präzisierung der Niedertemperaturfähigkeit der Gebäudehülle bei Bestandsgebäuden ist der effiziente Einsatz zukünftiger Anlagentechnik auf Basis erneuerbarer Energien, insbesondere der Einbau von Wärmepumpen, bereits heute in vielen Fällen – bei Geräten auf dem heutigen Stand der Technik – ohne Zusatzsystem und mit hohen Jahresarbeitszahlen möglich.²⁶ Zum Erreichen der Klimaziele im Wohngebäudesektor ist folglich die richtige Kombination aus energieeffizienter Gebäudehülle und Anlagentechnik sowie der Nutzung erneuerbarer Energien von wesentlicher Bedeutung.

Besondere Lösungsansätze bedarf es bei Gebäuden mit beB

Bei der Erstellung von entsprechenden Zukunftsstrategien für Klimaschutzmaßnahmen mit ambitionierten, aber praxisnahen Auslegungen zur Sanierungsrate und -tiefe ist für den Hamburger Wohngebäudebestand unter anderem besonders zu berücksichtigen, dass es hier bereits sowohl einen

²⁶ Siehe hierzu Ergebnisse und Kernaussagen aus der aktuellen Studie des Ing.-Büros Hausladen GmbH zum Einsatz von Wärmepumpen [Endres 2024] sowie [Endres 2024a]

großen Anteil an energetisch teilmodernisierten Gebäuden als auch einen großen Anteil an Gebäuden mit einer energetisch umfassend modernisierten bzw. energieeffizienten Gebäudehülle²⁷ gibt. Des Weiteren ist in diesem Zusammenhang zu beachten, dass eine Vielzahl von Gebäuden in Hamburg – insbesondere in den noch nicht wesentlich modernisierten Gebäudebeständen – mit Sanierungsrestriktionen beispielsweise im Bereich der Fassaden belegt sind.²⁸ Diese Wohngebäudebestände bedürfen spezieller und z. B. im Falle von besonders erhaltenswerter Bausubstanz oftmals auch individueller und innovativer Lösungsansätze.

2.2.1 Ambitionierte und praxisnahe Sanierungsrate und -tiefe

Die aktuelle Sanierungsrate in Hamburg liegt nach durchgeführten umfangreichen Datenerhebungen der ARGE e.V. in Zusammenarbeit mit der privaten und gewerblichen Wohnungswirtschaft im gesamten Wohngebäudebestand derzeit bei etwa 1 % im Jahr – bezogen auf Vollsanierungsäquivalente (resultierend aus energetischen Teil- und Vollsanierungen). Hierbei fällt die Sanierungsrate bei den älteren Gebäuden mit einem Baujahr vor 1979 mit über 1,3 % p.a. folgerichtig wesentlich höher aus als mit ca. 0,3 % p.a. bei den Gebäuden, die ab 1979 bis heute errichtet wurden.²⁹

Aktuelle Sanierungsrate liegt bei 1 %

Die Transformation zu einem klimaneutralen Wohngebäudebestand bis 2045 fordert allerdings eine darüberhinausgehende deutliche Steigerung der energetischen Sanierungsaktivitäten in Hamburg sowie eine weitere zielunterstützende Fokussierung vorrangig auf Gebäudebestände mit großem Potenzial zur Minderung der CO₂-Emissionen und Energieverbräuche (erweiterter „Worst First“-Ansatz).

Erhebliche Zunahme der Sanierungsaktivitäten nötig

Um festzustellen, bei welchen Bestandsgebäuden die größten CO₂-Minderungspotenziale bei gleichzeitig schlechtem energetischem Niveau vorliegen, wurde für den Hamburger Wohngebäudebestand im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie eine umfassende Progressivitätsfolgeanalyse durchgeführt (siehe im Detail Gutachterbericht ARGE e.V.). Diese Analyse zeigt auf,

Progressivitätsanalyse für Hamburg durchgeführt

27 Aktuell verteilt sich der energetische Sanierungszustand in den Baualtersklassen vor 1979 zu jeweils etwa einem Drittel auf die Zustände „umfassend modernisiert“, „teilweise modernisiert“ und „nicht/gering modernisiert“, während sich ca. 60 % des Bestandes ab 1979 bereits im energetischen Standard $\geq$ WSchVO 1995 - im Schwerpunkt $\geq$ EnEV 2002 befinden (siehe Gutachterbericht ALP).

28 Sanierungsrestriktionen bei Gebäuden mit besonders erhaltenswerter Bausubstanz in Hamburg - Kategorie D und E mit einem Anteil von zusammen ca. 15 % des Bestandes vor 1987 (siehe Gutachterbericht complan).

29 Die ARGE e.V. ist seit ihrer Gründung im Jahr 1946 kontinuierlich auf dem Gebiet der angewandten und wissenschaftlichen Bauforschung tätig. Hierzu gehören u. a. die Erhebung und Analyse regionaler sowie überregionaler Bau- und Modernisierungstätigkeit sowie die Erfassung von bautechnischen und bauwirtschaftlichen Daten und deren Zusammenhänge. Auf dieses umfangreiche Datenarchiv der ARGE e.V. konnte im Rahmen dieser Untersuchung auch mit dem Regionalschlüssel „Hamburg“ zur Bestimmung der aktuellen Sanierungsrate im Hamburger Wohngebäudebestand zurückgegriffen werden

welche Gebäude aktuell einen überproportional hohen Anteil an den CO₂-Emissionen und den Energieverbräuchen des Gesamtwohngebäudebestandes in Hamburg aufweisen.

**Insbesondere gering
modernisierte Gebäude vor
1979 identifiziert**

Diesbezüglich wurden insbesondere die Gebäude vor 1979 identifiziert, die bisher noch nicht oder nur im geringen Umfang energetisch modernisiert wurden. In der Progressivitätsfolge schließen dann mit etwas Abstand die Gebäude vor 1979 an, die bisher nur in einem mittleren Umfang modernisiert wurden sowie die Gebäude der Baujahre 1979 bis 1986, die aus energetischer Sicht bisher noch weitestgehend in ihrem Ursprungszustand verblieben sind. Diese Gebäude sind künftig verstärkt in den Fokus von Entwicklungs- und Zielpfaden zu nehmen.

**Individuelle
Sanierungsraten analysiert**

Die Analysen und Ergebnisse zur aktuellen Progressivitätsfolge, zu den derzeit von der Wohnungswirtschaft durchgeführten Sanierungsaktivitäten sowie zur grundsätzlichen Umsetzungsfähigkeit einer ambitionierten, aber praxisnahen Sanierungsrate und -tiefe im Hamburger Wohngebäudebestand lassen individuelle Sanierungsraten zu. Diese sind für Gebäudetypen und Baualtersklassen in Abhängigkeit zu den jeweiligen Ausgangszuständen so festzulegen, dass dadurch möglichst große CO₂-Minderungspotenziale gehoben und Energieverbräuche deutlich reduziert werden können.

**Auswirkungen
verschiedener Maßnahmen
berücksichtigt**

Ausgehend von diesen grundlegenden Erkenntnissen zum Hamburger Wohngebäudebestand wurden unterschiedliche Ansätze für dessen weitere Entwicklung im Zeitablauf bis 2045 untersucht. Hierbei wurden unter anderem auch die Auswirkungen verschiedenartiger Festlegungen zu Maßnahmen des baulichen Wärmeschutzes³⁰, zur Gebäudeeffizienz sowie zur diesbezüglichen Umsetzungsgeschwindigkeit in umfangreichen Simulationsmodellen anhand der Szenarien betrachtet. Durch diese Vorgehensweise lassen sich sowohl Problem- als auch Lösungsbereiche trotz der teilweise äußerst komplexen Sachverhalte und Zusammenhänge für den Hamburger Wohngebäudebestand und Wohnungsneubau aufzeigen und voneinander abgrenzen.

**Energetische
Sanierungsrate langfristig
und nachhaltig gestalten**

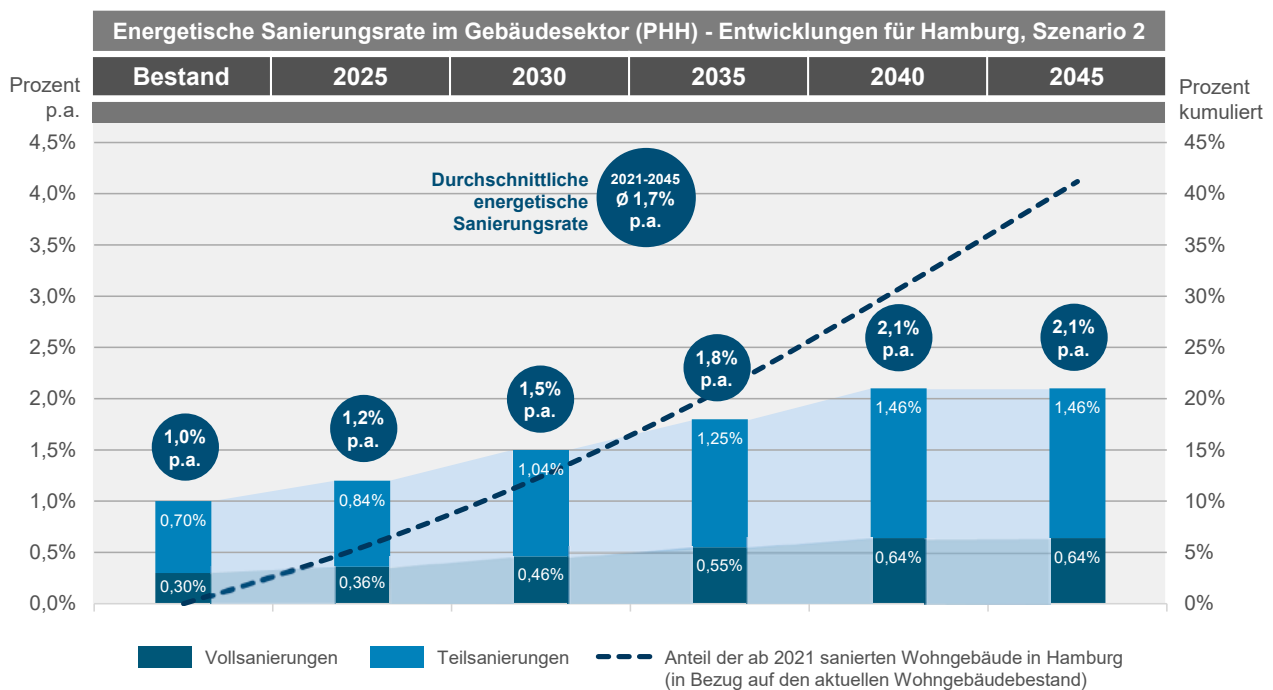
Der CO₂-Entwicklungspfad zur Klimaneutralität berücksichtigt beim Ansatz der energetischen Sanierungsrate im Hamburger Wohngebäudebestand den Umstand, dass sich die Sanierungsrate aufgrund derzeit vorhandener Material- und Lieferengpässe, knapper Baukapazitäten sowie des allgemeinen Fachkräftemangels und eines nicht zu vernachlässigenden enormen Preisanstieges bei den Bauleistungen etc. nur langfristig (und nicht ab sofort), dafür aber nachhaltig erhöhen lässt.

³⁰ Hier sind insbesondere die energetischen Zielstandards und die damit verbundenen unterschiedlichen Maßnahmen für die einzelnen Gebäudetypen an den jeweiligen Gebäuden (Bauteile der Gebäudehülle) gemeint.

Nach den Ergebnissen der Simulationen in Szenario 2 wird im Hamburger Wohngebäudebestand trotz der vorgenannten Problematiken eine durchschnittliche energetische Sanierungsrate ausgedrückt in Vollsanierungsäquivalenten von 1,7 % p.a. bis zum Jahr 2045 als realistisch umsetzbar erachtet. Hierfür ist die energetische Sanierungsrate bis zum Jahr 2030 auf ca. 1,5 % p.a. und bis 2040 auf min. 2,1 % p.a. zu steigern. Bei dieser Umsetzungsgeschwindigkeit kumuliert sich der rechnerische Anteil der sanierten Wohngebäude in Hamburg – über die bereits bis 2021 energetisch sanierten Gebäude hinaus (siehe Punkt 1.2 „Aktueller Sanierungszustand (energetisch)“) – auf zusätzlich ca. 40 %³¹ im Jahr 2045 (in Vollsanierungsäquivalenten).

Entwicklung der Sanierungsrate bis 2045

Abbildung 9: Entwicklung der energetischen Sanierungsrate im Hamburger Wohngebäudebestand – Szenario 2 – in Form von Vollsanierungsäquivalenten (resultierend aus energetischen Teil- und Vollsanierungen)



Quelle: Gutachterbericht ARGE e.V., 2022

Parallel zur Steigerung der Sanierungsrate ist es ebenfalls erforderlich, die Sanierungstiefe zu erhöhen. Dementsprechend wurde in Szenario 2 unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Wirtschaftlichkeits- und Sozialverträglichkeitsanalysen (siehe Kapitel 4 „Klimapfade bezahlbar und

Gleichzeitige Steigerung der Sanierungstiefe

³¹ In Bezug auf den gesamten Wohngebäudebestand 2045 inkl. Abriss, Bestandsersatz und Neubau

sozialverträglich gestalten“) für die Vollsanierungen das Anforderungsniveau Effizienzhaus 100 ab dem Jahr 2023 (im Mittel bis 2030) und Effizienzhaus 70 ab 2030 angenommen. Hingegen wurde für die Teilsanierungen das Anforderungsniveau Effizienzhaus 115 ab 2023 (im Mittel bis 2030) und Effizienzhaus 100 ab 2030 in Ansatz gebracht.

Szenario 1 führt in 2045 zu höherem Endenergieverbrauch

Im Vergleich hierzu ergibt sich aus der in Szenario 1 hinterlegten nur moderaten Fortentwicklung des aktuellen Geschehens in der Bauwirtschaft inkl. der damit verbundenen geringeren energetischen Sanierungsaktivitäten ein kumulierter Anteil sanierter Wohngebäude in Hamburg von zusätzlich ca. 30 % (in Vollsanierungsäquivalenten) im Jahr 2045. Dieses führt unter anderem auch in Verbindung mit der vergleichsweise geringeren Sanierungstiefe in Szenario 1 zu einem höheren Endenergieverbrauch in 2045 als in Szenario 2.

Geringerer Endenergieverbrauch in Szenario 2 und 3

Hingegen ergibt sich durch die sehr ambitionierten Annahmen insbesondere bezüglich der Sanierungsrate und -tiefe in Szenario 3 ein geringerer Endenergieverbrauch im Jahr 2045 als in Szenario 2. Der kumulierte, rechnerische Anteil sanierter Wohngebäude in Hamburg steigt in Szenario 3 auf zusätzlich ca. 50 % im Jahr 2045 bei gleichzeitig deutlich höheren energetischen Zielstandards.

Tabelle 7: Übersicht der Festlegungen bezüglich der durchschnittlichen energetischen Sanierungsrate und der Sanierungstiefen für die betrachteten Szenarien von heute bis 2045

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Durchschnittliche energetische Sanierungsrate:			
Durchschnitt der Modernisierungsaktivitäten von heute bis 2045	1,3 % p.a.	1,7 % p.a.	2,0 % p.a.
Kumulierter Anteil der ab 2021 über die bereits bis heute energetisch sanierten Gebäude hinaus zusätzlich	ca. 30 %	ca. 40 %	ca. 50 %
Sanierungstiefe bei Voll- bzw. Teilsanierungen			
Ab 2023 ansteigend im Mittel bis 2030	EH 115 (Vollsan.)	EH 100 (Vollsan.) bzw. EH 115 (Teilsan.)	EH 55 (Vollsan.) bzw. EH 70 (Teilsan.)
Ab 2030 bis 2045	EH 100 (Vollsan.) bzw. im Mittel EH 115 (Teilsan.)	EH 70 (Vollsan.) bzw. EH 100 (Teilsan.)	EH 40 (Vollsan.) bzw. EH 55 (Teilsan.)

Quelle: Gutachterbericht ARGE e.V., 2022

2.2.2 Relevanz und Chancen besonders erhaltenswerter Bausubstanz und Denkmäler

Über eingetragene Baudenkmale hinaus gibt es in Hamburg noch eine wesentlich größere Anzahl an Gebäuden, die ebenfalls als schutzwürdig einzuordnen und als besonders erhaltenswerte Bausubstanz zu klassifizieren sind. Diese können vornehmlich aus dem baukulturellen Verständnis zur Stadtidentität und somit zur authentischen Bewahrung von Orts- und Stadtbildern, insbesondere von prägenden Straßenzügen oder Quartieren, bestimmten Sanierungsrestriktionen unterliegen, welche umfassende energetische Sanierungen teilweise einschränken oder gegebenenfalls hemmen.

Die mit der Studie Stadtbild und Klimaplan ermittelten Daten zu den jeweiligen Anteilen der besonders erhaltenswerten Bausubstanz inkl. Baudenkmale bei den verschiedenen Gebäudetypen und -clustern des Wohngebäudebestandes geben in diesem Zusammenhang einen guten quantitativen und räumlichen Überblick über baukulturell bedeutsame städtebauliche Strukturen in Hamburg (siehe Gutachterbericht complan).

Insgesamt sind demnach etwa 41 % der Baublöcke in Hamburg, die hauptsächlich Wohngebäude mit einem Baualter bis 1987 enthalten, als besonders erhaltenswerte Bausubstanz einzustufen. Bei weiterer Differenzierung zur Einschätzung der Möglichkeiten von energetischen Sanierungen unter Berücksichtigung des Erhalts der Stadtgestalt in Überlagerung mit bestehenden Denkmälern, städtebaulichen Erhaltungsverordnungen und -bereichen fallen etwa 15 % der Hamburger Wohngebäude mit einem Baualter bis 1987 dabei in die Kategorien D und E (das entspricht ca. 10 % der gesamten Wohngebäudeadressen).³² Diese Gebäude sind mit Sanierungsrestriktionen beispielsweise im Bereich der Fassaden belegt und sollten somit von außen gar nicht oder nur teilweise gedämmt werden. 20 % der Hamburger Wohngebäude mit einem Baujahr bis 1987 fallen in die Kategorie C, bei der eine Fassadendämmung nur mit einer qualitätssichernden gestalterischen Begleitung erfolgen sollte.

Eine besondere Bedeutung liegt hierbei auch in der Tatsache, dass diese Sanierungsrestriktionen insbesondere auf die noch nicht wesentlich modernisierten Gebäudebestände vor 1979 entfallen. Folglich sind bei der energetischen Sanierung dieser Wohngebäude individuelle und innovative Lösungsansätze zu konzipieren, welche in der Regel aber nicht die gleichen Sanierungstiefen und -erfolge umfassen bzw. realisieren können und dabei im Vergleich zu den allgemeinen energetischen Sanierungen meist höhere

Für beB bedarf es einer differenzierten Betrachtung der energetischen Sanierung

Sanierungsrestriktionen liegen vor allem bei Gebäuden bis 1987 vor

Individuelle und innovative Lösungen für Gebäude mit beB

³² Kategorien A bis E (A: Keine besonders erhaltenswerte Bausubstanz, kein Denkmal oder Erhaltungsbereich, B: Erhalt der Stadtgestalt mit Fassadendämmung möglich, C: Erhalt der Stadtgestalt mit Fassadendämmung unter fachlicher Begleitung möglich, D: Erhalt der Stadtgestalt nur mit Dämmung der rückwärtigen Fassaden, E: Erhalt der Stadtgestalt ohne Fassadendämmung)

Wohnkostenfolgen nach sich ziehen, sofern die unterbleibende Dämmung von Außenwänden durch aufwändigere Maßnahmen an anderen Bauteilen zumindest teilweise ausgeglichen wird.

Gebäude mit beB in Simulationsberechnungen hinterlegt

Für die betreffenden Gebäudebestände mit Sanierungsrestriktionen wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie deshalb auf Basis der Typengebäude zu berücksichtigende Sonderbetrachtungen zu bautechnischen Einschränkungen bei der Ausführung von Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Die Ergebnisse über die energetischen und monetären Auswirkungen in Bezug auf die besonders erhaltenswerte Bausubstanz in Hamburg wurden bei den entsprechenden Wohngebäudebeständen in den Simulationsberechnungen hinterlegt.

beB hat zunehmende Relevanz bei Erreichung der Klimaziele

Hierbei zeigt sich grundsätzlich, dass besonders erhaltenswerte Bausubstanz zum Erreichen der Klimaneutralität im Hamburger Wohngebäudesektor der PHH immer stärker an Bedeutung gewinnt, je ambitionierter die energetischen Zielstandards bzw. die Klimaschutzziele in der Sanierung ausgelegt werden. Dieser Umstand resultiert aus der Tatsache, dass die Möglichkeiten der energetischen Erneuerung in den Gebäuden mit besonders erhaltenswerter Bausubstanz vergleichsweise begrenzt sind.³³ Aus diesem Wissen heraus ergibt sich, dass der zeitgemäße und adäquate Umgang mit besonders erhaltenswerter Bausubstanz im Hamburger Wohngebäudebestand auch eine zunehmende Relevanz bezüglich der bis 2045 realisierbaren Einsparziele aufweist.

2.2.3 Innovative (CO₂-optimierte) Neubauten

Berücksichtigung des Neubaus für die Erreichung der Klimaneutralität

Da der heutige und zukünftige Wohnungsneubau³⁴ voraussichtlich rund ein Zehntel des Hamburger Wohngebäudebestandes im Jahr 2045 ausmachen wird, sollte auch bei diesen Gebäuden das energetische Anforderungsniveau auf das Erreichen einer möglichst frühzeitigen Klimaneutralität ausgerichtet werden. Allerdings ist hierbei zu bedenken, dass die Relevanz des Neubaus gegenüber der Bestandssanierung um ein Vielfaches geringer ist. Zur Veranschaulichung dieses Sachverhaltes können die Ergebnisse der Simulationsberechnungen herangezogen werden, wonach in allen drei Szenarien trotz unterschiedlicher Anforderungsniveaus im Zeitablauf der Anteil des Neubaus am Gesamtverbrauch bzw. an den Gesamtemissionen des Hamburger Wohngebäudesektors (PHH) im Jahr 2045 im niedrigen einstelligen Bereich liegt.

³³ Nach den Ergebnissen der Sonderbetrachtungen zu bautechnischen Einschränkungen bei der Ausführung von Modernisierungsmaßnahmen z. B. in besonders erhaltenswerte Bausubstanz der Kategorie E ist aufgrund der vorhandenen Sanierungsrestriktionen i.d.R. max. das energetische Anforderungsniveau Effizienzhaus Denkmal umsetzbar

³⁴ Hamburger Wohnungsneubau ab 2021

In Szenario 2 wird der energetische Standard im Neubau – abgesehen von einer kurzen Übergangszeit bis 2025 – im Kern durch einen CO₂-Äquivalenz-Standard zum Effizienzhaus 40 gebildet. Bei solch innovativen bzw. CO₂-optimierten Neubauten ist der Fokus neben einer energieeffizienten Gebäudehülle und zukunftsfähigen Anlagentechnik ebenfalls direkt auf eine Minimierung der CO₂-Emissionen zu legen. Hierbei ergibt sich das Anforderungsniveau bezüglich der CO₂-Emissionen zum einen im Vergleich zum aktuellen Effizienzhaus 40 und zum anderen vom Ziel der Klimaneutralität 2045 her. D.h. die Gebäude in diesem energetischen Standard sind so auszulegen, dass sie ausgehend vom CO₂-Niveau eines Effizienzhauses 40 spätestens bis 2045 keine CO₂-Emissionen mehr emittieren. Die Anforderungen an die Gebäudehülle orientieren sich in diesem Zusammenhang an den jeweils geltenden GEG-Vorgaben, um hierdurch Planerinnen und Planern die notwendige Freiheit zu geben, für den jeweiligen Einzelfall die optimale Lösung aus Dämmung der Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Energieversorgung zu wählen. Auf diese Weise lassen sich mit den finanziellen Ressourcen höchstmögliche CO₂-Einsparungen vor dem Hintergrund technologieoffener Lösungen erreichen.

**Energetischer Standard im
Neubau ist CO₂-Äquivalenz
zu EH 40**

Im Gegensatz hierzu ist in Szenario 3 eine sofortige (ab 2023) Anhebung des Anforderungsniveaus im Neubau auf das Niveau eines Effizienzhauses 40 vorgesehen worden. Bei diesem energetischen Standard, der von seiner Systematik her den Fokus auf eine energieeffiziente Gebäudehülle und zukunftsfähige Anlagentechnik legt, lässt sich aber nur bedingt auf dessen Klimawirksamkeit schließen (bezüglich der CO₂-Emissionen sind bei den aktuellen Effizienzhaus-Standards keine Grenzwerte definiert). Aus diesem Grund wird auch in Szenario 3 spätestens ab 2040 ein entsprechender CO₂-neutraler Standard für den Neubau angenommen.

**Fokus auf energieeffiziente
Gebäudehülle und
Anlagentechnik**

In Szenario 1 ist diese Entwicklung noch durch eine Staffelung im zeitlichen Ablauf auf Basis aktueller Effizienzhaus-Standards ergänzt worden. Hierdurch besteht bis zur vorgesehenen Umsetzung des Anforderungsniveaus eines Effizienzhauses 40 noch eine Übergangszeit bis zum Jahr 2025. Ab 2040 wird aber auch in Szenario 1 von einem CO₂-neutralen Standard als Mindeststandard für den Neubau ausgegangen.

Tabelle 8: Übersicht der Festlegungen bezüglich der energetischen Standards im Neubau für die betrachteten Szenarien von heute bis 2045

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Neubau	ab dem Jahr 2023 Effizienzhaus 55 (im Mittel bis 2025), ab dem Jahr 2025 Effizienzhaus 40, ab dem Jahr 2040 CO ₂ -neutraler Standard	ab dem Jahr 2023 Effizienzhaus 55 (im Mittel bis 2025), ab dem Jahr 2025 CO ₂ -Äquivalenz-Standard zum Effizienzhaus 40, ab dem Jahr 2040 CO ₂ -neutraler Standard	ab dem Jahr 2023 Effizienzhaus 40, ab dem Jahr 2040 CO ₂ -neutraler Standard

Quelle: Gutachterbericht ARGE e.V., 2022

2.3 Erneuerbare Energien am Gebäude

Basis der Untersuchung zur Nutzung erneuerbarer Energien im und am Gebäude bilden zwölf Typengebäude, welche unterschiedliche Gebäudearten, Baualtersklassen sowie Anbausituationen und Gebäudegrößen exemplarisch für den Hamburger Gebäudebestand abbilden, inklusive Varianten zu besonders erhaltenswerter Baukultur und Neubau.

Verbleibende Energieträger dekarbonisieren

Für jedes Typengebäude wurde eine Potenzialanalyse zur Nutzung erneuerbarer Energien durchgeführt, welche die Nutzung solarer Strahlungsenergie durch Solarthermie (ST) und PV sowie die Nutzung von Wärmepumpen (WP) auch unter Einbindung oberflächennaher Geothermie durch Erdkollektoren und -sonden untersucht. Auf Basis dieser Ergebnisse wurden vier Versorgungsvarianten erarbeitet (vgl. Abbildung 10):

- Variante 1 (V1): Erdgaskessel, Solarthermie als Vakuum-Röhren-Kollektor (VRK) und PV,
- Variante 2 (V2): Sole-Wasser-WP in Kombination mit Erdsonden und PV,
- Variante 3 (V3): Luft-Wasser-WP und PV,
- Variante 4 (V4): Anschluss an das Fernwärmenetz (Hamburger Verbundnetz) und PV.

Variante 1 wird nicht weiterverfolgt, da Ziele hier bis 2045 nicht realisierbar sind

Diese vier Varianten wurden anschließend einem ökologischen und ökonomischen Vergleich unterzogen. Die Auswahl an Varianten bildet nach derzeitigem Stand der Technik die Optionen mit der höchsten Realisierbarkeit im Bestand und Neubau ab. Variante 1 bildet derzeit noch den Mindeststandard gemäß gültigem Gebäudeenergiegesetz ab. Es gilt jedoch zu beachten, dass die Stadt Hamburg bis spätestens Mitte 2026 einen kommunalen Wärmeplan vorlegen muss. Sobald der Wärmeplan vorliegt, gilt für Bestandsgebäude, dass mindestens 65 % erneuerbare Energien genutzt werden müssen. Folglich läuft die Variante 1 aus und es sind geltende Übergangsfristen zu beachten. Darüber hinaus ist Variante 1 aufgrund der Erdgasversorgung nicht geeignet,

die Klimaneutralitätsziele bis zum Jahr 2045 zu erreichen und wurde daher in der Zusammenstellung der Szenarien in der Studie nicht weiter berücksichtigt.

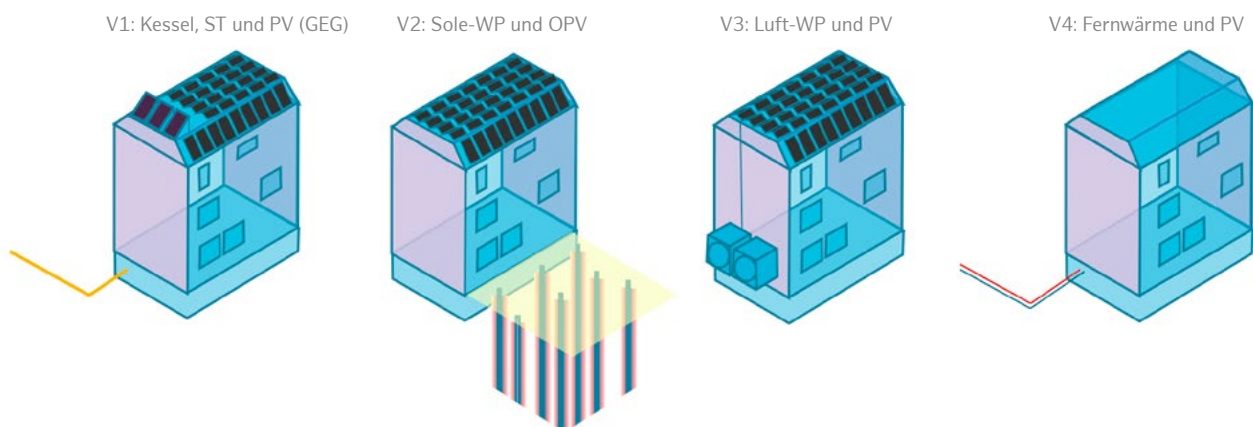
Neben der Umstellung der Wärmeversorgung wurden als „Sofort-Maßnahmen“ ferner sogenannte geringinvestive Maßnahmen (GIM) zur Einsparung von Wärme bzw. CO₂-Emissionen ökonomisch und ökologisch untersucht. Zu den untersuchten Maßnahmen zählen unter anderem ein hydraulischer Abgleich, der Einsatz smarter Heizungsthermostate mit Fensterkontakt, die Sanierung von Rohrisolierungen und der Einbau von Hocheffizienzpumpen. Durch die geringinvestiven Maßnahmen können in der Regel keine Effizienzhaus-Standards (EH-Standards) erreicht werden, jedoch Effizienzverbesserungen, welche schnell und mit geringem finanziellem Aufwand erreichbar sind.

Für die Bestandsgebäude wurden hierbei die Bedarfs- bzw. Verbrauchswerte der Sanierungszielzustände Effizienzhaus 115 (EH 115), EH 100, EH 70, EH 55 und EH 40 bzw. für den Neubau die Standards nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) EH 70, EH 55 und EH 40 zu Grunde gelegt. Dies erfolgte unter Berücksichtigung von Kalibrierungsfaktoren, welche Differenzen von theoretischen Bedarfswerten und realen Verbrauchswerten operationalisieren und damit dem Rebound- und Prebound-Effekt berücksichtigen (vgl. Kapitel 1.4). Für jeden Zielzustand wurde eine individuelle und optimierte Anlagendimensionierung vorgenommen, um Emissionen, Investitions- und Betriebskosten für jede Variantenkombination individuell ermitteln zu können (vgl. Kapitel 2.4).³⁵

**Effizienzverbesserungen
durch GIM schnell
umsetzbar**

**Kalibrierung und
Anlagendimensionierung
vorgenommen**

Abbildung 10: Exemplarische Darstellung der Technikvarianten am Mehrfamilienhaus



Quelle: MegaWatt Ingenieurgesellschaft mbH

35 [ARGE 2021]

Ökologische Berechnung und Auswertung der Typengebäude

Die ökologische Berechnung und Auswertung der Typengebäude umfasste hierbei die gebäudeindividuelle Energiebilanz nach Energieträgern und nach Sanierungszuständen bzw. Gebäudestandards.³⁶ Absoluter und spezifischer Primärenergiebedarf (QP) bzw. -verbrauch der Energieversorgung wurden ausgewiesen und die Überprüfung der damit einhergehenden Anforderungen an QP zur Erreichung der EH-Standards vorgenommen. Die mit der Energieversorgung verbundenen absoluten und spezifischen CO₂-Emissionen wurden unterteilt nach Energieträgern und unter anteiliger Anrechnung von PV-Strom gemäß GEG 2021 ausgewiesen. Der Ausweis der CO₂-Emissionen erfolgte unter Berücksichtigung der zukünftig zu erwartenden Dekarbonisierung der Energieträger Fernwärme und Strom ebenfalls für die Stützjahre 2030 und 2045. Hierzu wurden die mit der Auftraggeberin abgestimmten Dekarbonisierungspfade zu Grunde gelegt (vgl. auch Tabelle 9). Die Ergebnisse der ökologischen Berechnungen, insbesondere die spezifischen Primärenergiebedarfe und CO₂-Faktoren, liegen auf der Basis der berechneten Endenergiebedarfsdaten der Typengebäude sowohl ohne als auch mit Kalibrierung hin zum tatsächlichen Energieverbrauch vor. Die ökologischen Berechnungen basieren auf dem Endenergieverbrauch, berücksichtigen also ebenfalls Prebound- und Rebound-Effekte.

PV-Strom von besonderer Bedeutung für Dekarbonisierungspfade

Die Nutzung und Erzeugung von PV-Strom stellt ein wesentliches Element der Dekarbonisierungspfade dar, weil die Erzeugung am Gebäude die lokalen Emissionen senkt und wirtschaftliche Abhängigkeiten vom Gesamtsystem verringert. Der im Rahmen dieser Studie angesetzte Strompreis ergibt sich folglich als Mischpreis aus dem Haushaltsstrom und dem eigengenutzten PV-Strom. Gleichzeitig wird durch die Einspeisung des Überschussstroms in das Stromnetz der Dekarbonisierungspfad des Bundesstrommix gestützt. Die Berechnung des Eigenstromanteils zur Abschätzung der ökologischen und ökonomischen Effekte der Eigenstromnutzung erfolgte nach GEG-Methodik 2021. Mit der Novellierung des GEG ist nun ein Monatsbilanzverfahren bei der Berechnung des anrechenbaren Eigenstromanteils anzuwenden. Die hierdurch auftretenden Änderungen in den Ergebnissen liegen im niedrigen einstelligen Prozentbereich und wurden daher als nicht signifikant bewertet. Somit wurde im Rahmen der Kostenaktualisierung der Machbarkeitsstudie auf eine Umstellung des Berechnungsverfahrens zur Bestimmung des Eigenstromanteils verzichtet. Der Anteil des anrechenbaren PV-Stroms variiert je nach Zielzustand der Gebäudehülle.

Investitionskosten umfassen sämtliche Kostengruppen

Die ökonomische Berechnung und Auswertung der Umstellung der Energieversorgung für die einzelnen Typengebäude umfasst eine detaillierte Schätzung der Investitionskosten zur Umsetzung der Versorgungsvarianten nach Zielzu-

³⁶ Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors für Fernwärme bis 2045 auf Basis aktueller Prognosen der BUKEA Hamburg; Stand: 20. KW 2022.

ständen, welche im Rahmen der vorliegenden Kostenaktualisierung umfassend überarbeitet wurde. Die Ermittlung der mittleren jährlichen Kosten (Annuität) erfolgt nach der Richtlinie VDI 2067 und umfasst sämtliche Kostengruppen (kapitalgebundene, betriebsgebundene- und bedarfsgebundene Kosten sowie sonstige Kosten). Die ökonomischen Ergebnisse liegen sowohl auf der Basis der berechneten Endenergiebedarfsdaten der Typengebäude sowie mit Kalibrierung hin zum tatsächlichen Energieverbrauch (inkl. Prebound- und Rebound-Effekten) vor. Die ökonomischen Berechnungen im Rahmen dieser Studie basieren auf dem Endenergieverbrauch, berücksichtigen also die Prebound- und Rebound-Effekte.

Entscheidend für die Auswirkungen auf die Wohnkosten, die durch die Umsetzung der Technikvarianten entstehen, ist der Anteil der umlagefähigen Kosten, die sog. Modernisierungsumlage. In diesem Zusammenhang wurde durch Megawatt erstmalig eine Methodik entwickelt, mit welcher der prozentuale umlagefähige Anteil der Investitionskosten für die verschiedenen Versorgungsvarianten ermittelt werden kann. In Abhängigkeit von der Wärmeversorgung nach gesetzlichem Mindeststandard und Instandsetzungsanteilen, welche den Ausgangszustand des Gebäudes berücksichtigen, wurde in Abstimmung mit Expertinnen und Experten aus der Wohnungswirtschaft für jeden Zielzustand und jedes Typengebäude die prozentuale Modernisierungsumlage ermittelt und ausgewiesen.

Die Ergebnisse gehen in die Erstellung der verschiedenen Szenarien für die Gesamtstadt ein.

Ermittlung der Modernisierungsumlage für die Wohnkosten

2.4 Beschleunigung der Wärmewende durch erneuerbare Energien und klimaneutrale Energieträger

Zur Dekarbonisierung des Wärmesektors stehen mehrere Technik-Optionen zur Verfügung, die sich durch verschiedene Entwicklungspfade und Anforderungen auszeichnen. Beim Einbau eines Kessels kann Klimaneutralität grundsätzlich nur über klimaneutrale Brennstoffe erreicht werden. Bei den Varianten mit Wärmepumpen ist der Dekarbonisierungspfad des Stromsektors entscheidend. Ausgehend von den Dekarbonisierungsfahrplänen des Bundes und der Stadt Hamburg, die in dieser Studie herangezogen wurden, wird beim nationalen Strommix wie auch bei der Fernwärme davon ausgegangen, dass bis 2045 Klimaneutralität erreicht wird. Hierbei wird zukünftig eine kombinierte Wärmeversorgung mit kontinuierlich wachsenden regenerativen Anteilen sowohl über das Gasnetz als auch über das Stromnetz und das Fernwärmenetz realisiert.

Entscheidend für die ökologische Bewertung der Alternativen sind die spezifischen Emissionsfaktoren, die den CO₂-Anteil jedes Energieträgers zum

Kombinierte Wärmeversorgung wird an Bedeutung gewinnen

jeweiligen Zeitpunkt auf dem Klimaanpassungspfad beziffern. Bei der Bearbeitung der Studie wurde in enger Abstimmung mit der zuständigen Behörde die folgenden Werte angesetzt:

Tabelle 9: Dekarbonisierungspfad Strom und Fernwärme Freie und Hansestadt Hamburg

Jahr	Spez. Emissionsfaktoren [gCO ₂ /kWh]		
	Strom	Fernwärme	Erdgas
2020	348	318	201
2030	83	152	201
2045	-7	75	201

Quelle: Basis aktueller Prognosen der Stadt Hamburg; Stand: KW 20/2022

Erstellung der spezifischen Emissionsfaktoren

Die Emissionsfaktoren wurden auf Basis der Verursacherbilanz von Hamburg gemäß Statistikamt Nord bzw. Klimaplan der Stadt Hamburg angesetzt. Bei der Fernwärme wurde nach der sog. Finnischen Methode³⁷ gerechnet. Für die Projektion bis 2030 und 2045 wurden die Faktoren aus den Untersuchungen zur parallel laufenden Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes angesetzt. Beim Erdgas wurde keine Änderung des Emissionsfaktors angesetzt.

Brennstoffbasierte Lösungen durch erneuerbare Energien ersetzen

Der Pfad des zukünftigen Hamburger Wärmesystems muss somit zur Zielerreichung prioritär in Richtung Sektorenkopplung (Wärmepumpen) und Nutzung von Fernwärme ausgerichtet werden. Brennstoffbasierte Lösungen unter Einsatz fossiler Energieträger sollten grundsätzlich lediglich eine Übergangslösung darstellen. Unter anderem aufgrund begrenzter Umsetzungskapazitäten wird es aber erforderlich sein, die verbleibende Lücke bis zur Klimaneutralität über Brennstoffe, basierend auf erneuerbaren Energien bzw. klimaneutralen Energieträgern, zu schließen. Zu diesen Energieträgern zählen u. a. Biomasse, grüner Wasserstoff und andere strombasierte synthetische Brennstoffe. Aufgrund der absehbaren Knappheiten und Konkurrenzen werden Lösungen unter Einsatz von nachhaltig erzeugtem Biomethan, grünem Wasserstoff und dessen Folgeprodukten oder anderen grünen Gasen sowie nachhaltiger fester oder flüssiger Biomasse im Wohngebäudesektor wirtschaftlich in jedem Fall sehr herausfordernd sein.

Wasserstoff und synthetische Brennstoffe bilden durch die hohen Umwandlungsverluste keinen effizienten Weg ab, um aus Strom als Ausgangsenergie-

³⁷ Die sog. Finnische Methode vergleicht die gekoppelte Erzeugung mit zwei Referenzsystemen (Strom und Wärme). Die Brennstoffaufteilung des KWK-Prozesses wird maßgeblich durch die Referenzwerte bestimmt.



träger Raumwärme auf niedrigen Temperaturniveaus bereitzustellen. Besonders mit Blick auf hocheffiziente Wärmepumpen wird der Stromsektor insgesamt hingegen deutlich stärker beansprucht, der Bedarf an Ausbaukapazitäten für erneuerbaren Strom wird somit weiterhin deutlich steigen. Weiterhin müssen für den Einsatz elektrischer Wärmepumpen Niedertemperaturwärmequellen erschlossen werden. Speziell in verdichteten innenstädtischen Bereichen führt dies aufgrund mangelnder Flächenverfügbarkeit sowie bestehender Lärmschutzrestriktionen zu Herausforderungen. Hier bietet sich häufig die leitungsgebundene Versorgung über ein Wärmenetz an, welches die zentrale Erschließung von Wärmequellen auf geeigneten Flächen erlaubt. Bei der Nutzung von Biomasse sind die nachhaltig verfügbaren Potenziale ebenfalls stark begrenzt. Wesentliche Steigerungen der Potenziale sind auf Grund der geringen Flächeneffizienz nicht zu erwarten. Auch hier ist die Nutzung aus gesamtsystemischer Sicht im Bereich der Hochtemperaturen oder flexibler Optionen im Strom- und Wärmesektor zu priorisieren. Einsatzmöglichkeiten ergeben sich im Wärmesektor unter anderem in der Spitzenlastanwendung in Wärmenetzen und dezentralen Systemen, wenn andere Erzeuger den Bereich nicht sinnvoll abdecken können. Ein Einsatz als alleiniger Brennstoff in Wärmeerzeugungssystemen sollte nach Möglichkeit vermieden werden und nur in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen.

Zusammenfassend ergibt sich der eindeutige Befund, dass energetische Sanierung und bautechnische Modernisierung eng abgestimmt erfolgen müssen. Bei der Haustechnik ist, wo möglich, ein Anschluss an Fernwärmenetze zu favorisieren. Jenseits dessen ist zumeist einer Variante mit Wärmepumpe der Vorzug zu geben. In allen Fällen müssen die Energieträger, durch welche der verbleibende Energiebedarf gedeckt wird (wie z. B. Strom bei Wärmepumpe, Brennstoffe bei Fernwärme), systematisch und nachhaltig dekarbonisiert werden.

Verbleibende Energieträger dekarbonisieren

2.5 Quartiere als Teilbaustein des Klimaschutzes

Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung von Gebäuden können Vorteile aufgrund von Skaleneffekten oft erst in größeren Zusammenhängen ausspielen, so lohnt sich beispielsweise die Erschließung regenerativer Wärmequellen häufig erst ab einem gewissen Wärmebedarf. Aus diesem Grund gilt ein besonderer Fokus der Machbarkeitsstudie den Handlungsoptionen, die sich auf der Ebene des räumlichen Zusammenhangs eines Quartiers ergeben.

Modellierung einer alternativen Wärmeversorgung für Quartierslösung

Zur Validierung eines Quartiersansatzes als CO₂-reduzierende Maßnahme wurden in einem ersten Schritt zehn Hamburger Quartierskonzepte hinsichtlich der Verbrauchsstruktur, der CO₂-Minderung und der Gebäudestruktur ausgewertet. Aufgrund der sehr heterogenen Gebäudestruktur und häufigen Vorzugsvarianten auf Basis von Erdgas (Blockheizkraftwerk (BHKW) und Spitzenlastkessel) konnte keine „Blaupause“ für eine zukunftsfähige Wärmeversorgungslösung auf Basis bestehender Quartierskonzepte identifiziert werden (Lock-In-Effekt). Vor diesem Hintergrund modellierte die Megawatt Ingenieurgesellschaft eine alternative Wärmeversorgung, ausgehend von erneuerbaren Energien und unter Berücksichtigung der Struktur der Eigentumsformen und der Gebäude, der Anzahl der Gebäude sowie der Flächenanteile. Unterstellt wurde für dieses Quartier eine netzgebundene Wärmeversorgung auf Basis von Wärmepumpen (Erdsonden und Luft), die unabhängig von den lokalen Ausgangsbedingungen theoretisch überall umsetzbar ist. Diese Quartierslösung wurde ökologisch und ökonomisch gleichwertigen dezentralen Versorgungslösungen gegenübergestellt.

Quartierslösungen flexibler gegenüber der Betrachtung von Einzelgebäuden

Der Vorteil der Quartierslösung ist vor allem qualitativer Art und ein Lösungsansatz, um die Unsicherheiten bei Berechnungen idealisierter Typengebäude abzumildern. Besonders in dicht bebauten Gebieten werden sich in der Realität nur selten die idealtypischen Gebäude mit den entsprechenden Flächen zur Nutzung von u. a. Umweltwärme oder Photovoltaik wiederfinden lassen. Wenn die Gebäude nicht als Einzelgebäude betrachtet werden, sondern im Quartiersverbund, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Flächenverfügbarkeit flexibler gestalten lässt, da die Freiraumgestaltung des Quartiers eher an die Belange der Energieversorgung angepasst werden kann. Am Einzelgebäude ist dieser Spielraum lediglich in deutlich geringerem Umfang gegeben. Voraussetzung für eine sinnvolle Betrachtung des Quartiers als Gesamteinheit mit gemeinsamer Wärmeversorgung ist eine ausreichend hohe Wärmelinienichte im Quartier, um einen ökonomisch sinnvollen Betrieb der Wärmenetze zu ermöglichen und die Netzverluste über die Leitungslänge so gering wie möglich zu halten. Die Wärmelinienichte (MWh/m*a) beschreibt das Verhältnis aus dem jährlichen Wärmebedarf der angeschlossenen Gebäude (MWh/a) und der zum Anschluss der Gebäude/ Abnehmer benötigten Trassenlänge (m). Damit eignet sich die Wärmelinienichte (WLD) zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzbetriebs

Die Stärken der netzgebundenen Quartierslösung werden in der individuellen Betrachtung deutlich sichtbar. So werden bei einer homogenen Eigentümerstruktur im Quartier schneller Sanierungsmaßnahmen umgesetzt und die Erreichung der Klimaneutralität beschleunigt, da homogene Gebäudestrukturen mit einheitlichen, bzw. wiederverwendbaren Planungsgrundlagen ein zusätzliches Kosteneinsparpotenzial darstellen. Technisch ist die Verfügbarkeit von geeigneten Flächen und erneuerbaren Energiequellen im räumlichen Zusammenhang des individuellen Quartiers ausschlaggebend, um gegenüber den dezentralen Wärmepumpenlösungen Kosteneinsparungen für den Bau und den Betrieb zu ermöglichen. Eine frühere Erreichung der Klimaneutralität im Quartier unterstützt die Allokation von CO₂-Restbudgets und kann durch Kosteneinsparungen knappe Sanierungsbudgets der Eigentümerinnen und Eigentümer entlasten.

Beschleunigte Erreichung der Klimaneutralität durch Quartiere möglich

Der Anschluss an das Hamburger Fernwärmeverbundnetz ist im Vergleich zum reinen Quartiersansatz die derzeit günstigste Option der Wärmeversorgung. Ökologisch bietet die Fernwärme nach der Hamburger Verursacherbilanz gegenüber einer zentralen oder dezentralen Wärmepumpenlösung noch keinen Vorteil auf Grund des derzeit hohen Anteils fossiler Energieträger (vgl. Tab. 9). Durch die Dekarbonisierung wird die Fernwärme sukzessive weniger CO₂-Emissionen aufweisen. Infolgedessen kann so die Energieversorgung aller Gebäude, die an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, zentral in einem Schritt dekarbonisiert werden.

Derzeit hoher Anteil fossiler Energieträger für Fernwärme

Auf Basis der Ergebnisse zum synthetischen Quartier und der Auswertung der exemplarischen Quartierskonzepte konnten Leitfragen sowie Erfolgskriterien für die Umsetzung von Quartiersansätzen definiert werden, die als Kriterien zur Entscheidungsfindung bei der Umsetzung von Quartierslösungen hinzugezogen werden können (vgl. Tabelle 10).

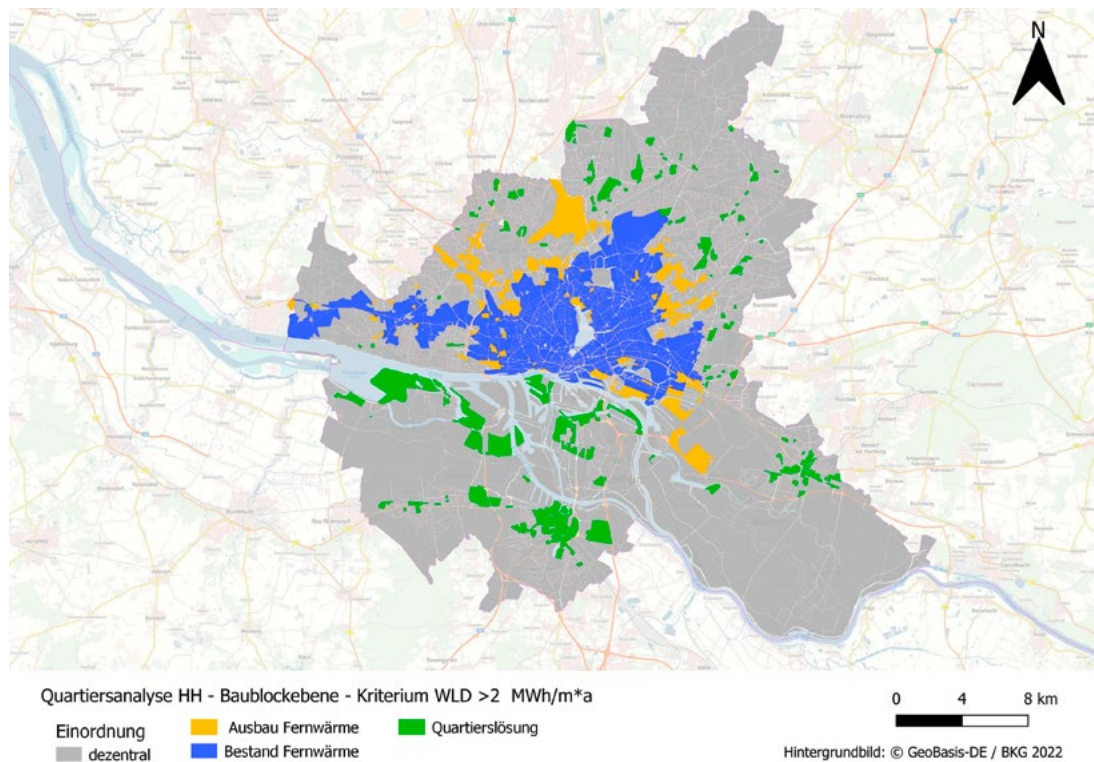
Leitfragen als Entscheidungshilfe zu Quartierskonzepten

Neben der Erarbeitung von Leitfragen und Erfolgskriterien zur Entwicklung von Quartierslösungen konnten potenzielle Quartiere auf Baublockebene identifiziert werden, die eine ausreichend hohe Wärmeliniendichte (MWh/m*a) aufweisen, um eine netzgebundene Lösung tendenziell wirtschaftlich umzusetzen. Zur ökonomischen Bewertung wurden die mittleren Wärmeliniendichten über alle Hausanschlüsse je Baublock ausgewertet (vgl. Abbildung 11). In Absprache mit der Auftraggeberin wurde eine wirtschaftliche Wärmeliniendichte >2 MWh/m*a als notwendiges Kriterium für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung angesetzt. Den Baublöcken wurde zugeordnet, ob bereits eine Fernwärmeleitung innerhalb des Baublocks liegt, ein Ausbau des Fernwärmenetzes in Richtung des Baublocks umsetzbar wäre oder auf Grund der geografischen Einzellage eine individuelle Quartierslösung (dezentrales Wärmenetz) die beste Maßnahme darstellt.

Identifizierung potenzieller Quartiere auf Baublockebene

Die Baublöcke können in einem nächsten Schritt auf eine Eignung hinsichtlich einer netzgebundenen Lösung individuell überprüft werden. Dabei sollten insbesondere die zukünftigen zu erwartenden Anforderungen des Bundes an die kommunale Wärmeplanung berücksichtigt werden.

Abbildung 11: räumliche Quartiersanalyse FHH



Quelle: MegaWatt Ingenieurgesellschaft mbH/HIC Hamburg Institut Consulting GmbH

Tabelle 10: Erfolgskriterien Quartierslösung

KRITERIEN		VORTEILE
Strukturelle und organisatorische Kriterien	Homogene Eigentümerstruktur, z. B. Baugenossenschaft	Einheitliche Planung zur Sanierung der Gebäude und Technik zur Wärme- und Stromversorgung
	Anzahl Gebäude, Quartiersgröße/ Wärmeliniendichte	Potenzial zur Kostensenkung durch: – Skalierungseffekte (Wärmenetz, Energiezentrale) – Vereinfachte Betriebsführung einer zentralen Wärmeversorgung – Contracting-Modelle möglich – Vereinfachte Einbindung privater Eigentümer/perspektivische Einbindung weiterer Gebäude
	Homogene Gebäudestruktur: – Gebäudealter – Kubatur – Sanierungszustand – Art der Wärmeversorgung	Begünstigung und Potenzial zur Kostensenkung durch serielles Sanieren
Technische Kriterien	Flächenverfügbarkeiten zur Einbindung von erneuerbaren Energien für eine zentrale Wärmeerzeugung: – Dachflächen – Oberflächennahe Geothermie – Platz zur Errichtung einer gemeinsamer Energiezentrale	– Hohes CO₂-Einsparpotenzial, perspektivische Versorgung weiterer Gebäude (Baukultur etc.) bzw. CO₂-Senkung von Gebäude ohne eigene EE-Potenziale (Verschattung, Freiflächen, ...) – Potenzial zur Kostensenkung durch kostenoptimale Sanierungstiefe ggü. reiner Sanierung mit ambitionierten Standards
	Weitere EE-Potenziale vor Ort: – Abwassersiel/Abwasserwärme – Gewässer – Industrielle Abwärme	– Begünstigung der Einbindung in den Bestand durch hohe VL-Temperaturen von Groß-WP – Potenzial zur Kostensenkung durch Einbindung lokaler Spezifika als kostengünstige Abwärmequellen

Quelle: MegaWatt Ingenieurgesellschaft mbH/HIC Hamburg Institut Consulting GmbH

3 GRAUE EMISSIONEN

Die Sanierung von Gebäuden zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion der Operativen Emissionen ist von zentraler Bedeutung für das Erreichen nationaler und lokaler Klimaziele im Gebäudesektor.

Betrachtungsrahmen erweitern für optimalen Maßnahmenmix

Für eine gesamtheitliche Lösung muss der Betrachtungsrahmen aus dem Fokus auf die reine Energieeinsparung gelöst und um weitere Kriterien der Nachhaltigkeit erweitert werden. Dies betrifft vor allem die Grauen Emissionen und den Verbrauch von (Primär-)Rohstoffen. Hieraus resultiert, dass nicht die maximale Energieeffizienz allein das Ziel sein kann. Es geht vielmehr um eine Pareto-Optimierung zwischen Energieeinsparung, Ressourcenverbrauch und Emissionsreduktion.

Aufbauend auf den Grundlagen der hier vorgestellten Machbarkeitsstudie, werden in der ergänzenden Untersuchung zu grauen Emissionen diverse Parameter hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Treibhausgasaufkommen verglichen. Eine wesentliche Voraussetzung für die Gültigkeit der in diesem Bericht getroffenen Aussagen ist der fortschreitende Ausbau sowie die damit zusammenhängende ausreichende Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie, sowie aller erforderlicher Systemkomponenten, für die großflächige Umstellung der Energieversorgung. Ebenfalls vorausgesetzt wird die Einhaltung des „Dekarbonisierungspfad“ der Fernwärme – hierbei ist eine weitere Beschleunigung dringend zu empfehlen.

Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Gebäudetypen, Ausgangs- und Zielzustände sowie Betrachtungszeitpunkte ermöglicht einen Vergleich der Treibhausgasemissionen je Variante.

Umstellung auf erneuerbare Energien effektivstes Mittel zur Emissionsreduktion

Die erarbeiteten Erkenntnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Einfamilienhäuser sind pro Quadratmeter stets emissionsintensiver als Mehrfamilienhäuser und freistehende Gebäude sind bei vergleichbaren energetischen Ausgangszuständen aufgrund der verhältnismäßig größeren Hüllfläche pro Quadratmeter stets emissionsintensiver als umbaute Gebäude. Aufgrund der verhältnismäßig größeren Hüllfläche sind außerdem freistehende Gebäude bei vergleichbaren energetischen Ausgangszuständen stets emissionsintensiver als umbaute Gebäude.
- Zudem zeigt sich, dass die Umstellung auf emissionsfreie Energieträger das effektivste Mittel zur Emissionsreduktion der operativen Emissionen ist; dies gilt unabhängig von der gewählten Sanierungstiefe.
- Moderate Sanierungstiefen wie z. B. EH115 – EH70 in Abhängigkeit des konkreten Anwendungsfalles sind in Kombination mit der Umstellung auf eine regenerative Energieversorgung für die meisten Gebäudetypologien, vor allem jene mit großem Hüllflächenanteil, aus ökologischen und ökonomischen Gründen zu bevorzugen.

Hierbei sollte sichergestellt werden, dass Niedertemperatursysteme installiert werden können und der Komfort der Nutzenden erhalten bzw. gefördert wird. Gemäß einer zuletzt veröffentlichten Studie von Prof. Endres vom IB Hausladen³⁸ kann davon ausgegangen werden, dass bei 80 % aller Gebäude Wärmepumpen ohne weitere bauliche Maßnahmen effektiv sind. Dadurch kann ein vorfrüher Austausch von noch funktionstüchtigen Bauteilen vermieden werden. Vorfrühe Austauschzyklen sind generell aufgrund des damit verbundenen Ressourcenverbrauchs zu vermeiden.

Die ausschließliche Umstellung auf eine fossilfreie Energieversorgung ohne bauliche Sanierung an der Hülle ist vor dem Hintergrund der reinen Emissionsbilanzierung prinzipiell als vorteilhaft zu bewerten, da keine grauen Emissionen emittiert werden und operative Emissionen weitestgehend entfallen.

Auch die Umstellung auf eine Versorgung mit Fernwärme ist vorteilhaft gegenüber rein fossilen Energieträgern (Gas). Je weiter die Dekarbonisierung fortgeschritten ist, desto besser ist das Gesamtergebnis. Werden die Emissionskennwerte eines fiktiven, nahezu emissionsfreien Netzes angesetzt, liegen die Ergebnisse im Bereich der Variante mit fossilfreiem Energieträger. Das fossilfreie Fernwärmenetz erzielt sogar in Summe die niedrigsten kumulierten Gesamtemissionen, durch erwartungsgemäß geringere Maßnahmen an der Gebäudetechnik (KGR 400). Der Fortschritt der Dekarbonisierung der Fernwärme ist daher der entscheidende Faktor zur Beurteilung dieser Energieversorgungsvariante. Gebäude ohne Fernwärmeanschluss, die an die Fernwärme angeschlossen werden sollen, sollten vor Gebäuden mit bereits bestehendem Fernwärmeanschluss bezüglich der Sanierung höher priorisiert werden. Des Weiteren sollten auch ältere Gebäude mit schlechten energetischen Ausgangszuständen bei den Sanierungen priorisiert werden: „worst first“.

In der ergänzenden Sensitivitätsanalyse mit Fernwärme als Ausgangszustand, zeigt sich der erhebliche Einfluss der Emissionsfaktoren der Fernwärme. Diese sind für das bilanzierte städtische Fernwärmenetz gem. der dem Klimaplan zugrundeliegenden Prognose insgesamt sehr hoch und liegen für 2045 noch immer bei 0,075 kg CO₂-Äq./kWh. Es zeigt sich die Tendenz, dass ab einem Emissionsfaktor <0,075 kg CO₂-Äq./kWh geringere Sanierungstiefen als E55 in der Emissionsbilanz aufgrund des steigenden Einflusses der Grauen Emissionen und des erhöhten Ressourcenverbrauchs empfehlenswert sind.

Für eine gesamtheitliche Optimierung sollten die aus der Sanierung resultierenden Grauen Emissionen sowie der Ressourcenverbrauch von (Primär) Rohstoffen durch die Verwendung von nachwachsenden bzw. wiederverwertbaren Materialien minimiert werden. Eine Rückführung der eingesetzten

Vorgezogenen Austausch von Bauteilen vermeiden

Die Dekarbonisierung der Fernwärme ist entscheidend für die Wärmewende im Sektor Private Haushalte

„Worst first“-Ansatz verfolgen

³⁸ Siehe hierzu Ergebnisse und Kernaussagen aus der Studie des Ing.-Büros Hausladen GmbH zum Einsatz von Wärmepumpen [Endres 2024] sowie [Endres 2024a].

Ressourcen in technische bzw. biologische Kreisläufe muss durch lösbare Verbindungen sichergestellt werden.

Es bleibt als Gesamtresümee, dass die Ziele bis 2045 unter Einbeziehung der Grauen Emissionen nur mit fossilfreien Energieversorgungsvarianten in Kombination mit niedrigen bis moderaten Sanierungstiefen für die meisten Gebäudetypen zu erreichen sind.



4 KLIMAPFADE BEZAHLBAR UND SOZIALVERTRÄGLICH GESTALTEN

Welche Auswirkungen auf die Wohnkosten haben die Maßnahmen, die sich aus den Vorgaben des Klimaplans ergeben, für die Hamburgerinnen und Hamburger konkret? Wie viel mehr an Wohnkosten muss beispielsweise eine vierköpfige Familie im typischen Altbau mit Baujahr vor 1919 bezahlen, nachdem das Gebäude auf eine höhere Effizienzklasse gebracht wurde? Welche Rolle kann dabei Förderung spielen, um für Mieterinnen und Mieter Bezahlbarkeit sicherzustellen? Um Fragen wie diesen nachzugehen und sozialverträgliche und bezahlbare Wege aufzuzeigen, bedarf es einer genaueren Betrachtung der Maßnahmenpakete, insbesondere der Investitionen, der Umlagemöglichkeiten auf die Miete bzw. der zusätzlichen Kosten im Wohneigentum. Auch veränderte kalte und warme Betriebskosten (Heizkosten) gehören zu einer ganzheitlichen Betrachtung³⁹.

Je nach Gebäudetyp, Ausgangszustand und vorhandener bzw. möglicher Anbindung an Wärmenetze können die verschiedenen Effizienzhausziele mit unterschiedlichen Maßnahmenpaketen erreicht werden. Diese Pakete setzen sich aus den beiden Bereichen der Gebäudehülle (v.a. Dämmung) und einer jeweils gewählten Wärmeversorgungsvariante zusammen. Dabei wird jeweils die – in der Praxis übliche – Gleichzeitigkeit von Instandsetzung und Modernisierung unterstellt (sog. Kopplung), was zu Kostenvorteilen in der Umsetzung und besseren Förderkonditionen durch Erreichung von definierten Effizienzhaus-Standards führt.

Die exemplarischen Berechnungen anhand derjenigen Gebäudetypen, die in Hamburg besonders häufig vertreten sind, zeigen: Die Auswirkungen auf die Wohnkosten unterscheiden sich je nach Umsetzungskonstellation stark. Vorgelagert spielt zudem eine große Rolle, ob es sich bei den betrachteten Objekten um Eigenheime oder Mietwohnungen handelt. Dies hängt u.a. damit zusammen, dass bei Mietwohnungen der Instandsetzungsanteil bereits mit der bisherigen Miete abgegolten ist. Wohnkostenwirksam werden also lediglich Modernisierungsaufwendungen. Im selbstgenutzten Eigenheim müssen zusätzlich auch die übrigen Sanierungskosten geschultert werden.

**Betrachtung der
Maßnahmenpakete
notwendig**

**Selbstgenutztes
Wohneigentum oder Miete?**

³⁹ In der Berechnung ist auch der Trinkwarmwasserbedarf berücksichtigt.

Exkurs

Allen Berechnungen der Machbarkeitsstudie lag grundsätzlich das Kopplungsprinzip zu Grunde, Vorfälligkeit wird bei den Kostenbetrachtungen ausgeschlossen. Die Instandhaltungskosten wurden stets als Teil der Gesamtkosten mit ermittelt und betrachtet. Im Rahmen der gebotenen Datenlage wurde ein möglichst vollständiges Bild der immobilienwirtschaftlichen Kalkulation angestrebt, alle Berechnungen beziehen sich stets auf die gesamte Wohnimmobilie. Der erreichte Modellierungsgrad wurde von den an der Machbarkeitsstudie beteiligten Instituten und Gutachterbüros ebenso für ausreichend erklärt, wie auch von der Auftraggeberin sowie vom wissenschaftlichen Beirat und den über das Bündnis für Wohnen beteiligten Verbänden und deren Experten und Expertinnen.

Die Effekte inflationsbedingt steigender Instandhaltungs- und Verwaltungskosten sind und waren nicht Gegenstand der Beauftragung. Es wurde grundsätzlich die wirtschaftlich erforderliche Veränderung der Nettokaltmiete wie auch der Betriebskosten ermittelt – um die Kosteneffekte bestimmter Maßnahmenpakete abstrakt von lokalen Gegebenheiten (zum Beispiel konkreten Miethöhen, Mietspiegel) zu ermitteln. Ziel war es, zunächst streng wirtschaftlich zu argumentieren und dann die Effekte von mieten-, förder- und wohnungspolitischen Instrumenten in die Gesamtbetrachtung hinzuzunehmen. Die berechneten wirtschaftlichen Mieterhöhungen (Wohnkostenfolgen) sind ausschließlich auf die Refinanzierung energetischer Investitionen ausgerichtet. Reguläre Mieterhöhungen im laufenden Mietvertrag inner- oder außerhalb bestehender Bindungen wurden nicht betrachtet. Es folgte keinerlei Festlegung hinsichtlich einer „unveränderlichen Bestandsmiete“.

Betrachtung typischen Investitionsverhaltens und typischer -bedingungen

In der Studie zu den Folgekosten des Klimaschutzes wurden Berechnungen vorgenommen, die besonders typische Konstellationen abbilden und daher auf gemittelten Annahmen und Variablen fußen. Weitere Verfeinerungen, die dem konkreten Einzelfall gerecht werden, sind denkbar. So können je nach Eigentübertyp unterschiedliche Anforderungen an das Eigenkapital (EK-Ausstattung, Renditeerwartung) oder Finanzierungsformen das Gesamtbild weiter ausdifferenzieren. Generell lässt sich das Investitionsverhalten von unterschiedlichen Wohnungseigentübertypen nur bedingt simulieren. So können beispielsweise bei privaten Einzeleigentümerinnen und -eigentümern individuelle Aspekte wie die aktuelle Kassenlage oder das eigene Alter und damit verbundene Planungshorizonte eine wichtige Rolle spielen. Derartige Besonderheiten lassen sich in Modellrechnungen nicht abbilden.

Durch die verschiedenen Maßnahmenpakete aus Gebäudehülle und Wärmeversorgungsvariante ergeben sich für die einzelnen Komponenten der Wohnkosten sehr unterschiedliche Effekte. Die Investitionskosten schlagen sich – im Umfang des Modernisierungsanteils – auf die Nettokaltmiete nieder. Die jeweils wirtschaftlich erforderliche Mieterhöhung (wirtschaftlich nötige

Umlage) errechnet sich dabei aus dem Kapitaldienst für eine Bankfinanzierung verbunden mit einem marktüblichen Eigenkapitalanteil.⁴⁰

Förderungen wie die des Bundes durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder die des Landes Hamburg über die Hamburgische Investitions- und Förderbank (kurz IFBHH) können abfedernd wirken und sind daher bei Kostenprojektionen mitzudenken. Durch den Einsatz von Fördermitteln sinken die umlagefähigen Investitionskosten zum Teil stark, der Modernisierungsaufschlag auf die Nettokaltmiete fällt dann entsprechend geringer aus. Auf die ermittelten Veränderungen der gesamten Wohnkosten (unter Anrechnung der Einspareffekte bei den Heizkosten) hat eine Förderung der energetischen Sanierung daher einen herausragenden Einfluss. Unter der Voraussetzung, dass tatsächlich nur die wirtschaftlich erforderlichen Kosten auf die Nettokaltmiete aufgeschlagen werden (und nicht der meist deutlich darüber hinaus gehende gesetzliche Rahmen von 8 % der Modernisierungskosten ausgeschöpft wird (gem. § 559 (1) BGB)), kompensiert die Förderung oftmals nennenswerte Teile der nettokalten Wohnkostensteigerungen. Dadurch sinkt der tatsächlich umlagefähige Teil mitunter erheblich.⁴¹

Weitere Kosteneffekte ergeben sich im Bereich der kalten Betriebskosten, denn die zum Teil aufwändigere neue Haustechnik erfordert mehr Wartung und auch Einsatz von Betriebs- und Hilfsenergien (Hausstrom). Die entsprechenden Zuschläge gehören in eine ganzheitliche Betrachtung, da sie von den nutzenden Haushalten durch Umlage zu bezahlen sind. Eine weitere zentrale Komponente der Wohnkosten sind die Aufwendungen für Heizenergie (warme Betriebskosten⁴²). Aufgrund der höheren Energieeffizienz des Gebäudes, die durch die Sanierung erreicht wird, schlagen Kostenvorteile zu Buche, durch die höhere Aufwendungen an anderer Stelle zumindest in Teilen aufgewogen werden.

Einfluss der Förderung auf die Investitionskosten

Veränderte kalte und warme Betriebskosten sind Teil der Betrachtung

40 Die gesetzlich zulässige Modernisierungsumlage von maximal 8 % gemäß § 559 (1) BGB kommt in dieser Modellrechnung nicht automatisch zur Anwendung. Bei den Finanzierungskosten ist zu beachten, dass die Modellrechnung grundsätzlich von den geltenden Regeln der Umlage von Investitionskosten auf die Nettokaltmiete ausgeht. Das Gesetz vermittelt hierbei zwischen dem Tatbestand der Modernisierung einerseits und der Frage der zulässigen Zuschläge auf die Nettokaltmiete andererseits. Bei der gesetzlichen Modernisierungsumlage von maximal 8 % spielen die Finanzierungskosten keine Rolle, weder mit Blick auf Tilgungsleistungen noch auf Zinsen; sie stellen keine umlagefähige Kostenposition dar. Mit der Maßgabe einer Betrachtung unter dem Aspekt der Bezahlbarkeit wurde in den Berechnungen dieses Gutachtens bewusst der Ansatz verfolgt, jenseits des (formal zulässigen) Pauschalwertes von 8 % einen wirtschaftlich erforderlichen Mietzuschlag zu ermitteln, der die Kosten der Sanierung nachhaltig refinanziert. In diesem Zusammenhang kommt vor allem die betriebswirtschaftliche Frage zum Tragen, wie hoch der erforderliche Kapitaldienst ist – abhängig davon, wie und zu welchen Konditionen die Maßnahmen finanziert werden. Dabei sind Tilgungsrate und Zinssatz wesentliche Eingangsgrößen, anhand derer der wirtschaftliche erforderliche Betrag ermittelt und im Modell auf die Nettokaltmiete aufgeschlagen wird.

41 Die Modellrechnung wurde jeweils mit und ohne Förderung durchgeführt, da nicht automatisch davon ausgegangen werden kann, dass Vermieterinnen und Vermieter sowie Eigentümerinnen und Eigentümer die Förderung tatsächlich nutzen.

42 Zu den gesamten warmen Betriebskosten zählt neben der Heizenergie auch das Trinkwarmwasser, das bei der Berechnung der Wohnkostenfolgen unter diesem Kostenpunkt mitberücksichtigt wurde. Die Heizenergie stellt dabei den größten sich durch die energetische Sanierung verändernden Anteil der warmen Betriebskosten dar.

**Zentral: Gebäudetyp,
Nutzungsform,
Sanierungszustand**

Im Ergebnis werden zentrale Stellschrauben für die Frage sichtbar, welche Folgekosten die Klimaziele und damit einhergehende energetische Ertüchtigungen der Wohnungsbestände für die nutzenden Haushalte nach sich ziehen. Eine wesentliche Rolle spielen Gebäudetyp und Nutzungsform. Die energetische Ertüchtigung im selbst genutzten Wohneigentum stellt sich dabei deutlich kostenaufwändiger dar als bei vermieteten Objekten. Hier müssen durch das Wohneigentum kalkulatorisch die gesamten Sanierungskosten aufgebracht werden, also demnach auch die (mitunter länger aufgeschobenen) Kosten der Instandsetzung, die beim Großteil bei ein bis zwei Drittel der gesamten Investitionskosten anzusetzen sind. Dieser Anteil variiert jedoch stark und kann mitunter je nach Konstellation auch bei Werten zwischen 20 % und 70 % liegen. Dabei fallen bei allen Gebäudetypen das Baualter und der Ausgangszustand des Objekts stark ins Gewicht, insbesondere durch die Auswirkungen der sogenannten Kopplungseffekte durch gleichzeitige Instandsetzung und Modernisierung. So führt beispielsweise ein besserer Ausgangszustand zu einem deutlich geringeren Instandsetzungsanteil.

**Kostenaktualisierung
nimmt veränderte
Rahmenbedingungen auf**

Anpassungen im Rahmen der Kostenaktualisierung 2023/2024⁴³

Während der Erarbeitung der Machbarkeitsstudie haben sich einige Rahmenbedingungen wie beispielsweise das Zinsumfeld, aber auch die Bau-, Material- und Lohnkosten sowie die Gas- und Strompreise geändert. Auch die Förderlandschaft wurde angepasst. Die veränderte Gesamtlage wirkte sich auf die Investitionsrechnungen und die Betriebskosten aus. Im Zuge einer Kostenaktualisierung wurden daher einige der eingesetzten Variablen angepasst.

Der in der ersten Stufe der Machbarkeitsstudie angenommene Zinssatz auf Fremdkapital wurde aufgrund der Zinsentwicklung bis zum Zeitpunkt der Kostenaktualisierung angepasst. Die kalkulatorische Laufzeit für den Kapitaleinsatz wurde so festgelegt, dass eine näherungsweise Fristenkongruenz von Investition, Finanzierung und Abschreibung erreicht werden kann. Die bilanzielle Abschreibung kam kostenseitig nicht zum Tragen, da weder kosten-/umlagefähig noch liquiditätswirksam und daher ohne direkte Auswirkungen auf die Veränderung der Wohnkosten der Nutzerhaushalte.

Die Preise für Heizenergie bzw. für die Bereitstellung von Wärme für das Wohngebäude sowie der Strompreis für den Hausstrom wurden angepasst. Im jeweiligen Zielzustand sind die bedarfs- und verbrauchsgebundenen Kosten im Vergleich zur Machbarkeitsstudie aufgrund der deutlich gestiegenen Preise für Fernwärme und Hilfsstrom insgesamt deutlich höher ausgefallen.⁴⁴

⁴³ In der Kostenaktualisierung wird die vormals enthaltene Variante 1 mit Erdgaskessel nicht mehr betrachtet, da sie für die Erreichung der Klimaneutralität des Hamburger Gebäudebestandes nicht mehr als zielführend angesehen wird.

⁴⁴ Die Daten hierzu wurden von dem Gutachterbüro Megawatt geliefert.

Seit 2023 gilt das Gesetz zur Aufteilung der Kohlendioxidkosten (Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz – CO₂KostAufG). Es regelt die Übernahme der CO₂-Kosten zwischen Vermieterinnen und Vermietern auf der einen Seite und Mieterinnen und Mietern auf der anderen Seite nach einem gesetzlich vorgeschriebenen Stufenmodell, je nachdem wie hoch der CO₂-Ausstoß des Wohngebäudes je Quadratmeter ist. Im Zuge der Kostenaktualisierung wurden daher die anteiligen CO₂-Kosten mit in die Berechnungen einbezogen. Im Rahmen des Gesetzes müssen lediglich die fossilen Energieträger berücksichtigt werden (Öl, Erdgas und Fernwärme). Das vorgeschriebene Stufenmodell wurde deshalb ausschließlich bei der Berechnung der Variante 4 (Fernwärme) einbezogen.

Exkurs: Thesen zu perspektivisch steigenden CO₂-Kosten

In den Modellberechnungen wurde die CO₂-Bepreisung nur auf den aktuellen Ausgangszustand und beim Zielzustand auf die Fernwärme angewendet. Wird diese bis 2030/2045 dekarbonisiert, entfällt auch hier der CO₂-Preis. Die CO₂-Bepreisung ist als Stufenmodell aufgebaut, bei dem bei Gebäuden mit einem hohen Energieverbrauch ein höherer Anteil den Vermieterinnen und Vermietern zufällt. Dadurch soll der Anreiz steigen, ein solches Gebäude energetisch zu ertüchtigen. Bei besseren Ausgangszuständen der Gebäude und niedrigem Energieverbrauch entfällt ein Großteil (oder der gesamte Anteil) auf die Mieterinnen und Mieter. Umgekehrt könnte bei schlechtem Gebäudezustand (hohem Verbrauch) und weiter steigendem CO₂-Preis die Gefahr entstehen, dass Vermieterinnen und Vermieter versuchen, die auf sie entfallenden höheren Kosten anderweitig durch Mieterhöhungen hereinzuholen. Bei einem Wechsel der Wärmeversorgung auf einen nicht fossilen Energieträger wie eine Wärmepumpe entfallen die zusätzlichen CO₂-Kosten. Bei der Fernwärme wird eine lineare Dekarbonisierung unterstellt. Auch hier kann es bei der Umlage des CO₂-Preises – je nach Zeitpunkt der Umstellung auf klimaneutrale Energieträger (bzw. nach verändertem Anteil im Energiemix) zu höheren oder niedrigeren Kostenfolgen für die Mieterhaushalte kommen.

Veränderungen der Förderung berücksichtigt

Einbettung der Förderung

Im Rahmen der Kostenaktualisierung wurde auch die Berechnung der Förderung unter geltenden Förderkonditionen angepasst. Die energetische Sanierung von Wohnraum wurde zum Zeitpunkt der aktualisierenden Berechnungen durch verschiedene Institutionen in Form von Zuschüssen und Krediten gefördert (Stand der Förderkonditionen: 3. Quartal 2024). Hierdurch wird zum einen die Umsetzung einer energetischen Sanierungsmaßnahme für die Eigentümerinnen und Eigentümer attraktiver (Initialfunktion). Zum anderen wird durch die Förderung der umlagefähige Betrag verringert, wodurch die Wohnkostenfolgen für die Mieterinnen und Mieter geringer ausfallen. Es wurde die Förderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und die des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) als Basis-Förderung und die des Landes Hamburg über die Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFBHH) als Zusatzförderung innerhalb der Modellrechnung berücksichtigt.⁴⁵

Ergebnisse

Hinweis: Die Ergebnisse beziehen sich hier – anders als bei der Darstellung der Wohnkostenfolgen des Szenarios 2 im Abschnitt 2.1 (vgl. die Abbildungen 7 und 8) – auf die gesamte Bandbreite der Berechnungen: also auf die Ausgangszustände gering bis umfassend modernisiert, die Zielzustände EH 115 bis EH 40 und die Varianten Wärmepumpe (Erdsonden) und Wärmepumpe (Luft) mit PV sowie Fernwärme (Varianten 2-4). Nachfolgend genannte Durchschnittswerte beziehen sich auf alle untersuchten 420 Variantenkombinationen (vgl. Abb. 12 und 13) und stellen damit alle potenziellen Konstellationen der Sanierung dar. Nicht alle dieser untersuchten Variantenkombinationen fließen jedoch in das Szenario 2 ein und nicht alle sind in Hamburg gleich häufig vertreten.

Individuelle Fallkonstellationen mit hohem Einfluss auf das Ergebnis

Die Bezahlbarkeit der Umsetzung des Klimaplanes hängt für die Wohnenden stark von der individuellen Fallkonstellation ab. Insbesondere der angestrebte Zielzustand ist hier ausschlaggebend. Abbildung 12 stellt die Wohnkostenfolgen ohne Förderung für alle in der Machbarkeitsstudie betrachteten Konstellationen im Bestand mit einer farblichen Codierung dar. Kombinationen aus Ausgangszustand, Zielzustand und Variante, die besonders teure Wohnkostenfolgen nach sich ziehen, werden rot dargestellt. Kostengünstigere Kombinationen sind grün eingefärbt, alles dazwischen in gelb und orange. Die hohe Varianz in den Wohnkostenfolgen wird maßgeblich auch durch den Gebäudetyp beeinflusst, die Werte liegen zwischen 0,80 Euro/qm und 9,99 Euro/qm (Wohnkostenfolgen ohne Förderung). Der Mittelwert über all diese Konstellationen liegt bei 3,10 Euro/qm.

⁴⁵ Genaue Ausführungen der Berücksichtigung der Förderung finden sich in der Interpretationshilfe der Datenblätter.

Bei einer differenzierten Betrachtung nach Gebäudetyp zeigt sich, dass in fast allen Mehrfamiliengebäuden mit Zielzustand EH 115-Standard oder EH 100-Standard mit einer Erhöhung der warmen Wohnkosten von maximal circa 2,50 Euro/qm im Monat erreicht werden kann. Hierbei wird von einer Finanzierung ohne öffentliche Förderung ausgegangen, bei allen Ausgangszuständen und den hier betrachteten Varianten. In vielen Gebäudetypen ist dies auch beim EH 70-Standard noch möglich. Ambitioniertere Zielstandards wiederum erhöhen die Wohnkosten im Mittel um 3,30 Euro/qm. Neben dem Zielstandard wirkt auch der Ausgangszustand auf die Wohnkostenveränderung ein: Bei bereits größtenteils bis umfassend sanierten Gebäuden fallen die zusätzlichen Wohnkosten aufgrund einer energetischen Sanierung meist vergleichsweise höher aus (bezogen auf alle Zielzustände und Varianten). So steigt die mittlere Wohnkostenveränderung von knapp 2,00 Euro/qm monatlich bei gering modernisierten Gebäuden auf circa 2,80 Euro/qm bei umfassend modernisierten Gebäuden. Über alle Fallkonstellationen hinweg steigt die bruttowarme Miete bei Mehrfamiliengebäuden im Durchschnitt um etwa 2,30 Euro/qm im Monat. Erhöhungen von unter einem Euro finden sich insbesondere beim Anschluss an die Fernwärme und vereinzelt bei der Wärmeversorgungsvariante mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und PV (Variante 3), wobei dies nur auf Konstellationen mit schlechteren Ausgangszuständen und einem niedrigen Zielstandard zutrifft. Die größten Steigerungen der Bruttowarmmiete kämen auf Haushalte zu, die in einem freistehenden Gebäude (wie Typ 6 und Typ 9, vgl. Abb. 12) leben, welches aus einem umfassend modernisierten Zustand auf einen besonders hohen Effizienzstandard gebracht werden soll. Hier würden die rechnerischen Mehrkosten bis zu 5,80 Euro/qm pro Monat erreichen. Auch das Baualter der Gebäude spielt in einem solchen Fall eine Rolle: Hohe Werte zwischen circa 3,00 bis 5,30 Euro/qm finden sich beispielsweise im (einseitig angebauten Gebäude) Typ 7 (Baujahr 1919-1948).

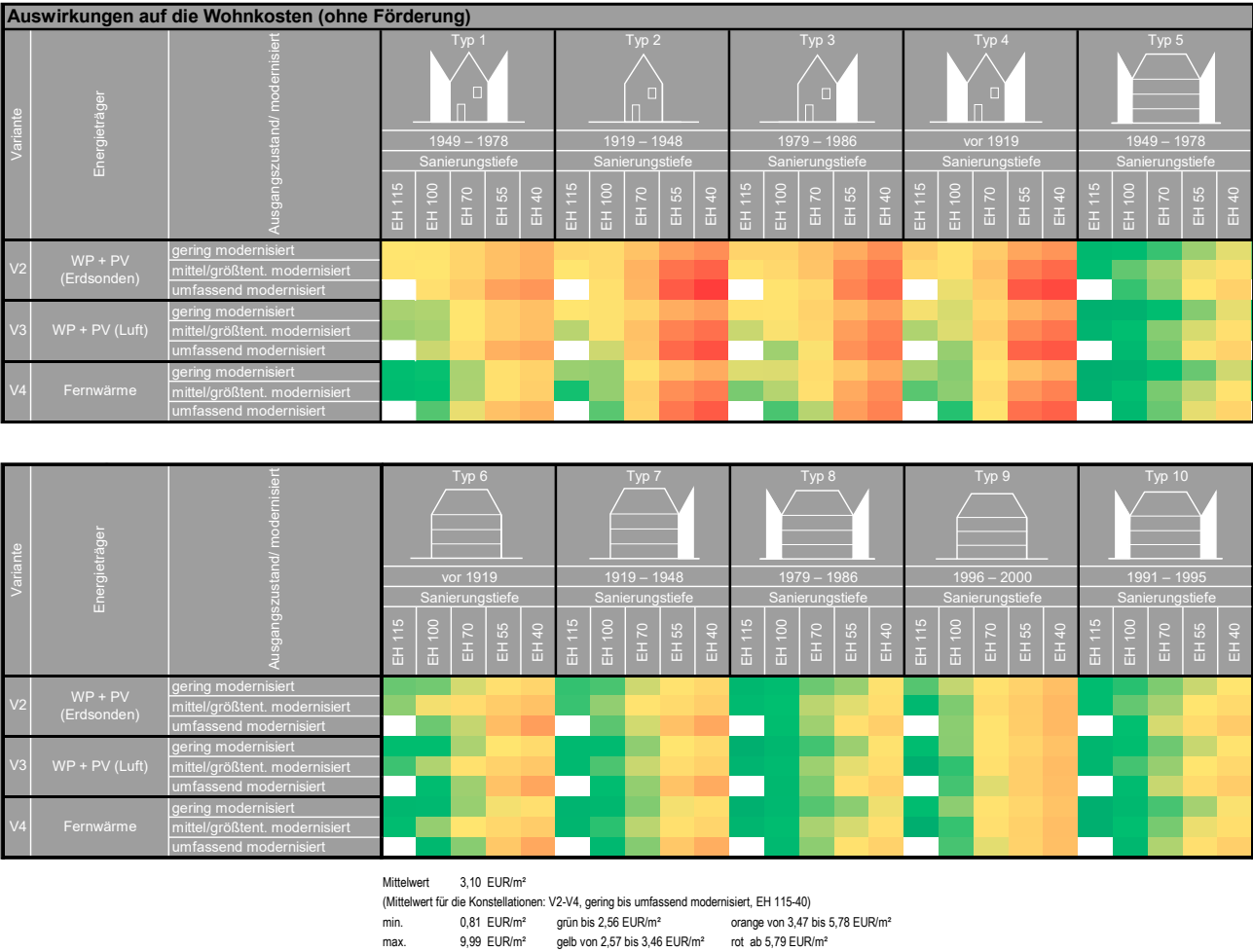
Fallkonstellationen Mehrfamilienhäuser ohne Förderung

In den Ein- und Zweifamilienhäusern zeigen sich teilweise gravierendere Wohnkostenentwicklungen. Auch hier sind es vor allem die ambitionierteren Energiestandards, die zu massiven Wohnkostenfolgen von bis zu knapp 10,00 Euro/qm im Monat führen. Im Mittel der hier untersuchten Konstellationen muss mit einem Anstieg um circa 6,20 Euro/qm monatlich für einen EH 55 oder EH 40 Zielstandard gerechnet werden. Moderate Erhöhungen von bis zu 2,00 Euro/qm pro Monat finden sich nur, wenn der Anschluss an die Fernwärme möglich ist und der Standard bis EH 100 angestrebt wird. Auch für die anderen Varianten finden sich in allen Gebäudetypen (EFH und MFH) Konstellationen, in denen eine Modernisierung zwischen 2,00 und 3,00 Euro/qm pro Monat umsetzbar ist, sofern die Sanierungstiefe nicht zu hoch ausfällt. Im Falle von Ein- und Zweifamilienhäusern kommen die Kosten der gleichzeitig erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen jedoch jeweils noch hinzu. Die für alle Zielzustände durchschnittliche Erhöhung der warmen Wohnkosten für Ein- und Zweifamilienhäuser liegt bei circa 4,20 Euro/qm pro Monat.

Fallkonstellationen Ein- und Zweifamilienhäuser ohne Förderung

Insgesamt werden insbesondere bei hohen Sanierungstiefen, wie den KfW-Effizienzhausstandards 55 und 40, in allen Gebäudetypen die Kappungsgrenzen nach Mietrecht⁴⁶ von 2 bzw. 3 Euro bezogen auf die Nettokaltmiete oftmals überschritten.

Abbildung 12: Auswirkungen der Wohnkostenfolgen



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH; Darstellung in Anlehnung an Werner Sobek AG

Anderes Ergebnisbild bei Einbeziehung Förderung

Hauseigentümerinnen und -eigentümer können verschiedene Förderprogramme von Bund und der Hansestadt Hamburg unterstützend in Anspruch nehmen, um eine energetische Sanierung umzusetzen. Die durchgeführte Modellrechnung zeigt sehr eindrucksvoll, dass die Förderprogramme zu einer erheblichen Abmilderung finanzieller Herausforderungen von Mieterinnen und Mietern

46 Vgl. § 559 Abs. 3a Bürgerliches Gesetzbuch (BGB)

führen können. Das Ergebnisbild verändert sich daher in Abbildung 13 im Vergleich zu den Wohnkostenfolgen ohne die Einbeziehung der Förderung erheblich. Auch hier sind besonders kostengünstige Kombinationen grün eingefärbt, diese finden sich in weiten Teilen bei den Mehrfamilienhäusern. Besonders teure Kombinationen sind rot gekennzeichnet und lediglich bei den ambitionierteren Zielstandards der Ein- und Zweifamilienhäuser zu finden. Die Wohnkostenfolgen mit Förderung liegen zwischen -0,60 Euro/qm und 6,20 Euro/qm, auch hier aufgrund der hohen Varianz bei Ausgangszustand, Zielzustand und Variante, und weisen einen Mittelwert für alle betrachteten Kombinationen und Gebäudetypen von 0,30 Euro/qm auf.

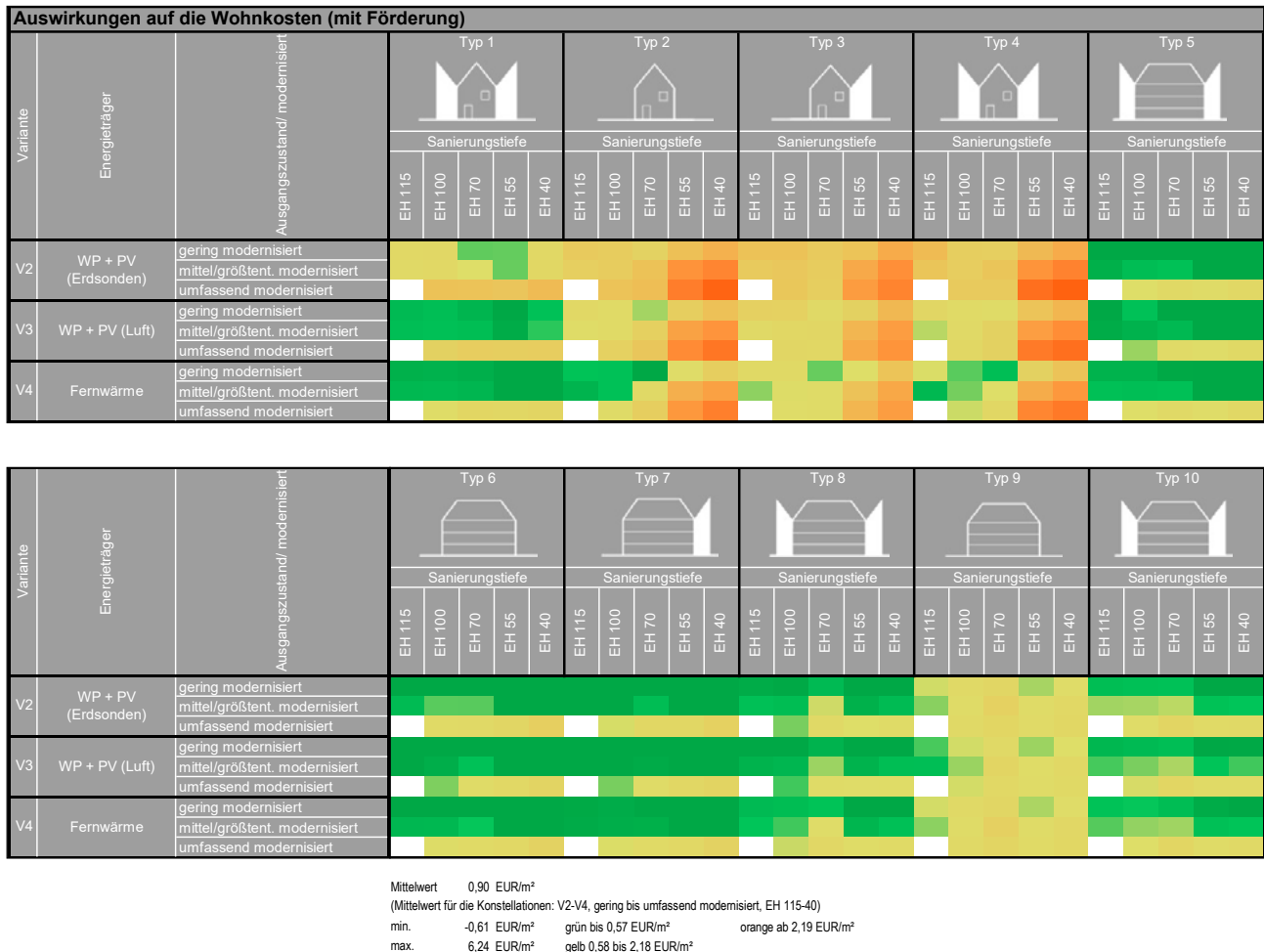
Kommt die zugrunde liegende Förderung zur Anwendung, erhöht sich die bruttowarme Miete bei Mehrfamilienhäusern im Durchschnitt der hier betrachteten Konstellationen lediglich um knapp 0,40 Euro/qm. In rund einem Fünftel der Kombinationen blieben die bruttowarmen Wohnkosten in etwa gleich oder verringerten sich sogar geringfügig. Diese Fälle finden sich vor allem in Ausgangszuständen mit niedrigem Sanierungsstand in den drei vor 1948 errichteten Gebäudetypen (Typ 5, 6 und 7). Dabei spielt es vordergründig keine Rolle, ob der Anschluss an die Fernwärme oder der Einbau einer Wärmepumpe als Variante gewählt wird. Die höchsten Wohnkostenfolgen mit Förderung treten bei umfassend modernisierten Ausgangszuständen und einer hohen Sanierungstiefe im Zielzustand auf. Hier finden sich unter Anwendung der Förderung Werte bis zu circa 1,30 Euro/qm zusätzlich im Monat.

Die Einbeziehung der Förderung kann auch bei Ein- und Zweifamilienhäusern vielfach Spielraum eröffnen. So sinkt der durchschnittliche Wert der Veränderung der warmen Wohnkosten auf unter 1,70 Euro/qm im Monat, wenn die Förderprogramme ausgereizt werden. Dank der Förderung können sich in einigen Fällen die warmen Wohnkosten sogar verringern, bei vielen Konstellationen erreichen die Mehrkosten nicht mehr als 1,00 Euro/qm im Monat. Höhere Kosten häufig zwischen 4,00 bis 6,00 Euro/qm (Höchstwert: 6,24 Euro/qm) pro Monat müssen Haushalte trotz Förderung immer noch aufwenden, wenn sie aus einem guten Ausgangszustand heraus einen Umbau mit ambitioniertem Zielzustand anstreben.

Fallkonstellationen Mehrfamilienhäuser mit Förderung

Fallkonstellationen Ein- und Zweifamilienhäuser mit Förderung

Abbildung 13: Auswirkungen der Wohnkostenfolgen (mit Förderung)



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH; Darstellung in Anlehnung an Werner Sobek AG

Förderung wichtig um Modernisierungsumlage gering zu halten

Insgesamt spielt Förderung für die Wohnkostenfolgen der energetischen Sanierung also eine herausragende Rolle, um die energetische Modernisierungsumlage möglichst gering zu halten. In einigen Fällen sind Förderung und energetische Modernisierungsumlage deckungsgleich. Da dies nicht immer zutrifft, ist auch hier weiterhin zu empfehlen, dass „nur“ die wirtschaftlich erforderlichen Kosten auf die Nettokaltmiete aufgeschlagen werden, und nicht der – meist deutlich weitergehende – gesetzliche Rahmen von 8 % der gesamten Modernisierungskosten ausgeschöpft wird (gem. §559 (1) Bürgerliches Gesetzbuch (BGB)).⁴⁷

⁴⁷ In den betrachteten Modellrechnungen erreichte keine der geplanten Investitionen die „Schallgrenze“ von 8 %.

Wohnfolgekosten für beispielhafte Haushalte

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse und ihrer Bezahlbarkeit werden im Folgenden vier exemplarische Haushaltstypen und Wohnsituationen als Steckbriefe abgebildet. Sie bilden vor dem Hintergrund des Kostenstands vom 3. Quartal 2023 eine Bandbreite an häufig vorkommenden Haushaltskonstellationen in unterschiedlichen Gebäudetypen ab. Im ersten Abschnitt finden sich Grundinformationen zum jeweiligen Haushalt und die aktuell zu zahlenden warmen Wohnkosten, aufgeteilt in die Miete nettokalt, Betriebskosten kalt und Heizkosten (inkl. Trinkwarmwasser).⁴⁸ Der Ausgangszustand der Gebäude ist gering modernisiert und als Energiequelle wird Erdgas bezogen (Gas-Standardkessel 1977–1995). Im unteren Abschnitt des Steckbriefs finden sich die zusätzlichen Wohnkosten bzw. die „neuen“ Wohnkosten warm, die bei der Sanierung auf den Standard eines EH 70 auf den Haushalt zukommen – jeweils ohne und mit Einbeziehung der Förderung. Diese Kosten teilen sich wiederum auf in die Positionen (1) Miete nettokalt, (2) Betriebskosten kalt und (3) Heizkosten und ergeben sich aus den oben dargestellten Berechnungen anhand der jeweiligen Wohnflächen. Unterschieden wird bei der Darstellung der neuen warmen Wohnkosten jeweils nach zwei technischen Sanierungsvarianten, die in der Umsetzung sowohl als kostengünstig als auch effizient bewertet wurden: einem Anschluss an das Fernwärmenetz (Variante 4) oder dem Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (Variante 3). Im unteren Abschnitt sind außerdem die absoluten CO₂-Emissionen in kg/Jahr der Varianten für 2018 sowie für die Zieljahre 2030 und 2045 (je nach bis dahin erfolgter Dekarbonisierung der Netzenergien gemäß Klimapfad) angegeben. Es wird abgebildet, was an wirtschaftlichem Aufschlag mindestens nötig ist, um die höheren Kosten zu kompensieren bzw. nachhaltig und sozialverträglich zu refinanzieren (nicht 8 %-Umlage gemäß § 559 (1) BGB). Die Veränderung der Wohnkosten wird zudem jeweils mit der im Modell zugrunde gelegten Förderung dargestellt.

Was bedeuten diese Berechnungen für die Menschen, die in den Wohnungen leben? Wie sich beispielsweise die Miete für eine vierköpfige Familie im typischen Altbau mit Baujahr vor 1919 verändert, wenn das Wohngebäude auf eine höhere Effizienzklasse gebracht wird, kann anhand des ersten Beispiels beantwortet werden (siehe Abbildung 14). Hier lebt ein Paar mit zwei Kindern auf ca. 91 m² in normaler Wohnlage (gemäß Mietenspiegel). Das Mehrfamilienhaus befindet sich in der Ausgangssituation in einem gering modernisierten Zustand und umfasst insgesamt fünf Wohneinheiten. Die laufenden warmen Wohnkosten betragen vor der Sanierung zum Effizienzhaus EH 70 rund 1.253 Euro monatlich. Diese Kosten verändern sich je nachdem, welcher Sanierungs-

Beispielrechnung Familie im Mehrfamilienhaus

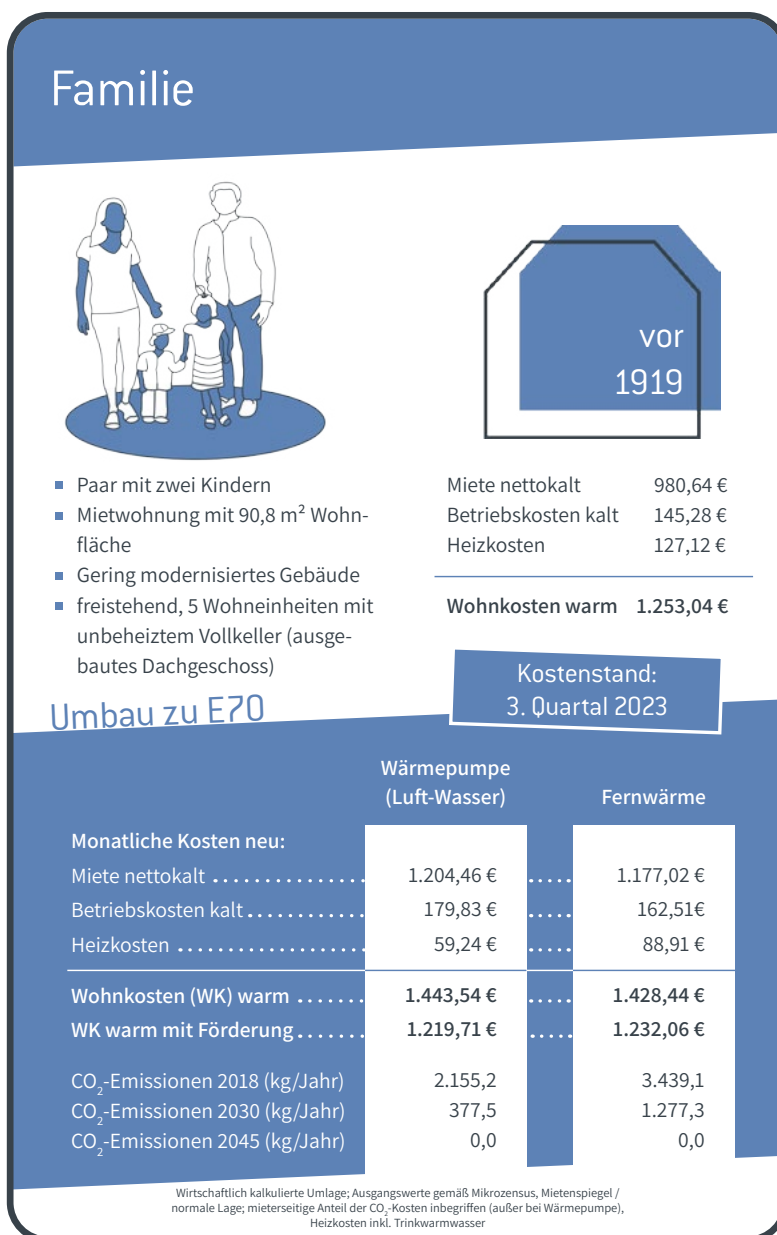
⁴⁸ Die Daten dafür sind dem Mikrozensus (MZ-Zusatzerhebung 2018 FHH, Stand 2020) [DESTATIS 2019a] und dem Mietenspiegel 2021 Hamburg [BSW 2021] in „normale Wohnlage“ (Erhebungsstichtag 01.04.2021) entnommen. Die Größe der Wohnung richtet sich nach der laut Zensus bewohnten durchschnittlichen Wohnfläche pro Person, hochgerechnet auf die Haushaltsgröße. Die warmen Wohnkosten ergeben sich daher durch eine Annäherung über die jeweiligen Haushalte und Wohnungsgrößen.

pfad für das Objekt gewählt bzw. möglich wird. Bei Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe betragen die Mehrkosten für die Warmmiete rund 191 Euro monatlich, beim Anschluss an die Fernwärme sind es rund 175 Euro. Der Blick auf die einzelnen Kostenpositionen zeigt, dass die Heizkosteneinsparungen die erhöhten Gesamtkosten demnach nur geringfügig ausgleichen können. Mit Blick auf die Bezahlbarkeit des Wohnens ist zu bedenken, dass bereits 2018 jeder fünfte Hamburger Haushalt mehr als 30 % des Haushaltseinkommens für die monatliche Bruttokaltmiete⁴⁹ (Nettokaltmiete plus kalte Betriebskosten, ohne Heizkosten), aufbringen musste. Solche Haushalte würden entsprechende

Kostensteigerungen vor weiter erhöhte finanzielle Herausforderungen stellen. Auch dürfte im Zuge der energetischen Sanierungsstrategie die Zahl der Haushalte steigen, die eine überdurchschnittliche Mietbelastung schultern müssen, selbst wenn – wie gezeigt – der geringere Energieverbrauch zumindest im Rahmen einer Warmmietenbetrachtung kostendämpfend wirkt. An diesem Beispiel zeigt sich auch, welche große Rolle die Förderung bei der Umsetzung des Klimaschutz spielen kann, wenn die Warmmiete betrachtet wird: Beim Einbau einer Wärmepumpe sinkt diese um mehr als 30 Euro, wird auf Fernwärme umgestiegen, liegt die monatliche Miete knapp 20 Euro unter dem Vergleichswert.

Abbildung 14: Steckbrief Familie im Mehrfamilienhaus

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH



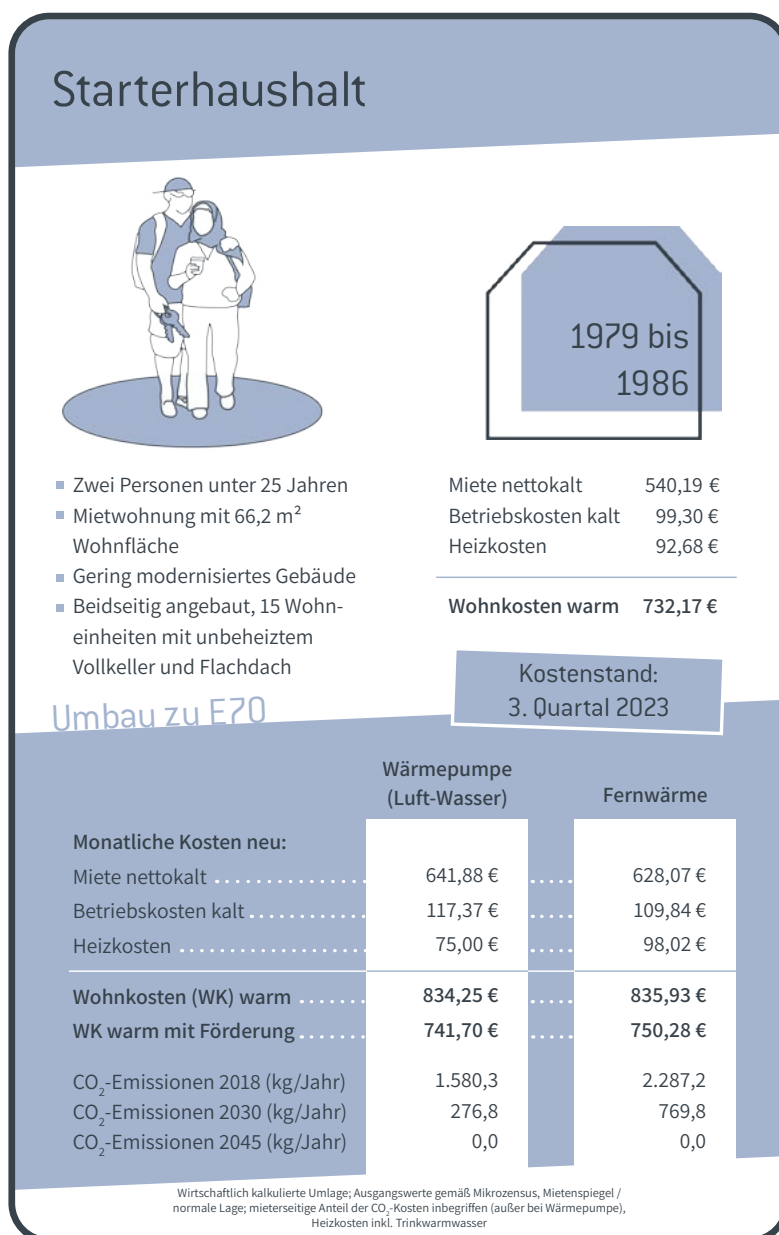
49 [DESTATIS 2019b]

Gerade junge Haushalte sind typischerweise von hohen Wohnkostenbelastungen betroffen. Als sogenannte Starterhaushalte werden hier Haushalte bezeichnet, in denen Menschen unter 25 Jahren wohnen. In unserem Beispiel leben zwei Personen in einer ca. 66 m² großen Wohnung für 732,17 Euro bruttowarm (siehe Abbildung 15). Nach der Sanierung zum Effizienzhaus 70 steigen die warmen Wohnkosten beim Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe um rund 102 Euro. Durch Einbeziehung der Förderung liegt die Erhöhung gerade noch bei rund 9 Euro pro Monat. Beim Anschluss an das Fernwärmenetz erreichen die warmen Wohnkosten nach der Sanierung circa 836 Euro pro Monat (rund 104 Euro mehr), mit Berücksichtigung der Förderung steigen die warmen Wohnkosten lediglich um rund 18 Euro. Bei Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe werden, verglichen mit dem Basisjahr 2018, rund 706 kg/Jahr weniger CO₂-Emissionen ausgestoßen. Gemäß Klimapfad soll das Fernwärmenetz weiter dekarbonisiert werden, so dass auch bei diesem Lösungsweg die Emissionswerte in den kommenden Jahren weiter sinken. Menschen eines Starterhaushaltes mit einer ersten eigenen Wohnung befinden sich meistens noch in einer Ausbildungssituation und haben dementsprechend nur wenig Geld zur Verfügung. Die mittlere Mietbelastung bei den unter 25-Jährigen liegt bei ca. 38 % des Haushaltseinkommens. Die beschriebenen Erhöhungen der Wohnkosten sind daher auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass in dieser Gruppe bereits heute jeder Zehnte mindestens 50 % des Einkommens für die Miete aufwendet.⁵⁰

Abbildung 15: Steckbrief Starterhaushalt im Mehrfamilienhaus

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH

Beispielrechnung Starterhaushalt im Mehrfamilienhaus



50 [DESTATIS 2019a]

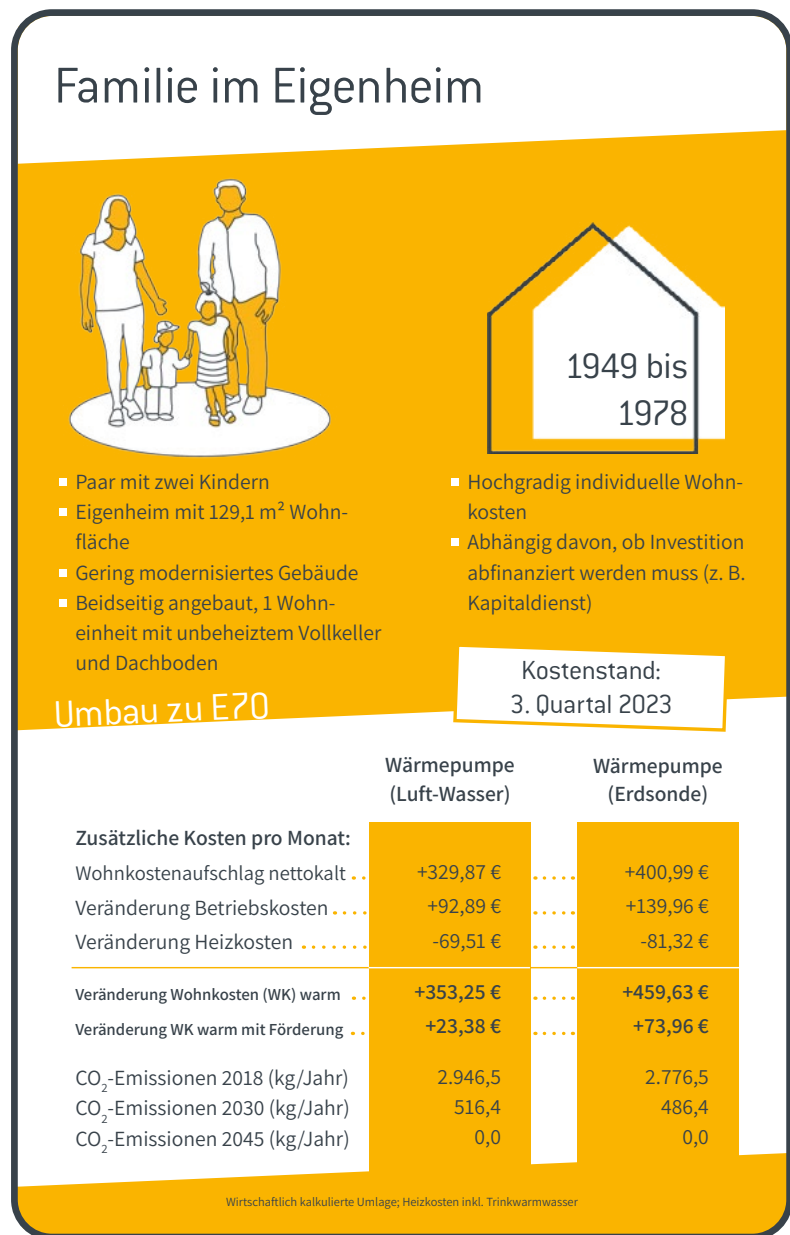
Beispielrechnung Familie im Eigenheim

Anders als in den Mehrfamilienhäusern stellt sich das Ergebnisbild für Eigenheime dar. Die monatlichen Belastungen bei einer Familie im Eigenheim sind in der Ausgangssituation individuell sehr verschieden. Sie hängen im hohen Maße davon ab, wann und zu welchen Konditionen das Eigenheim erworben wurde. Bestehende Kreditverbindlichkeiten und Kapitaldienste können je nach Dauer des Eigentums oder Art des Erwerbs (Kauf, Erbe) sehr unterschiedlich ausfallen. Hinzu kommen Betriebskosten und – im Idealfall – die Bildung von Rücklagen für Instandsetzungen und Reparaturen. Zu diesen höchst individuell ausgeprägten Wohnkosten in der Ausgangssituation kommen die Folgekosten einer energetischen Sanierung. Im hier gewählten Beispiel wohnt ein Ehepaar mit zwei Kindern auf rund 129 m² Wohnfläche in einem gering modernisierten Reihenhaus, errichtet zwischen 1949 und 1978. Ein Umbau zum Effizienzhaus EH 70 würde bei Einbau der Variante mit Luft-Wasser-Wärmepumpe und Photovoltaik (Variante 3) eine monatliche Steigerung der warmen Wohnkosten um ca. 353 Euro bedeuten. Gerade bei Eigenheimen, in denen sich die finanzielle Situation höchst individuell gestaltet, kann die Inanspruchnahme von Förderung wichtige Unterstützung bewirken und somit auch Anreize setzen. Bei der wie oben beschriebenen Nutzung von Förderprogrammen müssen in diesem Beispiel für die warmen Wohnkosten lediglich circa 23 Euro mehr im Monat aufgewendet werden.

Da Einfamilienhausgebiete für Fernwärme-Netzbetreiber häufig nicht wirtschaftlich sind, wird bei diesem Beispiel als Variante die Nutzung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Erdsonden (Variante 2) herangezogen. Der Freiraum rund um die meist freistehenden Gebäude eignet sich dabei besonders für diese Wärmeversorgungsvariante. Hierbei fallen rund 106 Euro mehr an als im Vergleich zu den Luftwärmepumpen, die Einbeziehung der Förderung sorgt für eine Reduktion auf knapp 74 Euro mehr, die für warme Wohnkosten im Monat aufgewendet werden müssen (siehe Abbildung 16). Durch die effizientere Erdwärme-Technik sinkt insbesondere der Ansatz für die Heizkosten, was auf lange Sicht nachhaltig kostendämpfend wirkt.

Abbildung 16: Steckbrief Familie im Eigenheim

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH



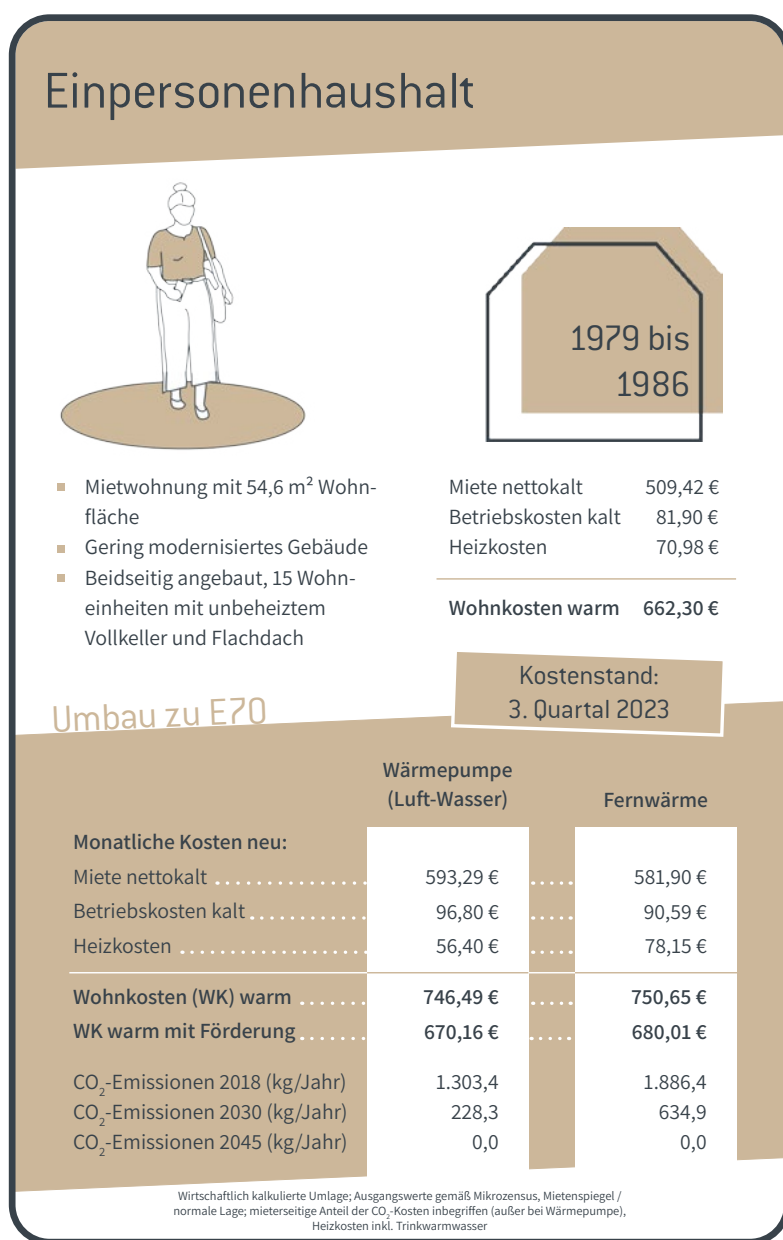
Beispielrechnung Einpersonenhaushalt im Mehrfamilienhaus

In Großstädten lebt typischerweise der Großteil der Menschen allein in einer Wohnung – so auch in Hamburg. Diese Haushalte verfügen nur über ein einzelnes Einkommen, zugleich sind die Anforderungen an den Wohnraum andere als beispielsweise bei Familien. Der betrachtete prototypische Einpersonenhaushalt zahlt in der Ausgangssituation für seine Wohnung mit 54,6 m² Wohnfläche rund 662 Euro bruttowarm (siehe Abbildung 17). Beim Umbau des bislang gering modernisierten Wohngebäudes zu einem EH 70-Standard führt das beim Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zu zusätzlichen Wohnkosten von ungefähr 84 Euro. Beim Anschluss an das Fernwärmenetz müssen zusätzliche Wohnkosten von circa 88 Euro aufgebracht werden. Bezieht man die verschiedenen Förderprogramme mit ein, kann auch hier fast

eine Warmmietenneutralität erreicht werden: Nach dem Umbau mit einer Wärmepumpe betragen die warmen Wohnkosten knapp 670 Euro (+7,86 Euro zur Ausgangssituation). Auch beim Anschluss an die Fernwärme kann die Förderung für die Mieterinnen und Mieter Bezahlbarkeit gewährleisten. Die neuen bruttowarmen Wohnkosten steigen um circa 18 Euro an.

Abbildung 17: Steckbrief Einpersonenhaushalt im Mehrfamilienhaus

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH



Die verschiedenen Beispiele zeigen, dass es bei der Umsetzung energetischer Sanierungen teilweise zu moderaten, teilweise aber auch zu hohen zusätzlichen Wohnkosten kommt. Hierbei können öffentliche Fördermittel eine entscheidende Rolle spielen, da sie helfen, extreme Steigerungen der Wohnkosten wirksam abzumildern. Insgesamt stellt in der Regel eine geringere Sanierungstiefe die kostengünstigste Variante für die Warmmiete dar. Durch Berücksichtigung der aktuellen Förderkonditionen sind auch diese höheren Sanierungsstandards für Haushalte bezahlbar. Deutlich wird auch, dass nur eine ganzheitliche Betrachtung von Kosten und Einsparungen zu Lösungen führt, da sie der Maßgabe von Bezahlbarkeit und Sozialverträglichkeit am ehesten gerecht wird und so als ehrliche und belastbare Grundlage für Diskussionen und Entscheidungen geeignet ist.

Fazit Wohnfolgekosten

Werden bei der Betrachtung zusätzlich die Ergebnisse zu Grauen Emissionen und dem Verbrauch von (Primär-)Rohstoffen betrachtet (siehe Kapitel 3), so lassen sich die dort erhobenen Erkenntnisse gut mit den hier beschriebenen Ergebnissen zusammenbringen. Die Studienergebnisse zu Grauen Emissionen einerseits und Bezahlbarkeit bzw. Sozialverträglichkeit der Dekarbonisierung im Wohngebäudesektor andererseits stehen in keinem Widerspruch zueinander – im Gegenteil führten bestimmte, meist eher niedrigschwellige Lösungswege aus beiden Blickwinkeln zu ähnlichen Empfehlungen. Moderate Sanierungstiefen sind auch hinsichtlich der Bezahlbarkeit zu befürworten, mit Einbeziehung der Förderung können auch höhere Sanierungstiefen größtenteils sozialverträglich umgesetzt werden. Diese sollte insbesondere bei den beidseitig angebauten Gebäuden mit geringer Hüllfläche und Gebäuden, die weiterhin Emissionen durch den Energieträger emittieren, in Anspruch genommen werden, um hier bei Zielzuständen ab EH 55 eine bezahlbare und ökologisch sinnvolle Umsetzung vor allem für Mieterinnen und Mieter zu gewährleisten.

Betrachtung von Bezahlbarkeit und Grauen Emissionen führt zu ähnlichen Empfehlungen

5 ZENTRALE HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Im Folgenden sind die aus der umsetzungsorientierten Machbarkeitsstudie und den ergänzenden Studien ableitbaren zentralen Handlungsempfehlungen zu neun Handlungsfeldern gelistet, welche nach einvernehmlicher Meinung der beteiligten Gutachterinnen und Gutachter von entscheidender Bedeutung zur Erreichung der Klimaschutzziele im Bereich der Wohngebäude in Hamburg sind.

1 Empfehlungen zur Gesamtstrategie

Kostensensible Strategie mit Priorität auf „Dekarbonisierung first“

- a. Die Umstellung der Wärmeversorgung auf fossilfreie Energieträger sollte die oberste Priorität zur Erreichung der Klimaschutzziele im Sektor Private Haushalte haben („Dekarbonisierung an erster Stelle“).
- b. Die Aspekte Kosten, CO₂-Emissionen (sowohl Graue Emissionen als auch Emissionen in der Nutzungsphase) und Sanierungstiefe stehen in einem engen Zusammenhang und sollten daher bei der Entwicklung von Maßnahmen zur Zielerreichung nicht losgelöst voneinander betrachtet werden.
- c. Eine kostensensible Gesamtstrategie zur Erreichung eines klimaneutralen Wohngebäudebestandes ist essenziell für die Akzeptanz des Klimaschutzes. Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer, die letztendlich für die Umsetzung verantwortlich sind, dürfen wirtschaftlich nicht überfordert werden und die Bezahlbarkeit des Wohnens muss für die Haushalte gesichert werden.

2 Empfehlungen im Bereich der Sanierung

Fokus auf Gebäude mit hohem Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

- a. Die Sanierungsstrategie für den Hamburger Wohngebäudesektor (PHH) sollte durch Anwendung des erweiterten „Worst First“-Ansatzes verstärkt auf die besonders ineffizienten Gebäudebestände ausgerichtet werden. Hierbei sind insbesondere die Gebäude in den Fokus zu nehmen, die aktuell einen überproportional hohen Anteil an den Energieverbräuchen und CO₂-Emissionen aufweisen. In diesem Zusammenhang ist grundsätzlich sowohl das Leitbild der individuellen Gebäudesanierung als auch der strategische Umgang mit dieser Bausubstanz am Gesamtoptimum aus Ökologie, Wirtschaftlichkeit und Sozialverträglichkeit auszurichten (unter Wahrung von erhaltenswerten Gestaltungsqualitäten). Aus diesem Grund sollte das Ziel insbesondere bei sukzessiven Sanierungen an diesen Gebäuden (i.d.R. Teilsanierungen im Investitionszyklus der Bauteile/ Komponenten) eine beschleunigende Herstellung eines realistisch umsetzbaren und praxisnahen Gebäudestandards sein, welcher einen effizienten Einsatz zukunftsfähiger Anlagentechnik auf Basis erneuerbarer Energien zusätzlich unterstützt (hierbei weisen bereits geringfügige energetische

Sanierungsmaßnahmen einen erheblichen Einfluss auf) und ebenfalls mit einer deutlichen Minderung des Energiebedarfs einhergeht.

- b. In Bezug auf eine zunehmend dekarbonisierte Energieversorgung sollte sich die anzustrebende Sanierungstiefe nicht an einer größtmöglichen Energieeinsparung orientieren, sondern an den Aspekten CO₂-Emissionen und Kosten. Konkret heißt das, dass sowohl der Gebäudetyp (handelt es sich z. B. um ein freistehendes Einfamilienhaus, ein „eingebautes“ Reihenhauses oder ein Mehrfamilienhaus in Blockrandbebauung mit unterschiedlich großem Hüllflächenanteil) als auch die Heizungsart bzw. der Energieträger berücksichtigt werden sollten.
- c. Vor dem Hintergrund vertretbarer Wohnkostenfolgen können eingebaute Gebäude mit weniger Hüllfläche tiefer saniert werden als freistehende Gebäude mit viel Hüllfläche.
- d. Energetische Sanierungsmaßnahmen sollten möglichst am Ende der Bauteil-Lebensdauer erfolgen (Vermeidung von Vorfälligkeiten).
- e. Bei Wärmepumpenlösungen kann unter Berücksichtigung der Altersklasse des Gebäudes eine nicht zu hohe Sanierungstiefe (KfW-Effizienzhausstandards 115 bis 70) gewählt werden. In vielen Fällen kann erst die Wärmepumpe eingebaut werden und später schrittweise die energetische Sanierung erfolgen. Insbesondere bei Ein- und Zweifamilienhäusern, die besonders hohe Wohnkostenfolgen bezogen auf den Quadratmeter Wohnfläche aufweisen, gilt es, sich auf Maßnahmen an der Energieversorgung zu konzentrieren, die schnell hohe CO₂-Einsparungen erbringen.
- f. Im Zuge der fortschreitenden Dekarbonisierung des Fernwärmenetzes werden zukünftig niedrigere Sanierungstiefen nicht nur aus Kostensicht, sondern auch aus Sicht der CO₂-Gesamtemissionen am vorteilhaftesten sein. Auf Grund der aktuell (noch) hohen Emissionsfaktoren der Fernwärme leistet eine moderate Sanierung von besonders ineffizienten Gebäudebeständen an der Fernwärme kurzfristig den kosteneffizientesten Beitrag zur Senkung des Energiebedarfs und zur nachhaltigen Reduktion des fossilen Restanteils. Dies führt auch zu größeren freiwerdenden Leistungskapazitäten im Fernwärmenetz, so dass mehr zusätzliche Gebäude an das Fernwärmenetz angeschlossen werden können. Bei einer Finanzierung von Sanierungsmaßnahmen ohne Förderung hat dies aber hohe Wohnkosten zur Folge. Hier müssen die Bereitstellung sowie die Akzeptanz und Inanspruchnahme von Förderung Abhilfe schaffen.
- g. Es sollten Anreize zur Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen als Dämmmaterialien und sortenrein trennbaren Lösungen für die Sanierung der Gebäudehülle gesetzt werden. Um den Ressourcenverbrauch von nicht-nachwachsenden Rohstoffen zu minimieren und auch Treibhausgasemis-

Sanierungstiefe an CO₂-Emissionen und Kosten orientieren

Zumeist erst Wärmeversorgung umstellen, dann schrittweise Sanierung

Dekarbonisierung Wärmenetze bei Sanierungstiefe berücksichtigen

Art und Trennbarkeit der Dämmmaterialien beachten

sionen zu reduzieren, sollte bei der Wahl von Materialien nachwachsende Dämmstoffe priorisiert werden – sofern brandschutztechnisch möglich. Um hierbei die größtmöglichen Vorteile auszureizen, muss zwingend eine stoffliche Verwertung einer thermischen Verwertung vorgezogen werden. Dies ist nur durch eine sortenrein trennbare und z. B. hinterlüftete Fassade möglich. Um die aktuell noch erhöhten Anschaffungskosten für trennbare Systeme und nachwachsende Materialien auszugleichen, schlagen wir eine zusätzliche Förderung dieser Maßnahmen vor.

- h. Beförderung der seriellen Sanierung – auch in Ein- und Zweifamilienhaussegment – durch Potenzialabschätzung, Dialog mit der Bauwirtschaft, Pilotprojekte und Beratung.

3 Empfehlungen zur Wärmeplanung, Wärmenetzen und Wärmepumpen

Kommunale Wärmeplanung entwickeln und umsetzen

- a. Als ein wesentlicher Grundstein für eine erfolgreiche Wärmewende im Hamburger Wohngebäudesektor ist die kommunale Wärmeplanung anzusehen und auch als solche anzunehmen. Als Ergebnis der Wärmeplanung werden Gebietsausweisungen für den Fernwärmeausbau, für hohe Wärmelinindichten ohne geplanten Fernwärmeausbau (Quartierslösungen) und dezentrale Versorgung erwartet bzw. liegen bereits vor. Diese Ergebnisse sind mit maximaler Transparenz zu kommunizieren, um hierbei den Eigentümerinnen und Eigentümern von Wohngebäuden eine zielgerichtete Orientierung zu geben und somit individuelle Investitionsentscheidungen zu leiten und zu erleichtern. Besonders vor dem Hintergrund der sehr heterogenen Eigentumsverhältnisse im Hamburger Wohngebäudebestand sind Maßnahmen zur Umstellung der Wärmeversorgung – möglichst mit entsprechend gebäudeübergreifender Fachplanung – grundsätzlich auf Basis gesamtheitlicher Dekarbonisierungsperspektiven zu koordinieren.

Wärmenetzgebiete: Anreizprogramm zur Intensivierung und Erleichterung der Umstellung

- b. In Gebieten mit bestehendem Fernwärmenetz ist eine Intensivierung und Erleichterung der Umstellung dezentraler fossiler Wärmeversorgung auf eine Fernwärmeversorgung anzustreben. Ergänzend hierzu sollte die Nachverdichtung und der sukzessive Ausbau des Fernwärmenetzes mit einem langfristigen Anreizprogramm zur Realisierung hoher Fernwärme-Anschlussraten – vor dem Hintergrund der kommunalen Wärmeplanung – einhergehen. Zum einen ließe sich darüber gezielt die Netzkapazität steuern, und zum anderen könnten die jeweiligen Reinvestitionszeitpunkte bestehender Anlagen eine bessere Berücksichtigung finden.

Andere Gebiete: Wärmepumpe in Kombination mit PV als Schlüsseltechnologie

- c. In Gebieten ohne netzgebundene Wärmeversorgung und mit vergleichsweise geringen Wärmelinindichten ist ein beschleunigter und konsequenter Ausbau des Angebots von erneuerbaren Energien zur dezentralen Versorgung des Heizungs- und Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs der Hamburger

Wohngebäude notwendig. Hierfür bedarf es einer Förderung der Umstellung dezentraler Wärmeversorgung von fossilen Energien auf erneuerbare Energien. In diesem Zusammenhang wird die Wärmepumpe in Kombination mit PV als Schlüsseltechnologie bei der dezentralen Wärmeversorgung angesehen. Daher empfehlen wir – in enger Abstimmung mit Kammern und Verbänden etc. – eine „Offensive Wärmepumpenstrategie“, in der die zentralen Komponenten für eine deutlich höhere Einbaurate dieser Technik systematisch befördert werden. Dies gilt für Herstellung, Import (Stichwort auch: Skaleneffekte durch hohe Anzahlen und koordinierte Umsetzung), Ausbildung und Fachkräftesicherung.

4 Empfehlungen zu Quartiers- und Flottenlösungen

- a. In Gebieten mit hoher Wärmeliniendichte, welche jedoch nicht wirtschaftlich an ein zentrales Fernwärmenetz angeschlossen werden können, stellt die Ermöglichung und Förderung von innovativen Quartierslösungen inkl. ganzheitlicher und intelligenter Energiekonzepte einen wichtigen und sinnvollen Baustein zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2045 dar. Quartierslösungen tragen zur Förderung innovativer Technologien bei, sie erzeugen Synergie-Effekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien, für private/selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer ebenso wie für Mieterinnen und Mieter und erzeugen Skaleneffekte für bauliche Sanierungslösungen. Hierbei zeichnen sich Quartierslösungen mit mehreren der identifizierten Erfolgskriterien gegenüber den gebäudebezogenen Einzellösungen in der Regel als besonders wirtschaftlich und klimafreundlich aus. Insbesondere sind homogene Eigentümerstrukturen eine sehr gute Keimzelle für Quartierskonzepte und versprechen einen kurzfristig umsetzbaren Beitrag zur Zielerreichung.
- b. Wohnungswirtschaftliche Flottenlösungen und energetisches Flottenmanagement dieser homogenen Eigentümerstrukturen, insbesondere für Bestandshalterinnen und Wohnungsunternehmen sollten forciert werden, um den Anforderungen an unterschiedliche Wohnungsbestände in differenzierten Wohnungsmärkten gerecht zu werden. Hierbei sollte eine bessere Synchronisation von Teilsanierungen und gleichzeitig das Nutzen von Synergie-Effekten in Bezug auf Technologienutzungen für private Einzeleigentümerinnen und -eigentümer ermöglicht werden.
- c. Eine effizientere Zielerreichung wird durch eine Erweiterung des Blickwinkels über das Einzelgebäude hinaus erreicht. Nachbarschaftliches Sanieren senkt Kosten und hebt Synergieeffekte, eine anwenderorientierte Bilanzierung der CO₂-Emissionen mit dem Ziel der Klimaneutralität auf Quartiers- und Flottenebene ermöglicht das Priorisieren von besonders wirksamen und wirtschaftlichen Maßnahmen. Eine praxisorientierte Umsetzung von Flotten- und Quartiersansätzen sollte deshalb ermöglicht werden. Hier sollte der rechtliche Rahmen (GEG-Novelle) hergestellt werden. Es soll-

**Innovative
Quartierlösungen
ermöglichen und fördern**

Flottenlösungen forcieren

**Rechtlichen Rahmen
herstellen und
Bilanzierungsmodelle
entwickeln**

ten zudem anwenderorientierte Bilanzierungsmodelle für Quartiers- und Flottenansätze entwickelt werden, die auch die Erzeugung und Nutzung von Solarstrom einbeziehen und damit zu Synergien bezüglich der Hamburger Photovoltaik-Strategie, der Dekarbonisierung der Wärme und der Senkung der Betriebskosten führen.

5 Empfehlungen im Bereich der Förderung

Vorbemerkung Förderung

Seit der Veröffentlichung des Berichts zur Machbarkeitsstudie mit Stand drittes Quartal 2021 bezogen auf Kosten, Förderangebote und den gesetzlichen Rahmen sind zum Teil erhebliche Veränderungen insbesondere in Bezug auf das Ordnungsrecht eingetreten. Zudem wurden Förderprogramme in Hamburg und auf Bundesebene neu eingeführt bzw. optimiert. Die für die Erreichung der Klimaschutzziele 2045 im Rahmen dieser Studie betrachteten TGA-Varianten 2, 3 und 4 sind dadurch ganz überwiegend vom anzureizenden Förderziel zum gesetzlichen Standard geworden. Die meisten der ursprünglichen Handlungsempfehlungen für den Bereich der Förderung sind somit auf die eine oder andere Weise zwischenzeitlich umgesetzt.

Zusammenfassung der wesentlichen Änderungen:

Die Anforderungen der 2022 kurzfristig eingeführten Mittelfristenergieversorgungssicherungsmaßnahmenverordnung (EnSimiMaV) zur Optimierung fossiler Heizungsanlagen in Mehrfamilienhäusern sind im Oktober 2024 im Wesentlichen auf das GEG übergegangen. Ebenfalls im Oktober 2022 startete das Förderangebot der IFB für Geringinvestive Maßnahmen zur Heizungsoptimierung und Förderung von Umfeldmaßnahmen z. B. zur Unterstützung der Niedertemperaturfähigkeit für den Einsatz von Wärmepumpen im Wohngebäudebestand.

Anfang 2024 ist das novellierte GEG in Kraft getreten mit der wesentlichen Anforderung: bei Inbetriebnahme einer Heizungsanlage (Neubau und Bestand) müssen mindestens 65 % erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden und ab 2045 gilt ein Betriebsverbot für fossilbetriebene Heizungsanlagen, was durch entsprechende Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene unterstützt wird.

Die Förderintensität der IFB-Förderung wurde im Rahmen der beihilferechtlichen Grenzen optimiert. Für Gebäude mit geschützten Fassaden besteht ein IFB-Förderangebot für den erhöhten Planungsaufwand sowie für Innendämmungen. Die Einführung einer Bauteilförderung auch für größere Mietwohngebäude ist für 2025 geplant.

Ebenfalls Anfang 2024 ist in Hamburg die Pflicht zur Errichtung von PV-Anlagen auch bei der Dachsanierung in Kraft getreten, für den Neubau bestand diese Pflicht bereits seit Anfang 2023.

a. Die Sanierung von Wohngebäuden führt i. d. R. zu erheblichen Steigerungen der Wohnkosten, die bei Inanspruchnahme von Fördermitteln gesenkt werden können. Die Einsparung von CO₂-Emissionen durch Sanierung und Betrieb sollte in der Förderung fester Bestandteil sein.

Einsparung CO₂-Emissionen als Bestandteil der Förderung

b. Die Neubewertung der anzustrebenden Sanierungstiefe sollte in die Gestaltung der Förderung einfließen. Bei Wärmepumpen-Lösungen reizt die Sanierungsförderung mitunter höhere Hüllstandards und damit höhere CO₂-Gesamtemissionen an. Dieser Widerspruch resultiert daraus, dass sich die Förderung bisher an den Kriterien der Energieeffizienz („Quantität des Energieträgers“) orientiert. Dies war sinnvoll, solange die Wärmeversorgung überwiegend mit Gas oder anderen fossilen Energieträgern sichergestellt wurde. Im Hinblick auf die geplante Umstellung der Energieversorgung auf überwiegend fossilfreie Energieträger muss der Fokus der Förderung in Zukunft auf den einzusparenden CO₂-Gesamtemissionen („Emissions-Qualität des Energieträgers“) liegen anstelle der Energieeffizienz. Um die Aspekte CO₂-Minderung und Bezahlbarkeit des Wohnens besser miteinander vereinbaren zu können, sollte die Förderung sich daher zukünftig noch konsequenter an den CO₂-Einsparungen orientieren.

Neubewertung Sanierungstiefe bei Förderung berücksichtigen

c. Da Fördermittel bei vermieteten Gebäuden nur die Modernisierungsumlage reduzieren und damit den Mietenden zugutekommen, besteht für Vermietende in einem angespannten Wohnungsmarkt wie Hamburg häufig kein unmittelbarer Mehrwert darin, den Aufwand der Fördermittelbeschaffung zu betreiben. Daher kommt nicht nur der ausreichenden, transparenten und zuverlässigen Bereitstellung von Fördermitteln, sondern auch der tatsächlichen Inanspruchnahme von Fördermitteln für energetische Sanierungen durch die (vermietenden) Eigentümerinnen und Eigentümer eine wichtige Rolle für die Bezahlbarkeit des Wohnens und die Akzeptanz der Klimaschutzmaßnahmen im Sektor Private Haushalte zu. Mit dem Bündnis für das Wohnen sollte mit dem Ziel in Verhandlungen getreten werden, eine möglichst flächendeckende Inanspruchnahme von Fördermitteln für energetische Sanierungen von vermieteten Wohngebäuden zu erreichen, zum Beispiel durch eine Selbstverpflichtung oder ähnliche Instrumente.

Bereitstellung und Inanspruchnahme von Fördermitteln sichern

d. Auch bei Fernwärme-Lösungen bietet sich die Umstellung der Förderung auf eine konsequente Orientierung an den CO₂-Gesamtemissionen an. Die Berechnungen der Gutachten zeigen, dass die Förderung unter den heutigen Rahmenbedingungen mit (noch) hohen Emissionen der Fernwärme die richtigen Anreize hin zu einer hohen Sanierungstiefe und damit niedrigeren CO₂-Gesamtemissionen setzt und die Wohnkostenfolgen zumeist für hohe Sanierungstiefen am deutlichsten reduziert. Mit fortschreitender Dekarbonisierung der Fernwärme ergeben sich aber Widersprüche, die mit den Widersprüchen bei den Wärmepumpen-Lösungen vergleichbar sind, sofern an einer ausschließlich effizienzorientierten Fördersystematik für die Gebäudehülle festgehalten werden sollte.

Fernwärme: Entwicklung CO₂-Emissionen im Zeitverlauf berücksichtigen

6 Empfehlung zur Einbeziehung des Nutzendenverhaltens

Sensibilisierung: Verhaltensänderung

Auch die Sensibilisierung und Anpassung des Nutzerinnen- und Nutzerverhaltens hin zu einem sparsamen Umgang bezüglich des Strom- und Wärmeverbrauchs in Gebäuden ist unabdingbarer Baustein einer erfolgreichen Gesamtstrategie – Beratungsangebote ausbauen, zum Beispiel in Kooperation mit der Verbraucherzentrale.

7 Empfehlungen zur Kommunikation

Zentrale Kommunikation durch FHH

Aufbau einer zentralen Kommunikation durch die Freie und Hansestadt Hamburg für die Transformation der Wohngebäudebestände, Moderation und Lenkung unter anderem für:

- Kommunale Wärmeplanung
- Quartierslösungen
- Beratungsinfrastruktur mit ausreichend Beratungskapazitäten und weiteren bzw. neuen Beratungsformaten
- Aktivierung der privaten Eigentümerinnen und Eigentümer durch gezielte Beratungsangebote und typisierte Planungen (Typegebäude), ggf. auch zu Synergie-Effekten in Bezug auf Technologienutzungen und Flottenlösungen.

8 Empfehlungen zur Bereitstellung von Bau- und Planungs-kapazitäten

Verbände und Kammern: Abstimmung zum Kapazitätsausbau

Regelmäßiger Abgleich von notwendigen Bau- und Planungskapazitäten mit den baugewerblichen Verbänden und der Architekten- und Baukammer:

Es bedarf einer langfristigen Beschäftigungsinitiative im Baugewerbe und der Bauindustrie für den Ausbau der notwendigen Kapazitäten zur Umsetzung der baulichen Transformation der Wohngebäudebestände.

Ein erheblicher Ausbau der Ausbildungskapazitäten an den Hochschulen für Architektinnen und Architekten, Bauingenieurinnen und Bauingenieuren sowie Ingenieurinnen und Ingenieuren der Gebäude- und Versorgungstechnik ist notwendig, um den Bedarf an planerischen Kapazitäten für die komplexen Aufgaben im Bereich der Bestandsleistungen im Wohngebäudesektor der kommenden Jahre abzudecken.

9 Empfehlungen zum Monitoring

Durchführung eines regelmäßigen Monitorings mit einer wiederkehrenden Befragung der Hamburgischen Wohnungswirtschaft und von Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern zu den durchgeführten Maßnahmen und Evaluierung der Einspareffekte (Energieverbrauch und Treibhausgaseinsparung), Ermittlung der Entwicklung der Sanierungsrate und Evaluierung der Sozialverträglichkeit der Klimaschutzmaßnahmen für Mieterinnen und Mieter bzw. im selbstgenutzten Eigentum.

Regelmäßiges Monitoring

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Übersichtsdiagramm der Anteilsverteilung im Hamburger Wohngebäudebestand bezüglich der Gebäudeanzahl, der Nutzfläche, des Endenergieverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen; differenziert nach Gebäudetypen, Baualtersklassen und Ausgangszuständen	21
Abbildung 2:	Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert differenziert nach Baualtersklasse	25
Abbildung 3:	Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert Mehrfamilienhäuser 1949 bis 1978 differenziert nach Modernisierungsumfang	26
Abbildung 4:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten	29
Abbildung 5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten	31
Abbildung 6:	Entwicklung der Investitionsbedarfe im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten	32
Abbildung 7:	Wohnkostenfolgen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg – ohne Förderung	34
Abbildung 8:	Wohnkostenfolgen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg – mit Förderung	35
Abbildung 9:	Entwicklung der energetischen Sanierungsrate im Hamburger Wohngebäudebestand – Szenario 2 – in Form von Vollsanierungsäquivalenten (resultierend aus energetischen Teil- und Vollsanierungen)	39
Abbildung 10:	Exemplarische Darstellung der Technikvarianten am Mehrfamilienhaus	45
Abbildung 11:	räumliche Quartiersanalyse FHH	52
Abbildung 12:	Auswirkungen der Wohnkostenfolgen	64
Abbildung 13:	Auswirkungen der Wohnkostenfolgen (mit Förderung)	66
Abbildung 14:	Steckbrief Familie im Mehrfamilienhaus	68
Abbildung 15:	Steckbrief Starterhaushalt	69
Abbildung 16:	Steckbrief Familie im Eigenheim	71
Abbildung 17:	Steckbrief Einpersonenhaushalt	72

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Gebäudebestand mit Wohnraum differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudetyp	17
Tabelle 2:	Wohngebäudebestand differenziert nach Einbausituation und Gebäudetyp	18
Tabelle 3:	Wohngebäudebestand differenziert nach Eigentübertyp und Gebäudetyp	19
Tabelle 4:	Modernisierungsstand differenziert nach Baualtersklassen und Modernisierungsumfang	20
Tabelle 5:	Endenergieverbrauch differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudegröße/Gebäudetyp (kWh/m ² bezogen auf die Gebäudenutzfläche, insgesamt in Millionen kWh)	22
Tabelle 6:	CO ₂ -Emissionen differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudetyp	23
Tabelle 7:	Übersicht der Festlegungen bezüglich der durchschnittlichen energetischen Sanierungsrate und der Sanierungstiefen für die betrachteten Szenarien von heute bis 2045	40
Tabelle 8:	Übersicht der Festlegungen bezüglich der energetischen Standards im Neubau für die betrachteten Szenarien von heute bis 2045	44
Tabelle 9:	Dekarbonisierungspfad Strom und Fernwärme FH Hamburg	48
Tabelle 10:	Erfolgskriterien Quartierslösung	53
Tabelle 11:	EH-Standards im Vergleich	85

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ARGE	Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
beB	besonders erhaltenswerte Bausubstanz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSW	Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen
BUKEA	Behörde für Umwelt, Energie, Klima und Agrarwirtschaft
EH	Effizienzhaus
EK	Eigenkapital
EZFH	Ein- und Zweifamilienhäuser
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GIM	geringinvestive Maßnahmen
H'T	Transmissionswärmeverlust
IFB Hamburg	Hamburgische Investitions- und Förderbank
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MFH	Mehrfamilienhaussegment
OPV	Organische Photovoltaik
PHH	Private Haushalte
PV	Photovoltaik
QP	Primärenergiebedarf
SGMS	Statische-Gebäude-Matrix-Simulation
ST	Solarthermie
TWh	Terawattstunde
VRK	Vakuum-Röhren-Kollektor
WEG	Gemeinschaft von Wohnungseigentümern/-innen
WLD	Wärmeliniendichte
WP	Wärmepumpen

ANHANG

Glossar

Die im Folgenden aufgeführten Erläuterungen zu wichtigen Grundbegriffen des Wohnungsbaus wurden auszugsweise aus Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes¹ übernommen. Diese Definitionen finden in der vorliegenden Studie Anwendung, sodass durch diese einheitliche Basis ein Vergleich beispielsweise von Gebäude- und Wohnungsangaben möglich ist.

Abgang

Als Abgang werden im Rahmen der Abgangsstatistik Gebäude und Gebäudeteile erfasst, die durch ordnungsbehördliche Maßnahmen, Schadensfälle oder Abbruch der Nutzung entzogen werden oder deren Nutzung zwischen Wohn- und Nichtwohnzwecken (mit und ohne Baumaßnahmen) geändert wird.

Dekarbonisierungspfad

Vorgesehener Pfad zur Entwicklung der Dekarbonisierung mit avisierte Zeit- und Maßnahmenplanung z. B. im Bereich der Energieträger und/oder Wärmeversorgung. Hierbei werden Handlungen und Prozesse, die CO₂-Emissionen emittieren, so umgestellt bzw. abgelöst, dass Freisetzungen von CO₂-Emissionen unterbleiben bzw. reduziert oder kompensiert werden. Ein entsprechender Fahrplan zur Dekarbonisierung liegt unter anderem für das Fernwärmenetz der Wärme Hamburg vor.

Effizienzhausstandards

Energetische Gebäudestandards oberhalb des öffentlich-rechtlichen Mindeststandards gem. Gebäudeenergiegesetz mit definierten Niveaus in Bezug auf den Primärenergiebedarf (QP) und den spezifischen Transmissionswärmeverlust (H'T). Dabei gilt: Je niedriger die Zuordnungszahl des Effizienzhausstandards ist, desto höher sind die energetischen Anforderungen.

Tabelle 11: EH-Standards im Vergleich

	E115	E100	E70	E55	E40
QP	115%	100%	70%	55%	40%
H'T	130%	115%	85%	70%	55%

Angaben des Jahres-Primärenergiebedarfs (QP) und des spezifischen Transmissionswärmeverlustes (H'T)

jeweils in Prozent des Referenzgebäudes nach GEG (ohne Anwendung der Berechnungsvorgabe in § 15 Absatz 1)

¹ z. B. [DESTATIS 2021]: Lange Reihen ab 1969-2020, Seite 3-4

Endenergiebedarf

Als Endenergiebedarf wird die Energiemenge bezeichnet, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um eine normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Der rein rechnerisch ermittelte Wert trifft daher, im Gegensatz zum Verbrauchskennwert/Endenergieverbrauch keine Aussage über die tatsächlich verbrauchte Energie.

Energieeffizienzbedingte Kosten

Kosten zum Erreichen einer Energieeinsparung, die gegenüber einer reinen Instandsetzungsmaßnahme anfallen, das heißt anteilige Kosten für energetisch wirksame Bestandteile und Mehraufwendungen an einem Bauteil – Definition nach FEBS (Fachportal Energieeffizientes Bauen und Sanieren).

Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch gibt die tatsächliche Energiemenge an, welche – in der Praxis – zur Raumbeheizung, Warmwasserbereitung, Kühlung und Lüftung eines Gebäudes verbraucht wird. Bezogen wird diese Energiemenge i.d.R. auf einen Quadratmeter Gebäudenutzfläche. Ermittelt werden kann dieser Wert unter anderem aus Energieabrechnungen bzw. Jahresverbrauchsaufstellungen z. B. des Energieversorgers.

Energetische Sanierungsrate (ohne Maßnahmenbewertung)

Prozentsatz der jährlichen energetischen Teil-/Vollsanierungen im Wohngebäudebestand inkl. Kleinstmaßnahmen wie z. B. dem Austausch eines geringen Fensteranteils.

Energetische Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalente)

Prozentsatz der jährlichen Vollsanierungsäquivalente im Wohngebäudebestand (alle energetischen Sanierungsmaßnahmen werden auf Basis ihrer jeweiligen energetischen Sanierungseffizienz in Form eines entsprechenden Anteils an Vollsanierungen betrachtet).

Energetische Sanierungstiefe

Durch energetische Maßnahmen zu erreichender Zielzustand im Wohngebäudebestand z. B. EH 115, EH 100, EH 70 etc. Vgl. hierzu auch das Stichwort Effizienzhausstandards.

Gebäude

Als Gebäude gelten gemäß der Systematik der Bauwerke selbstständig benutzbare, überdachte Bauwerke, die auf Dauer errichtet sind, und die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen.

Gebäude, einzeln

Als einzelnes Gebäude gilt jedes freistehende Gebäude oder bei zusammenhängender Bebauung – z. B. Doppel- und Reihenhäuser – jedes Gebäude,

das durch eine vom Dach bis zum Keller reichende Brandmauer von anderen Gebäuden getrennt ist. Ist keine Brandmauer vorhanden, so gelten die zusammenhängenden Gebäudeeinheiten als einzelne Gebäude, wenn sie ein eigenes Erschließungssystem (eigener Zugang und eigenes Treppenhaus) besitzen und für sich benutzbar sind.

Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)

Eine weitere Kenngröße im Zusammenhang mit dem Bauteil „Fenster“ ist der g-Wert bzw. Gesamtenergiedurchlassgrad. Dieser Wert erfasst die Energiedurchlässigkeit eines transparenten Bauteils z. B. der Verglasung. Er ergibt sich aus der direkt durchgelassenen Sonnenstrahlung und der sekundären Wärmeabgabe durch Abstrahlung und Konvektion.

Instandsetzungskosten

Kosten für Maßnahmen zur Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands von (technischen) Anlagen, Geräten, Bauelementen und Funktionseinheiten des Gebäudes. Instandsetzung bedeutet oft die Reparatur bzw. den Austausch von Bauteilen. In der Regel wird mit einer energetischen Sanierung das Gebäude auch instandgesetzt – Definition nach FEBS (Fachportal Energieeffizientes Bauen und Sanieren), entsprechen in der Regel den Modernisierungskosten nach § 555b BGB.

Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf beschreibt die berechnete Energiemenge, welche – in der Theorie – zur Raumbeheizung, Warmwasserbereitung, Kühlung und Lüftung eines Gebäudes erforderlich ist. Bezogen wird diese Energiemenge auf einen Quadratmeter Gebäudenutzfläche. Ermittelt wird sie unter anderem unter Einbeziehung der vorgelagerten Prozesskette für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des jeweiligen Energieträgers.

Progressivitätsfolge

Progressivitätsfolge ist ein Ranking der Wohngebäudebestände entsprechend ihres relativen Einsparpotenzials an Endenergieverbrauch und/oder CO₂-Emissionen (durch Maßnahmen an der Gebäudehülle und/oder Energie- bzw. Wärmeversorgung).

Räume

Die Zahl der Räume umfasst alle Wohn-, Ess- und Schlafzimmer und andere separate Räume (z. B. bewohnbare Keller- und Bodenräume) von mindestens 6 m² Größe sowie abgeschlossene Küchen unabhängig von deren Größe. Bad, Toilette, Flur und Wirtschaftsräume werden grundsätzlich nicht mitgezählt. Ein Wohnzimmer mit einer Essecke, Schlafnische oder Küchennische ist als ein Raum zu zählen. Dementsprechend bestehen Wohnungen, in denen es keine bauliche Trennung der einzelnen Wohnbereiche gibt (z. B. sogenannte „Loftwohnungen“), aus nur einem Raum.

Sanierungsrate

Prozentsatz der jährlichen Sanierungen im Wohngebäudebestand.

Spezifischer Transmissionswärmeverlust

Der spezifische Transmissionswärmeverlust beschreibt die Wärmemenge, die bei Temperaturdifferenz zwischen innen und außen durch die Bauteile eines Gebäudes an die Umgebung abgegeben wird und ist somit ein Maß für die energetische Qualität der Gebäudehülle.

Vollsanierungsäquivalente

s. Energetische Sanierungsrate

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Der U-Wert eines Bauteils beschreibt, wie viel Wärme bzw. Energie [W] bezogen auf einen Quadratmeter des Bauteils [m²] bei einer spezifischen Temperaturdifferenz [K] vom Gebäudeinneren nach außen abgegeben wird. Der Uw-Wert (w für window) bezieht sich entsprechend auf das Bauteil „Fenster“. Auch hier gilt: Je niedriger der Wert, desto weniger Wärme bzw. Energie wird durch das Bauteil weitergeleitet und desto besser ist die Dämmeigenschaft.

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit eines Materials gibt an, wie viel Energie im Verhältnis zur Materialstärke bei einer bestimmten Temperaturdifferenz übertragen wird. Ist die Wärmeleitfähigkeit hoch, so wird viel Energie in Form von Wärme weitergeleitet. Je kleiner der Wert der Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist folglich die Dämmwirkung des Materials.

Wohnfläche

Die Wohnfläche (zu berechnen nach der Verordnung der Wohnfläche (Wohnflächenverordnung – WoFIV) vom 25. November 2003 (BGBl. I S. 2346)) umfasst die Grundfläche der Räume, die ausschließlich zu dieser Wohnung gehören, also die Flächen für Wohn- und Schlafräume, Küchen und Nebenräume (z. B. Dielen, Abstellflächen und Bad) innerhalb der Wohnung.

Wohngebäude

Wohngebäude sind Gebäude, die mindestens zur Hälfte – gemessen am Anteil der Wohnfläche an der Nutzfläche nach DIN 277 (in der jeweils gültigen Fassung) – Wohnzwecken dienen.

Wohnung

Unter einer Wohnung sind nach außen abgeschlossene, zu Wohnzwecken bestimmte, in der Regel zusammenliegende Räume zu verstehen, die die Führung eines eigenen Haushalts ermöglichen. Wohnungen haben einen eigenen Eingang unmittelbar vom Freien, von einem Treppenhaus oder einem Vorraum. Zur Wohnung können aber auch außerhalb des eigentlichen Wohnungsabschlusses liegende zu Wohnzwecken ausgebaute Keller- oder Bodenräume (z. B. Mansarden) gehören.

Quellenverzeichnis

[ARGE 2022] Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (Hrsg.): Walberg, Dietmar; Gniechwitz, Timo; Paare, Klaus; Schulze, Thorsten: „Wohnungsbau: Die Zukunft des Bestandes - Studie zur aktuellen Bewertung des Wohngebäudebestands in Deutschland und seiner Potenziale, Modernisierungs- und Anpassungsfähigkeit“; Bauforschungsbericht Nr. 82, Kiel 02/2022

[ARGE 2021] Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (Hrsg.): Walberg, Dietmar; Gniechwitz, Timo: „Energiebedarf und tatsächlicher Energieverbrauch bei Wohngebäuden – Verbrauchsbenchmarks für Intervalle des Norm-Energiebedarfs“, Arbeits- und Informationsblätter/24-2021, Kiel 05/2021

[BBSR 2010] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): „Integration energetischer Merkmale in Mietspiegeln“; BBSR-online-Publikation Nummer 04/2010; Bonn, 2010

[BCG 2021] Boston Consulting Group im Auftrag des BDI; „Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft“; 10/2021

[BSW 2021] Hamburg. Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) (Hrsg.): „Hamburger Mietenspiegel 2021 - Qualifizierter Mietenspiegel für nicht preisgebundenen Wohnraum in der Freien und Hansestadt Hamburg“; Hamburg 12/2021

[Bürgerschaft Hamburg 2019] Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg, Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: „Erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes und Gesetz zur Änderung der Verfassung, zum Neuerlass des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes sowie zur Anpassung weiterer Vorschriften“; Drucksache 21/19200, Hamburg 12/2019

[DENA 2021] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (Hrsg.): „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität“; Berlin, 10/2021

[DESTATIS 2019a] DESTATIS – Statistisches Bundesamt (Hrsg.): „Wohnen in Deutschland. Zusatzprogramm des Mikrozensus 2018“; Berlin, 2019

[DESTATIS 2019b] DESTATIS – Statistisches Bundesamt (Hrsg.): „Aktuelle Ergebnisse der Mikrozensus-Zusatzerhebung zur Wohnsituation. Vortrag für die Herbsttagung des BAK Wohnungsmarktbeobachtung. Berlin, 22. November 2019“; <https://www.wohnungsmarktbeobachtung.de/bund-und-laender/bak/ht-2019/ht-2019/beitrag-destatis> (abgerufen: 18.07.22)

[DESTATIS 2021] DESTATIS - Statistisches Bundesamt: „Gebäude und Wohnungen – Bestand an Wohnungen und Wohngebäuden – Bauabgang von Wohnungen und Wohngebäuden“, Lange Reihen ab 1969-2020, Wiesbaden 22.07.2021

[DIW 2022] DIW Berlin – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (Hrsg.): „DIW Wochenbericht 43 2022“/Wärmemonitor 2021; Berlin, 2022

[Endres 2024a] Prof. Dipl.-Ing. (Univ.) Elisabeth Endres, Technische Universität Braunschweig/Ingenieurbüro Hausladen: „Energiewende – Chancen der Herausforderungen im Gebäudebestand“; Braunschweig/München/Neumünster (Foliensatz zum 696. Schleswig-Holsteinischen Baugespräch), März 2024

[Endres 2024] Prof. Dipl.-Ing. (Univ.) Elisabeth Endres, Ing.-Büros Hausladen GmbH (Hrsg.): „Präzisierung der Niedertemperaturfähigkeit der Gebäudehülle von Bestandsgebäuden beim Einsatz von Wärmepumpen“; Kirchheim, Endbericht vom 27. März 2024

[Statistikamt Nord 2022] Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein; „Energiebilanz und CO₂-Bilanzen für Hamburg 2020“, Berechnungsstand: September 2022

[S&B STRATEGY 2021] S&B Strategy GmbH: „Klimaneutralität 2045 oder politische Utopie“; München, 09/2021

[ZENSUS 2011] Zensus, Vollerhebung, Großprojekt der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder in enger Zusammenarbeit mit den Erhebungsstellen in den Kommunen zur Erhebung von Zahlen zum Leben, Wohnen und Arbeiten in Deutschland; Zensusstichtag 9. Mai 2011, regionale Datenabfrage für den Hamburger Wohngebäudebestand bei der Zensusdatenbank am 28.02.2020

IMPRESSUM



Herausgeberin:

Freie und Hansestadt Hamburg

Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW)

Neuenfelder Straße 19, 21109 Hamburg

V.i.S.d.P.: André Stark

Autorinnen und Autoren: Arnold, Felix; Enders, Katharina; Gniechwitz, Timo; Landsberg, Felix; Lüling, Claudia; Hanakam, Marcel; Riese, Michel; Sandrock, Matthias; Spital, Sonja; von Bodelschwingh, Arnt; Walberg, Dietmar; Weidner, Stefanie; Wittlich, Jörg

Redaktion: Arnold, Felix; Brauer, Sophie; Enders, Katharina; Gniechwitz, Timo; Hanakam, Marcel; Heinen, Lisa; Landsberg, Felix; Schmalfeld, Andreas; Spital, Sonja; von Bodelschwingh, Arnt; Walberg, Dietmar

Bildnachweis:

Titelfoto: Michael Zapf

S. 7, 11: SAGA

S. 15, 49: Andreas Bock

S. 56: Adobe Stock/detailfoto

Gestaltung: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Erstveröffentlichung des Berichts: März 2023

Veröffentlichung dieser aktualisierten und ergänzten Fassung des Berichts:
Februar 2025

Gefördert aus Mitteln des Hamburger Klimaplan.

