



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

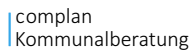
Ergebnisbericht der projektbeteiligten Gutachterinnen und Gutachter



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



ARGE – Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen, 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, Hamburg
mit Partnerbüro **HIC Hamburg Institut Consulting GmbH**
„Energetische Quartiersentwicklung“



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

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	6
Einführung	9
1 Ausgangslage – Hamburger Wohngebäude	13
1.1 Struktur, Baualter und Eigentumsform	14
1.2 Aktueller energetischer Modernisierungszustand	17
1.3 Endenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen für Wohnen	18
1.4 Prebound- und Rebound-Effekt	22
2 Perspektiven der Transformation – klimaneutraler Wohngebäudebestand	24
2.1 Szenarien zum Erreichen der Klimaschutzziele im Sektor privater Haushalte	24
2.2 Energieeffiziente Gebäudehülle und Niedertemperaturfähigkeit	31
2.2.1 Ambitionierte und praxisnahe Sanierungsrate und -tiefe	32
2.2.2 Relevanz und Chancen besonders erhaltenswerter Bausubstanz und Denkmäler	36
2.2.3 Innovative (CO ₂ -optimierte) Neubauten	37
2.3 Erneuerbare Energien am Gebäude	39
2.4 Beschleunigung der Wärmewende durch erneuerbare Energien und klimaneutrale Energieträger	42
2.5 Quartiere als Teilbaustein des Klimaschutzes	44
3 Klimapfade bezahlbar und sozialverträglich gestalten	49
4 Zentrale Handlungsempfehlungen	62
Abbildungsverzeichnis	67
Tabellenverzeichnis	68
Abkürzungsverzeichnis	69
Anhang	70
Glossar	70
Quellenverzeichnis	74
Impressum	76

VORWORT

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 Modernisierungsstand 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 32 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.



Karen Pein

Senatorin für Stadtentwicklung und Wohnen

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 Modernisierungspotenziale 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 Modernisierungsmaßnahmen 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 „Maxima-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.

EINFÜHRUNG

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 den Transformationspfad Wärmewende inkl. Gebäudeeffizienz. Dieser Transformationspfad 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 Teiltransformationspfad Gebäudeeffizienz im Bereich der Wohngebäude zuständig.

Die Erstellung einer umsetzungsorientierten Machbarkeitsstudie für den Wohngebäudebestand wurde als Maßnahme in der Fortschreibung des Klimaplan vereinbart. Die Studie sollte genauere Kenntnisse über den Hamburger Wohngebäudebestand und seine Modernisierungspotenziale 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.

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)

Einordnung in Fortschreibung Hamburger Klimaplan 2019

Beauftragte Gutachterinnen und Gutachter

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 Modernisierungszustände 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.

Beteiligung von Stakeholdern und Beirat

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.

Gebäudetypologie und Datenblätter

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 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 Modernisierungsstand und die zu erreichende Effizienzklasse der Typengebäude. Es wurden dabei vier Ausgangszustände (nicht bis vollständig modernisiert)³ und fünf Zielstandards (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. Pro Typengebäude wurden daher je 20 Blätter erstellt. 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.

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.

SGMS-Modell zur Simulation

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 energieeffiziente Gebäudehüllen und zukunftsfähige Anlagentechnik als zentrale Bausteine der Wärmewende. Damit auch die Bezahlbarkeit und Sozialverträglichkeit bei der Umsetzung nicht aus dem Blick geraten, widmet sich Kapitel 3 den

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.

Auswirkungen der Maßnahmen des Hamburger Klimaplanes 2019 auf die Wohnfolgekosten. Die zentralen Handlungsempfehlungen werden in Kapitel 4 beschrieben.

Vorbemerkung der Gutachterinnen und Gutachter:

Zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe der Machbarkeitsstudie gab es noch keine Covid-19-Pandemie, keinen Angriffskrieg gegen die Ukraine, faktisch keine Inflation, eine völlig andere Zinssituation, fest planbare Bundesförderungen für Wohnungsbau und keine sprunghaften Gaspreissteigerungen. Allein diese Aufzählung zeigt eindrücklich, wie sehr sich die Ausgangsvoraussetzungen für diese Studien während der Erarbeitung verändert haben. Einige Aspekte konnten im Laufe der Erstellung berücksichtigt werden, andere grundlegenden Annahmen jedoch nicht. Die Machbarkeitsstudie fußte zuletzt auf Daten mit Stand 3. Quartal 2021. Normalerweise würden wir Datenstände aus dem Vorjahr als „brandaktuell“ bezeichnen. Unter den aktuellen Entwicklungen ist diese Grundlage ungewöhnlich schnell veraltet. Dies hat uns nicht davon abgehalten dennoch die grundsätzlichen Ergebnisse mit der vorliegenden Studie zu veröffentlichen. Zugleich ist eine Neuberechnung mit modifizierten Eingangsdaten (Baupreise, Energiepreise, Förderkonditionen etc.) und die damit verbundene Überarbeitung der Ergebnisse geplant.



1 AUSGANGSLAGE – 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.

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 Modernisierungsintensitäten 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.

Systematische Erfassung der Hamburger Wohngebäude

Baualter und Eigentumsform

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

Zensusdaten als Grundbaustein

Ausgangsbasis für die Beschreibung der aktuellen Hamburger Wohngebäudestruktur ist die Abbildung des Gebäudebestands anhand der 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

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

Ein Großteil der Wohngebäude sind EZFH und vor 1979 erbaut

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.

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]

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.

Circa 80 % der Wohnungen befinden sich in MFH

Tabelle 2: Wohngebäudebestand differenziert nach Einbausituation und Gebäudetyt

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 Wohngebäudeeigentümergefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011⁸

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 %).

Die Einbausituation der Häuser ist relevant für die energetische Betrachtung

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 Gebäudetyt, 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.

Einbausituationen variieren stark nach Baujahr

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 Erwerbzzweck	1 %	2 %	1 %

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentübertbefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011⁹

Der Hamburger Gebäudebestand ist größtenteils in Hand von Privatpersonen

Hamburger Wohngebäude befinden sich zu 80 % im Besitz von Privatpersonen bzw. Wohneigentübertgemeinschaften (WEG). Erwartungsgemäß ist dieser Anteil bei den Ein- und Zweifamilienhäusern mit 91 % deutlich höher. Die Eigentübertstruktur 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 Eigentübertinnen und Eigentübert zunimmt. Allerdings sind größere Mehrfamilienhäuser mit 13 und mehr Wohnungen noch zur Hälfte im Besitz von Privatpersonen/WEG.

⁹ ibid.

1.2 Aktueller energetischer Modernisierungszustand

Ziel der Eigentümerinnen- und Eigentümerbefragung war es, eine Bewertung des Modernisierungszustands und der energetischen Gebäudeeigenschaften durchzuführen. Hierzu erfolgte eine Erfassung der durchgeführten Modernisierung 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 Modernisierungszuständen.¹⁰

Unterscheidung nach drei Modernisierungszuständen

Tabelle 4: Modernisierungsstand differenziert nach Baualtersklassen und Modernisierungsumfang

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 Modernisierungsstand, nicht jedoch auf den energetischen Standard der Gebäude (siehe 1.3).

Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümergebäudebefragung auf Basis von Fortschreibung Zensus 2011¹¹

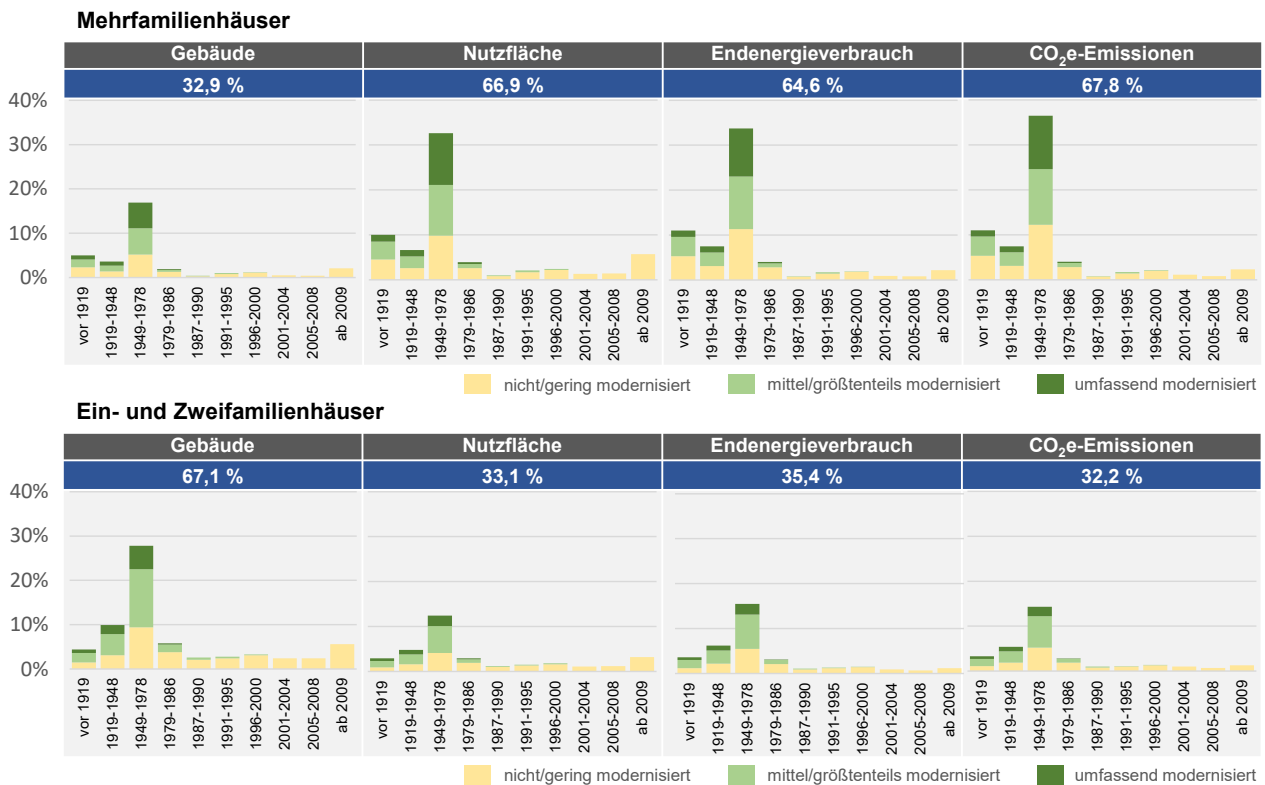
Im Ergebnis zeigt sich, dass in der quantitativ bedeutenden Baualterklasse der Wohngebäude bis 1978 (68 % des gesamten Gebäudebestandes) rund 23 % aller Gebäude umfassend modernisiert sind. Demgegenüber steht ein Gebäudeanteil von ca. 34 %, der nicht oder nur gering modernisiert wurde. Bei der segmentspezifischen 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.

Ein Viertel der bis 1978 realisierten Gebäude wurde umfassend modernisiert

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, Baujahrklassen 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

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.

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 Wohngebäudeeigentümergefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011¹³

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 vergleichsweise 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.

Hohe Energieeffizienz der nach 2009 errichteten Gebäude

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.

**Hoher Energieverbrauch
in Altbauten der
Baualtersklasse bis 1978**

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.

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

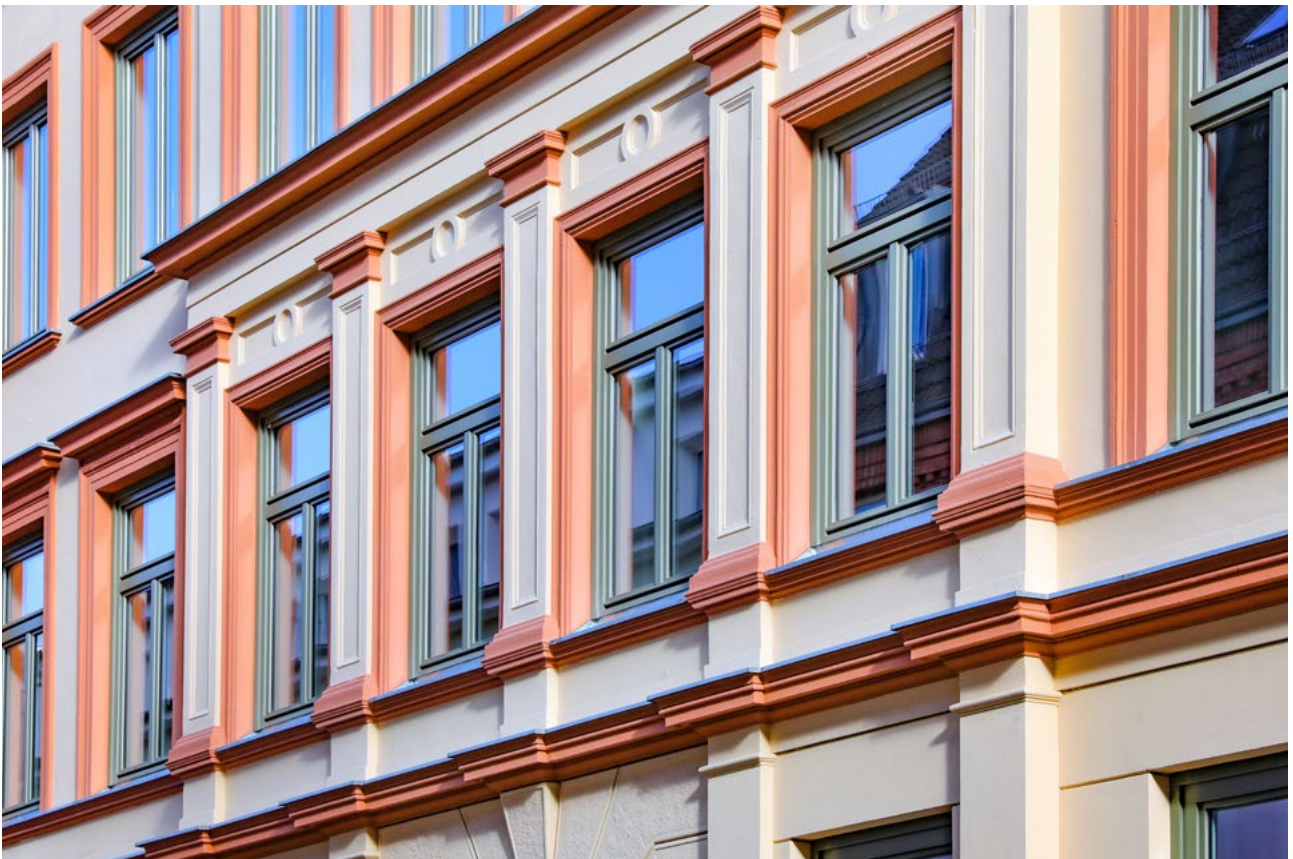
Quelle: Hochrechnung Wohngebäudeeigentümerbefragung auf Basis Fortschreibung Zensus 2011¹⁶

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]

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.

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



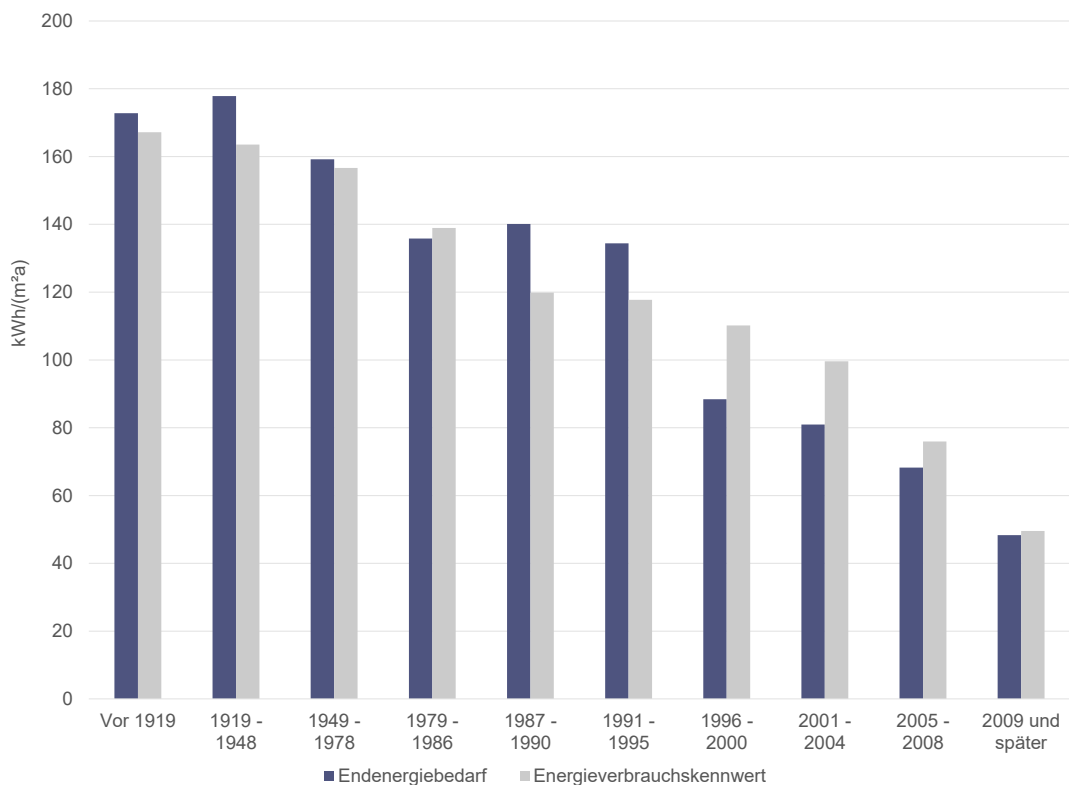
¹⁷ Emissionsfaktoren gemäß Hamburger Klimaplan [Bürgerschaft Hamburg 2019].

1.4 Prebound- und Rebound-Effekt

Unterschiede in Energieverbrauch und -bedarf

Mit der Wohngebäudeeigentümergebäudebefragung 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 Wohngebäudeeigentümergebäudebefragung 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 Heizverhalten der Haushalte erklären.

Abbildung 2: Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert differenziert nach Baualtersklasse



Quelle: Wohngebäudeeigentümergebäudebefragung, ALP Institut für Wohnen und Stadtentwicklung GmbH

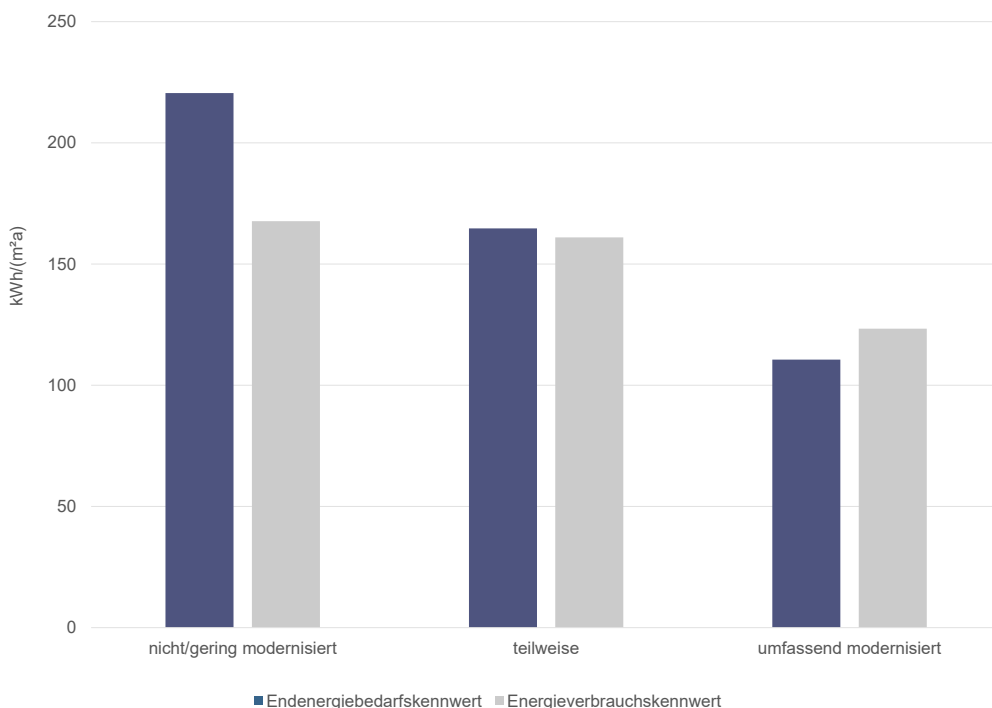
Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, liegt der aus der Befragung ermittelte Energiebedarfskennwert in den älteren Baualtersklassen leicht über dem tatsächlichen Energieverbrauchskennwert. In den jüngeren Baualtersklassen ab 1996 ist das umgekehrte Bild zu erkennen. Besonders deutlich zu erkennen sind die Effekte in der Baualtersklasse 1949 bis 1978. In dieser Baualtersklasse ist der Energieverbrauch hauptsächlich von den bereits durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen 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

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

Prebound- und Rebound-Effekt werden bei Berechnungen berücksichtigt

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



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

Drei Szenarien zur Erreichung der Klimaziele

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.

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

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.

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.

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).

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

Szenarien bilden Bandbreite der Maßnahmen ab

Anwendung des SGMS-Modells

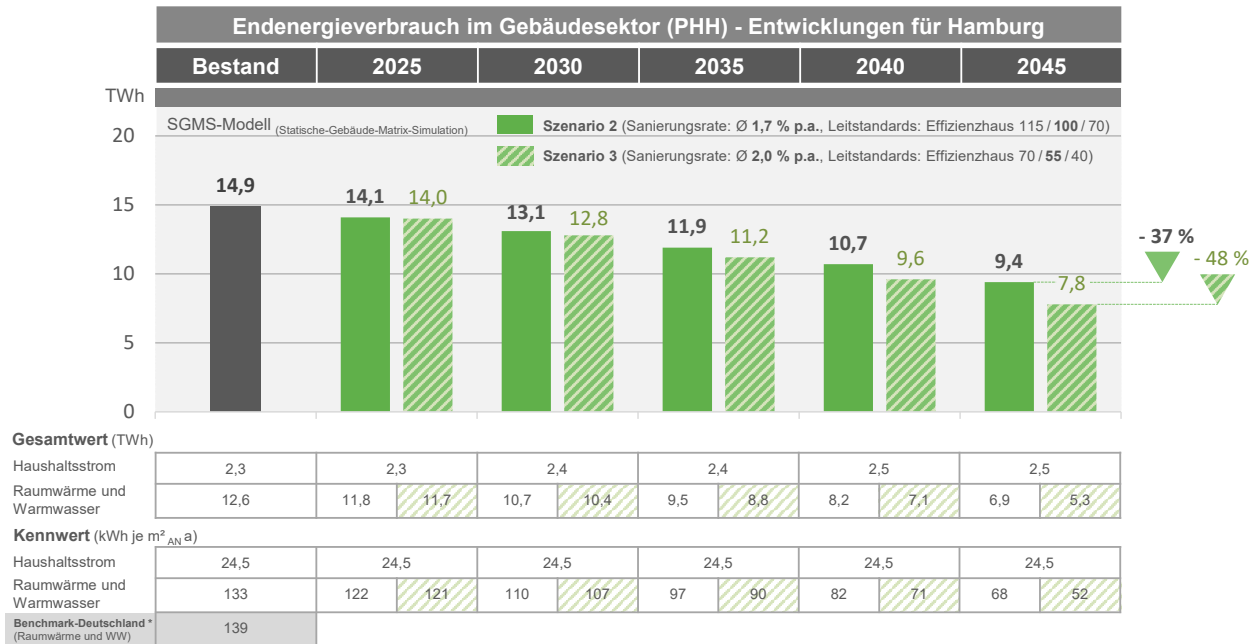
Szenarien 2 und 3 sehen deutliche Reduktion des Energieverbrauchs vor

In Szenario 2 Energieverbrauchreduktion um 45 % in 2045

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

und Warmwasser (ohne Haushaltsstrom) liegt die Einsparung zwischen dem heutigen Bestand und dem Bestand im Jahr 2045 sogar bei 45 %.²¹

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.

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.

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.

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.

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 spielt auch hier eine bedeutende Rolle. Diese ist aber – neben dem direkten Energie- und Ressourcenschutz – eher dergestalt, dass sie die Voraussetzung für einen effizienten Einsatz zukunftsfähiger Anlagentechnik auf Basis von erneuerbaren Energien schafft, ohne dabei die Potenziale der erneuerbaren Energien in Hamburg zu überfordern.

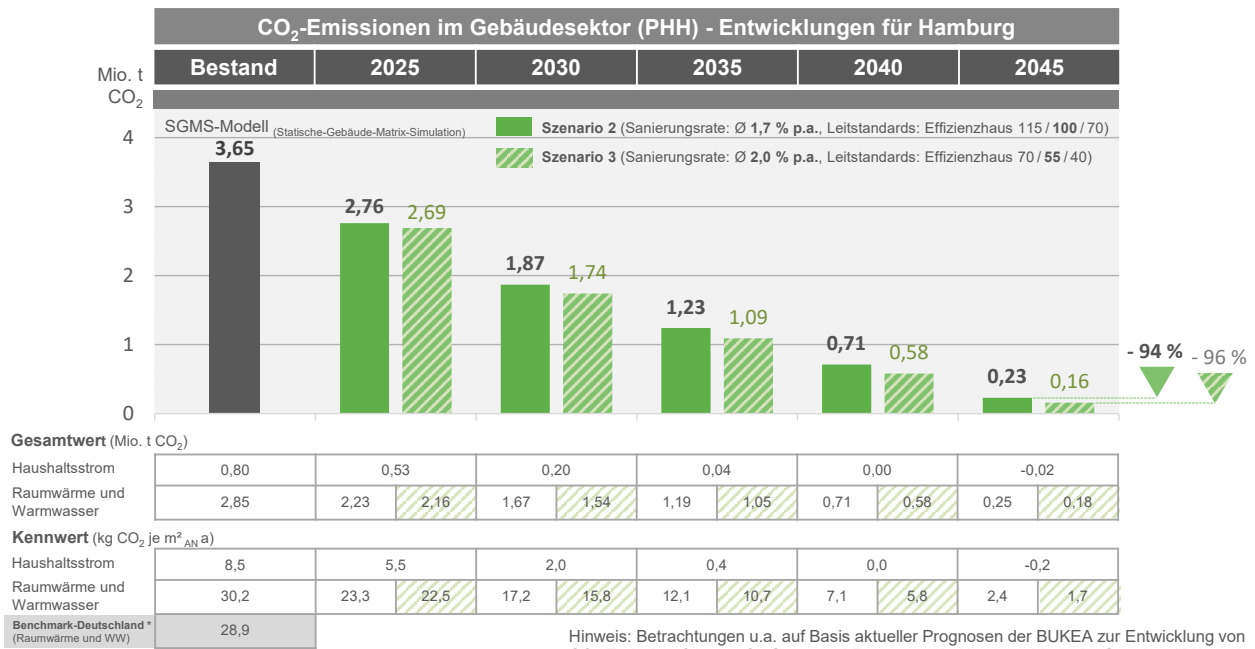
Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien notwendig

Kosteneinsparungen bei Umstellung der Wärmeversorgung möglich



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 Wohngebüdesektor (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 die CO₂-Emissionen für Raumwärme und Warmwasser sowie Haushaltsstrom.

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

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

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

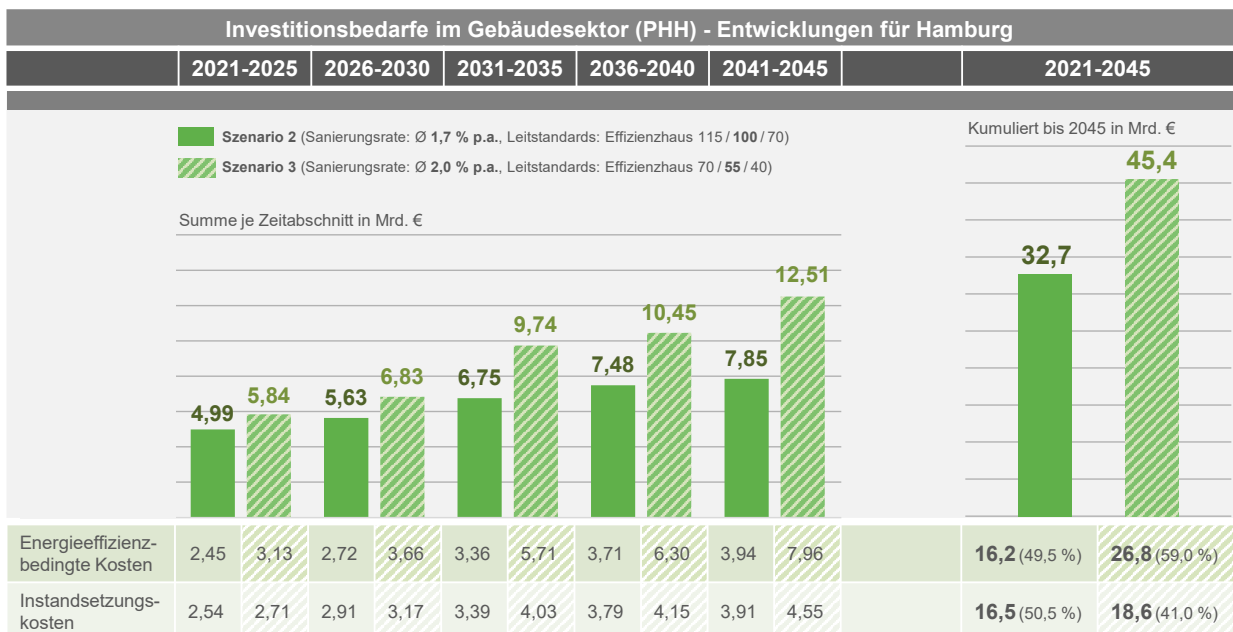
In Szenario 3 resultiert durch die gegenüber Szenario 2 nochmals ambitionierteren Festlegungen zum baulichen Wärmeschutz und zum Transformationsprozess im Bereich der Wärmeversorgung eine vergleichsweise etwas höhere Reduktion an CO₂-Emissionen. In Szenario 3 ergibt sich gegenüber dem heutigen Niveau 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.

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.

Ausgleich Restemissionen mittels Senkenleistungen

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: Investitionsbedarfe beziehen sich auf den Kostenstand zum 3. Quartal 2021, Angaben in Mrd. €, inkl. Mehrwertsteuer (Bruttokosten)

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).

Investitionsbedarf der Szenarien 2 und 3

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. 32,7 Mrd. Euro. Ein fast 40 % höheres Investitionsniveau (kumuliert 45,4 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).

Wohnwertverbessernde Maßnahmen werden nicht berücksichtigt

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.

Beachtung der allgemeinen Modernisierungszyklen in Szenario 2

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 16,2 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 Modernisierungszyklen der Gebäude bzw. Gebäudeteile.

Bei Szenario 3 kommt es zu Vorfälligkeiten im Bestand

Aufgrund der hohen Umsetzungsgeschwindigkeiten in Szenario 3 kommt es indes zu entsprechenden Vorfälligkeiten im Bestand. Gebäude bzw. Gebäudeteile müssen somit auch außerhalb ihrer allgemeinen Modernisierungszyklen saniert und energetisch verbessert werden, wodurch die energieeffizienzbedingten Kosten kumuliert mit 26,8 Mrd. Euro bis 2045 um 65 % höher ausfallen als in Szenario 2. Zwar liegen auch die Instandsetzungskosten kumuliert mit 18,6 Mrd. Euro in Szenario 3 über den entsprechenden Kosten in Szenario 2 (16,5 Mrd. Euro), allerdings ist hier der Unterschied mit 2,1 Mrd. Euro bzw. 13 % deutlich geringer und ausschließlich auf die hinterlegte vergleichsweise höhere Sanierungsaktivität zurückzuführen.

24 Investitionsbedarfe beziehen sich auf den Kostenstand zum 3. Quartal 2021, Angaben in Mrd. Euro, inkl. Mehrwertsteuer (Bruttokosten).

25 Vermeidung eines Austauschs vor Ablauf der Lebens- und Nutzungsdauer.

2.2 Energieeffiziente Gebäudehülle und Niedertemperaturfähigkeit

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.

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 stellt eine gute energetische Qualität der thermischen Hülle eine der Grundvoraussetzungen für eine Niedertemperaturfähigkeit der Gebäude²⁶ und somit für einen effizienten Einsatz zukunftsfähiger Anlagentechnik auf Basis erneuerbarer Energien, insbesondere Wärmepumpen, dar. Zum Erreichen der Klimaziele im Wohngebäudesektor ist folglich die richtige Kombination aus energieeffizienter Gebäudehülle und Anlagentechnik sowie der Nutzung erneuerbarer Energien von wesentlicher Bedeutung.

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 großen Anteil an energetisch teilmodernisierten Gebäuden als auch einen großen Anteil an Gebäuden mit einer energetisch umfassend modernisierten bzw. energieeffizienten Gebäudehülle gibt.²⁷ 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.

Effizienz bei der Wärmeversorgung ist zu forcieren

Energieeffiziente Gebäudehülle in Kombination mit und Anlagentechnik

Besondere Lösungsansätze bedarf es bei Gebäuden mit beB

26 Gebäude werden niedertemperaturfähig errichtet bzw. saniert und können mit niedrigen Systemtemperaturen betrieben werden.

27 Aktuell verteilt sich der energetische Sanierungszustand in den Baualterklassen 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).

2.2.1 Ambitionierte und praxisnahe Sanierungsrate und -tiefe

Aktuelle Sanierungsrate liegt bei 1 %

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

Erhebliche Zunahme der Sanierungsaktivitäten nötig

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

Progressivitätsanalyse für Hamburg durchgeführt

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, 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 Modernisierungsaktivitäten sowie zur grundsätzlichen Umsetzungsfähigkeit einer ambitionierten, aber

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.

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.

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.

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.

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 Modernisierungszustand (energetisch)“) – auf zusätzlich ca. 40 %³¹ im Jahr 2045 (in Vollsanierungsäquivalenten).

**Auswirkungen
verschiedener Maßnahmen
berücksichtigt**

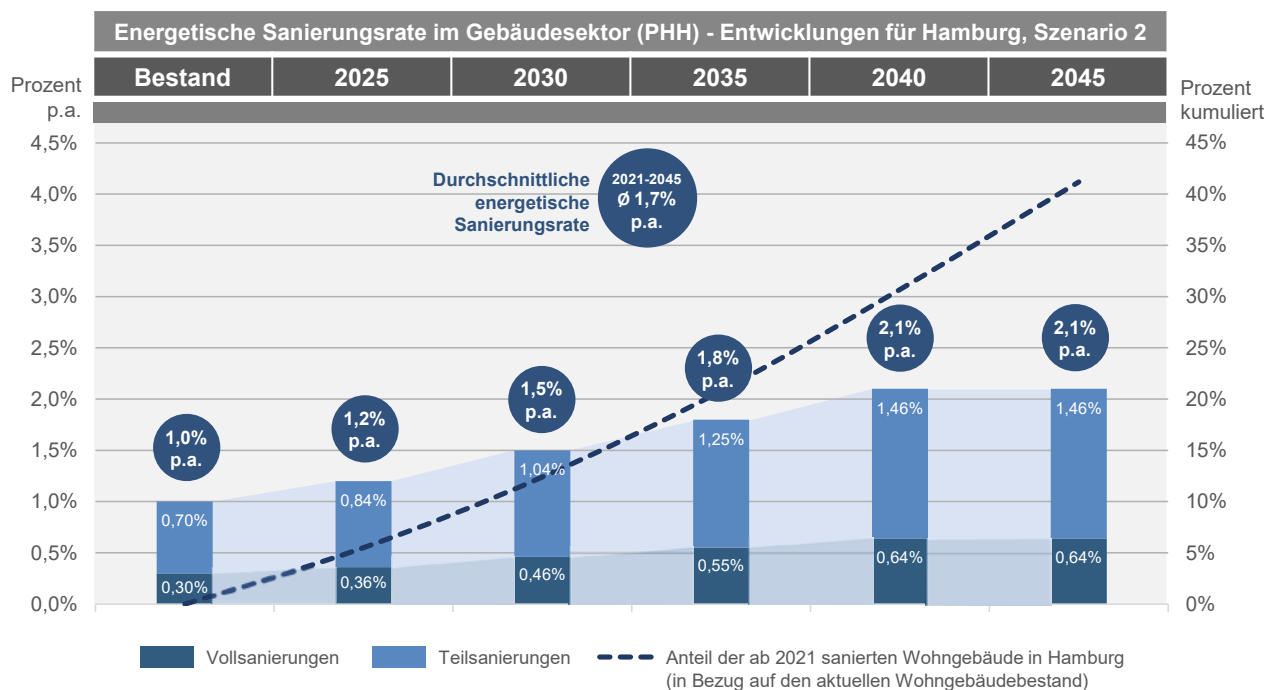
**Energetische
Sanierungsrate langfristig
und nachhaltig gestalten**

**Entwicklung der
Sanierungsrate bis 2045**

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.

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

Abbildung 7: Entwicklung der energetischen Sanierungsrate im Hamburger Wohngebäudebestand – Szenario 2 – in Form von Vollsaniierungsäquivalenten (resultierend aus energetischen Teil- und Vollsaniierungen)



Quelle: Gutachterbericht ARGE e.V., 2022

Gleichzeitige Steigerung der Sanierungstiefe

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 Punkt 2.6 „Klimapfade bezahlbar und sozialverträglich gestalten“) für die Vollsaniierungen 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 Vollsaniierungsäquivalenten) 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.

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.

Geringerer Endenergieverbrauch in Szenario 2 und 3

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

Für beB bedarf es einer differenzierten Betrachtung der energetischen Sanierung

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).

Sanierungsrestriktionen liegen bei einem Großteil der Gebäude bis 1987 vor

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.

Individuelle und innovative Lösungen für Gebäude mit beB

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

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).

im Vergleich zu den allgemeinen energetischen Sanierungen meist höhere Wohnkostenfolgen nach sich ziehen, sofern die unterbleibende Dämmung von Außenwänden durch aufwändigere Maßnahmen an anderen Bauteilen zumindest teilweise ausgeglichen wird.

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 Modernisierungsmaßnahmen 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.

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.

Gebäude mit beB in Simulationsberechnungen hinterlegt

beB hat zunehmende Relevanz bei Erreichung der Klimaziele

2.2.3 Innovative (CO₂-optimierte) Neubauten

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

Berücksichtigung des Neubaus für die Erreichung der Klimaneutralität

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.

am Gesamtverbrauch bzw. an den Gesamtemissionen des Hamburger Wohngebäudesektors (PHH) im Jahr 2045 im niedrigen einstelligen Bereich liegt.

Energetischer Standard im Neubau ist CO₂-Äquivalenz zu EH 40

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.

Fokus auf energieeffiziente Gebäudehülle und Anlagentechnik

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.

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.

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 8):

- 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.

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 den Mindeststandard gemäß gültigem Gebäudeenergiegesetz ab. Sie ist aber 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.

Verbleibende Energieträger dekarbonisieren

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

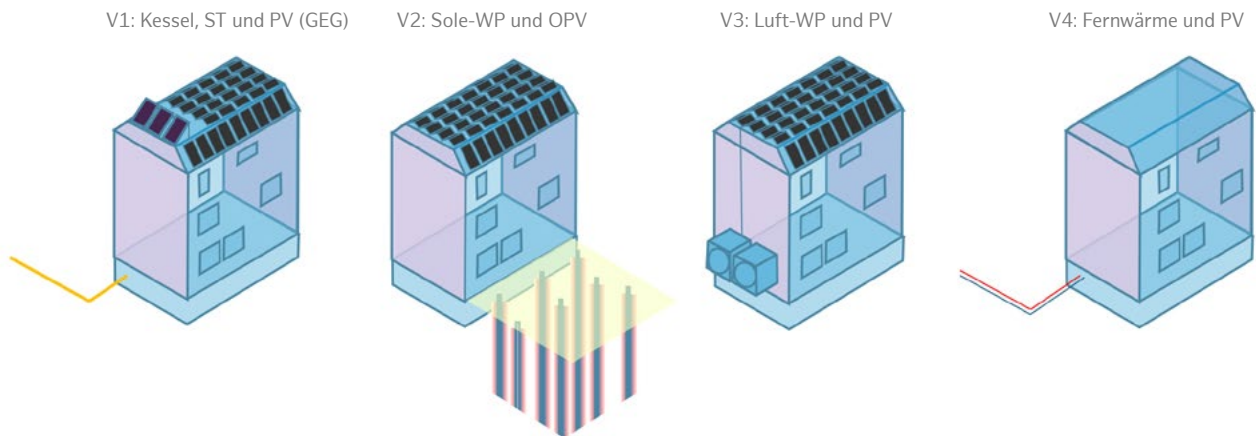
Effizienzverbesserungen durch GIM schnell umsetzbar

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 smarterer 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, die schnell und mit geringem finanziellem Aufwand erreichbar sind.

Kalibrierung und Anlagendimensionierung vorgenommen

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 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 (vgl. 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. 2.4).³⁵

Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der Technikvarianten am Mehrfamilienhaus



Quelle: MegaWatt Ingenieurgesellschaft mbH

35 [ARGE 2021]

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 nach GEG 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 Endenergiebedarfsdaten der Typengebäude sowohl ohne als auch mit Kalibrierung hin zum tatsächlichen Energieverbrauch vor. Die ökologischen Berechnungen basieren auf dem Endenergieverbrauch, berücksichtigen also ebenfalls Pre- und Rebound-Effekte.

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. 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. Wie hoch der Anteil des anrechenbaren PV-Stroms ausfällt, variiert je nach Zielzustand der Gebäudehülle.

Die ökonomische Berechnung und Auswertung der Umstellung der Energieversorgung für die einzelnen Typengebäude umfasst eine detaillierte Schätzung der Investitionskosten zur Umsetzung der Versorgungsvarianten nach Zielzuständen. Die Ermittlung der mittleren jährlichen Kosten (Annuität) erfolgt nach der Richtlinie VDI 2067 und umfasst sämtliche Kostengruppen (Kapitaldienst, Betriebs- und Verbrauchskosten, sonstige Kosten). Die ökonomischen Ergebnisse liegen ebenfalls sowohl auf der Basis der Endenergiebedarfsdaten der Typengebäude ohne sowie mit Kalibrierung hin zum tatsächlichen Energieverbrauch vor. Die ökonomischen Berechnungen basieren auf dem Endenergieverbrauch, berücksichtigen also ebenfalls Pre- und Rebound-Effekte.

Ökologische Berechnung und Auswertung der Typengebäude

PV-Strom von besonderer Bedeutung für Dekarbonisierungspfade

Investitionskosten umfassen sämtliche Kostengruppen

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

Ermittlung der Modernisierungsumlage für die Wohnkosten

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.

2.4 Beschleunigung der Wärmewende durch erneuerbare Energien und klimaneutrale Energieträger

Kombinierte Wärmeversorgung wird an Bedeutung gewinnen

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 Pfad 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. In einem solchen sektorengekoppelten System wird eine kombinierte Wärmeversorgung sowohl über das Gasnetz als auch das Stromnetz und/oder das Fernwärmenetz immer mehr an Bedeutung gewinnen.

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

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.

Erstellung der spezifischen Emissionsfaktoren

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 nur eine Übergangslösung darstellen. Unter anderem aufgrund begrenzter Umsetzungskapazitäten wird es aber erforderlich sein, die verbleibende Lücke bis zur Klimaneutralität über erneuerbare Energien bzw. klimaneutrale Energieträger 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.

Brennstoffbasierte Lösungen durch erneuerbare Energien ersetzen

Wasserstoff und synthetische Brennstoffe bilden durch die hohen Umwandlungsverluste keinen effizienten Weg ab, um aus Strom als Ausgangsenergieträger Raumwärme auf niedrigen Temperaturniveaus bereitzustellen. Besonders mit Blick auf hocheffiziente Wärmepumpen wird der Stromsektor insgesamt hingegen deutlich stärker beansprucht, der Bedarf an Ausbaupotenzialen für erneuerbaren Strom wird weiterhin deutlich steigen. 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

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.

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.

Verbleibende Energieträger dekarbonisieren

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 die der verbleibende Energiebedarf gedeckt wird (wie z. B. Strom bei Wärmepumpe, Brennstoffe bei Fernwärme), systematisch und nachhaltig dekarbonisiert werden.

2.5 Quartiere als Teilbaustein des Klimaschutzes

Erneuerbare Energien für die Wärmeversorgung der Gebäude können Vorteile aufgrund von Skaleneffekten oft erst in größeren Zusammenhängen ausspielen. 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 Megawatt eine alternative Wärmeversorgung, ausgehend von erneuerbaren Energien und unter Berücksichtigung der Struktur der Eigentumsformen und der Gebäude, der Anzahl der Gebäude und 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 dezentralen Versorgungslösungen gegenübergestellt.

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 nur in deutlich geringerem Umfang gegeben. Voraussetzung für eine sinnvolle Betrachtung des Quartiers als Gesamteinheit mit gemeinsamer Wärmeversorgung ist eine ausreichend hohe Wärmeliniendichte im Quartier (s.u.), um die Netzverluste über die Leitungslänge so gering wie möglich zu halten.

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, weil homogene Gebäudestrukturen mit einheitlichen, bzw. wiederverwendbaren Planungsgrundlagen auch ein zusätzliches Kosteneinsparpotenzial begünstigen. Technisch ist die Verfügbarkeit von geeigneten Flächen und weiteren erneuerbaren Energiequellen im räumlichen Zusammenhang des individuellen Quartiers ausschlaggebend, um gegenüber den dezentralen Wärmepumpenlösungen Kosteneinsparungen für den Bau und den Betrieb zu realisieren. Eine frühere Erreichung der Klimaneutralität im Quartier unterstützt die Allokation von CO₂-Restbudgets und kann durch Kosteneinsparungen knappe Sanierungsbudgets der Eigentümerinnen und Eigentümer entlasten.

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.

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).

Quartierslösungen flexibler gegenüber der Betrachtung von Einzelgebäuden

Beschleunigte Erreichung der Klimaneutralität durch Quartiere möglich

Derzeit hoher Anteil fossiler Energieträger für Fernwärme

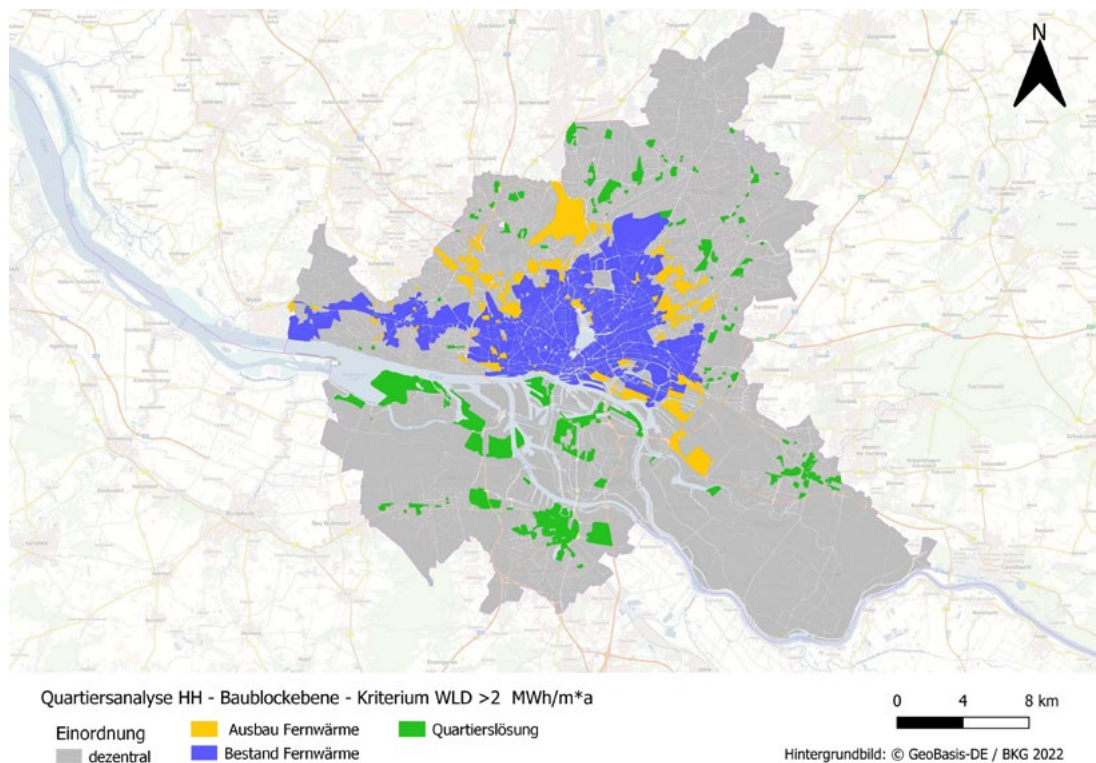
Leitfragen als Entscheidungshilfe zu Quartierskonzepten

Identifizierung potenzieller Quartiere auf Baublockebene

Neben der Erarbeitung von Leitfragen und Erfolgskriterien zur Entwicklung von Quartierslösungen konnten potenzielle Quartiere auf Baublockebene identifiziert werden, die eine ausreichend hohe Wärmeliniendichte (WLD) aufweisen, um eine netzgebundene Lösung tendenziell wirtschaftlich umzusetzen. Hierzu wurden die mittleren Wärmeliniendichten über alle Hausanschlüsse je Baublock ausgewertet (vgl. Abbildung 9). In Absprache mit der Auftraggeberin wurde eine wirtschaftliche Wärmeliniendichte $>2 \text{ MWh/m}^2\text{a}$ 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.

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 9: räumliche Quartiersanalyse FHH

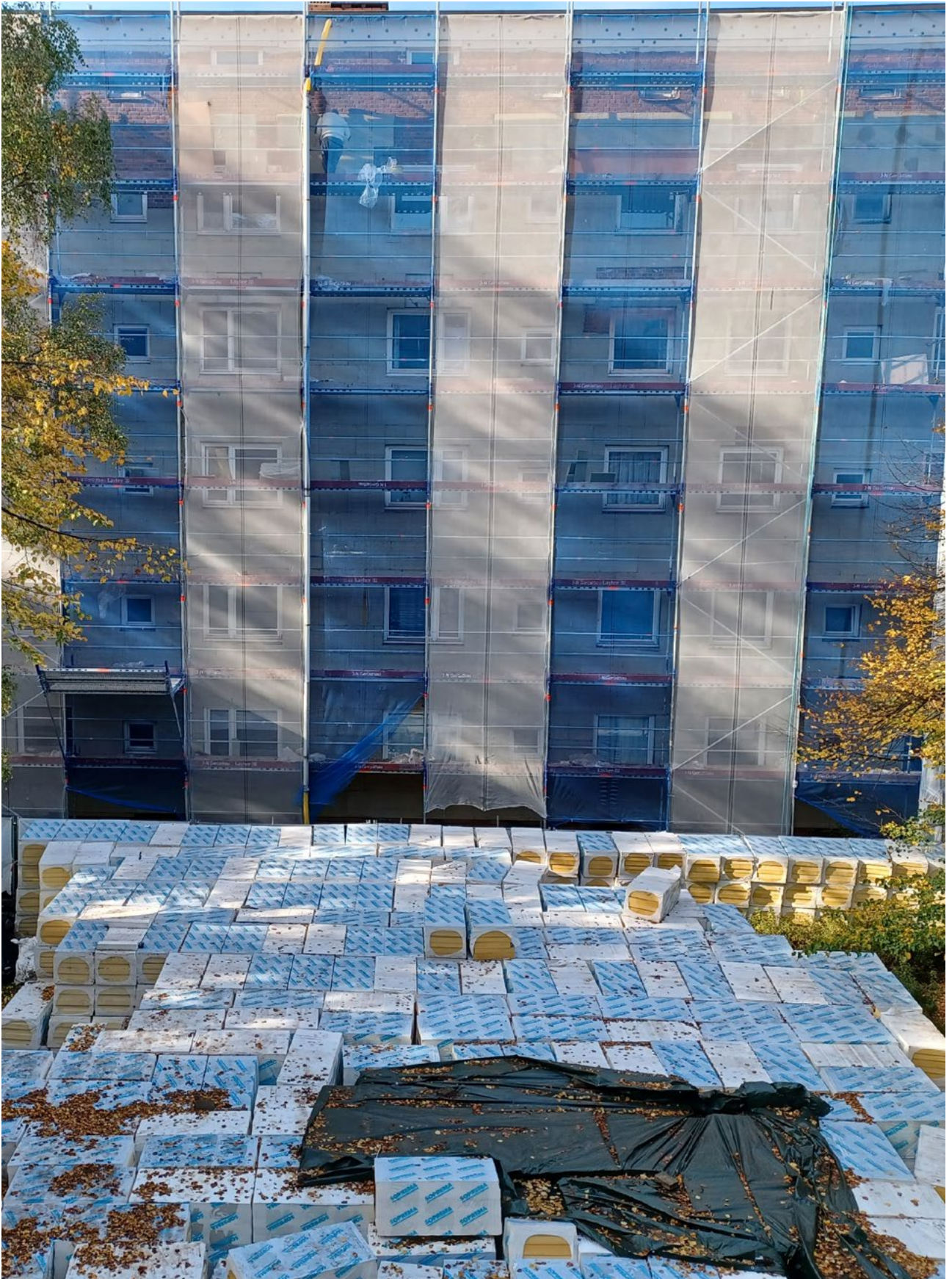


Quelle: MegaWatt Ingenieurgesellschaft mbH/HIC Hamburg Institut Consulting GmbH

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/ Wärmeliniedichte	Potenzial zur Kostensenkung durch: <ul style="list-style-type: none"> – Skalierungseffekte (Wärmenetz, Energiezentrale) – Vereinfachte Betriebsführung einer zentralen Wärmeversorgung – Contracting-Modelle möglich – Vereinfachte Einbindung privater Eigentümer/perspektivische Einbindung weiterer Gebäude
	Homogene Gebäudestruktur: <ul style="list-style-type: none"> – 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 Wärmezeugung: <ul style="list-style-type: none"> – Dachflächen – Oberflächennahe Geothermie – Platz zur Errichtung einer gemeinsamer Energiezentrale 	<ul style="list-style-type: none"> – 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 – Begünstigung der Einbindung in den Bestand durch hohe VL-Temperaturen von Groß-WP – Potenzial zur Kostensenkung durch Einbindung lokaler Spezifika als kostengünstige Abwärmequellen
	Weitere EE-Potenziale vor Ort: <ul style="list-style-type: none"> – Abwassersiel/Abwasserwärme – Gewässer – Industrielle Abwärme 	

Quelle: MegaWatt Ingenieurgesellschaft mbH/HIC Hamburg Institut Consulting GmbH



3 KLIMAPFADE BEZAHLBAR UND SOZIALVERTRÄGLICH GESTALTEN

Welche Auswirkungen auf die Wohnkosten haben die Maßnahmen des Klimaplanes 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? 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 Betrachtung.

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 der Wärmeversorgungsvarianten 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 EH-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 Umstellungskonstellation 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. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern müssen zusätzlich auch die übrigen Sanierungskosten geschultert werden.

In der Studie zu den Folgekosten des Klimaschutzes wurden Berechnungen vorgenommen, die besonders typische Konstellationen abbilden und daher auf gemittelten Annahmen und Variablen fußen. An diesen Stellen sind weitere Verfeinerungen 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

Maßnahmen bei Gebäudehülle und -technik

Selbstgenutztes Wohneigentum oder Miete?

Investitionsverhalten und -bedingungen

Kassenlage oder das eigene Alter und damit verbundene Planungshorizonte eine wichtige Rolle spielen. Derartige Besonderheiten lassen sich in Modellrechnungen nicht abbilden.

Einfluss der Förderung auf die Investitionskosten

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. 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 (IFB Hamburg) können abfedernd wirken und sind daher bei Kostenprojektionen entsprechend mitzudenken. Die Modellrechnung wurde jeweils mit und ohne Förderung durchgeführt, um auf ein anpassungsfähiges Grundgerüst zurückgreifen zu können.³⁸ Durch Förderung können umlagefähige Investitionskosten zum Teil stark sinken, der Modernisierungsaufschlag auf die Nettokaltmiete fällt dann entsprechend geringer aus. In anderen Konstellationen sind die Aufwendungen hingegen sehr hoch, oder es ist keine Förderfähigkeit gegeben. In diesen Fällen kommt es zu vergleichsweise höheren Aufschlägen auf die nettokalten Wohnkosten. Die jeweils wirtschaftlich erforderliche Mieterhöhung errechnet sich dabei aus dem Kapitaldienst für eine Bankfinanzierung mit marktüblichem Eigenkapitalanteil.³⁹

Teil der Rechnung: veränderte kalte und warme Betriebskosten

Weitere Kosteneffekte ergeben sich im Bereich der kalten Betriebskosten, denn die zum Teil aufwändigere neue Haustechnik erfordert mehr Einsatz von Betriebs- und Hilfsenergien (Hausstrom) etwa für Belüftungsanlagen. Die entsprechenden Zuschläge fallen meist nur geringfügig aus, gehören aber in eine ganzheitliche Betrachtung, zumal sie von den nutzenden Haushalten durch Umlage zu bezahlen sind. Eine weitere zentrale Komponente der Wohnkosten sind die Aufwendungen für Heizenergie (warme Betriebskosten).⁴⁰ Durch die höhere Energieeffizienz des Gebäudes schlagen hier Kostenvorteile zu Buche, durch die höhere Aufwendungen an anderer Stelle zumindest in Teilen aufgewogen werden können.

Zentral: Gebäudetyp, Nutzungsform, Sanierungszustand

Im Ergebnis werden zentrale Stellschrauben sichtbar für die Frage, welche Folgekosten die Klimaziele und damit einhergehende energetische Ertüchtigungen der Wohnungsbestände für die nutzenden Haushalte nach sich ziehen. Eine

38 Da sich die Bundesförderung durch die KfW zuletzt als eher unsicher erwiesen hat, kann nicht automatisch davon ausgegangen werden, dass Vermieterinnen und Vermieter sowie Eigentümerinnen und Eigentümer die Förderung tatsächlich einplanen können.

39 Das Basismodell unterstellt eine annuitätisch zu tilgende Fremdfinanzierung mit einem Zinssatz von 2%. Der rechtlich zulässige Rahmen von dauerhaft 8% der Investitionskosten pro Jahr gemäß § 559 (1) BGB wird dabei in der Regel nicht erreicht und in dieser Betrachtung daher bewusst ausgeklammert.

40 Die Modellrechnung wird mit einem mittleren Energiepreis von 0,10 Euro/kWh durchgeführt. Die Energiepreise sind inzwischen hoch volatil, dennoch mussten die Berechnungen im Zuge der Erstellung der Gutachten an einem bestimmten Punkt durchgeführt werden und sind daher auf einem einheitlichem Stand zum 3. Quartal 2021.

wesentliche Rolle spielen Gebäudetyp und Nutzungsform. Die energetische Ertüchtigung von Eigenheimen stellt sich dabei deutlich aufwändiger dar als bei vermieteten Objekten. Hier müssen durch das Wohneigentum kalkulatorisch die gesamten Sanierungskosten aufgebracht werden, also demnach auch die (oftmals länger aufgeschobenen) Kosten der Instandsetzung, die bei 40 % bis 60 % der Modernisierungskosten anzusetzen sind. Daneben 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.

Die Berechnungen zeigen eindrucksvoll, dass gerade bei jüngeren und besser gepflegten Objekten die zusätzlichen Wohnkosten aufgrund einer energetischen Sanierung meist vergleichsweise hoch ausfallen. So müssten bei einem Mehrfamiliengebäude der Baujahre 1996-2000 (freistehend, 9 Wohneinheiten mit unbeheiztem Vollkeller und Flachdach) in einem teilweise modernisierten Ausgangszustand je nach Wärmeversorgungsvariante zur Erreichung des EH 55 zwischen 2,19 Euro/m² (Variante 4: Anschluss an Fernwärmenetz (Hamburger Verbundnetz) und PV) und 2,55 Euro/m² (Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe und PV) zusätzliche warme Wohnkosten eingeplant werden (ohne Förderung). Bei Einsatz der bisherigen Förderung von KfW und IFB Hamburg (Förderstruktur Stand 3. Quartal 2021) sinken diese Aufschläge hingegen auf moderate 0,41 Euro/m² bzw. 0,65 Euro/m² ab. Beim Geschosswohnungsbau der Jahre 1949-1978 (teilweise modernisiert, beidseitig bebaut, 9 Wohneinheiten mit unbeheiztem Vollkeller und Dachboden) fallen hingegen zusätzliche Wohnkosten zwischen 1,30 Euro/m² (Variante 4: Anschluss an Fernwärmenetz (Hamburger Verbundnetz) und PV) und 1,72 Euro/m² (Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe und PV) an. Bei Einsatz von Fördermitteln (bisherige Förderstruktur) sinken diese Werte für das gleiche Effizienzziel EH 55 auf -0,25 bzw. 0,04 Euro/m² ab.⁴¹

In den Ein- und Zweifamilienhäusern zeigen sich teilweise noch gravierendere Wohnkostenentwicklungen: Bei einem in den Jahren 1949 bis 1978 errichteten Ein- oder Zweifamilienhaus mit einem teilweise modernisierten Ausgangszustand liegen die mittleren Modernisierungsaufwendungen zur Erreichung des EH 55 bei 2,85 Euro/m² (Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe und PV) und 3,29 Euro/m² (Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Erdsonden und PV). Durch den Einsatz von Fördermitteln⁴² können die Werte auf 0,21 Euro/m² (Variante 3: Luft-Wasser-Wärmepumpe und PV) bis 0,42 Euro/m² (V2: Erdsonden-Wärmepumpe und PV) sinken. Die Kosten der gleichzeitig erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen kommen hier jeweils noch dazu.

Wohnfolgekosten für beispielhafte Haushalte

Potenziell höhere Belastung im Wohneigentum

41 Die Förderstrukturen und Kostenkalkulationen sind in den dargestellten Berechnungen mit Stand 3. Quartal 2021 abgebildet. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung geltende Förderstrukturen und evtl. seit Dezember 2021 angepasste Kostenpunkte sind demnach nicht in den Berechnungen dargestellt.

42 s.o.

Förderung als zentrale Stellschraube

Blickt man auf die Veränderung der gesamten Wohnkosten (einschließlich Einspareffekte bei den Heizkosten), spielt Förderung für die Wohnkostenfolgen der energetischen Sanierung also eine herausragende Rolle – unter der Voraussetzung, dass tatsächlich „nur“ die wirtschaftlich erforderlichen Kosten auf die Nettokaltmiete umgelegt werden, und nicht der – meist deutlich weitergehende – gesetzliche Rahmen von 8 % der Modernisierungskosten ausgeschöpft wird (gem. §559 (1) Bürgerliches Gesetzbuch (BGB)).

Thesen zur Robustheit und Vulnerabilität der Rechensysteme

Angesichts der sprunghaften Preisentwicklungen im laufenden Jahr 2022 entwickelte das RegioKontext-Team die folgenden Thesen, die v. a. monokausal die Auswirkungen starker Energiepreissprünge abstellen:

Sollten die Energiepreise nur einmalig sprunghaft steigen, hat dies vorerst keine großen Auswirkungen auf die Eigentümerin oder den Eigentümer, so lange die Mieterschaft zahlungsfähig bleibt. In der Logik der Studie bzw. aus der Perspektive der warmen Wohnkosten ergibt sich damit eine abrupt höhere Attraktivität höherer Effizienzhaus-Standards. Das Ergebnisbild würde sich wahrscheinlich leicht verschieben und die Warmmietenbetrachtung ggf. zu einer anderen Empfehlung hinsichtlich der wohnkostenoptimalen Lösung führen. Eine mögliche Intervention wäre hier auch die Anpassung der Förderung. Sollten die Energiepreise dauerhaft bzw. anhaltend steigen, könnte im Hinblick auf die Zahlungsfähigkeit der Mieterinnen und Mieter ein verstärkter bzw. stetig wachsender Handlungsdruck auf die Eigentümer und Eigentümerinnen entstehen. Das Ergebnisbild würde sich dynamisch in Richtung höherer Effizienzhaus-Standards verändern, wobei je nach Betrachtungszeitpunkt im Einzelfall unterschiedliche Standards kostenoptimal sein könnten. Auf Dauer wird jedoch die maximale Effizienz die attraktivste Variante sein. Die Förderung müsste entsprechend regelmäßig angepasst werden.

Im selbstgenutzten Eigenheim schlägt bei einmalig steigenden Energiepreisen die Attraktivität höherer Effizienzhausstandards unmittelbar durch, was ein verändertes Ergebnisbild nach sich zieht. Der ursprüngliche Nachteil, der durch die zusätzlich zu finanzierenden Instandhaltungen entsteht, fällt anteilig entsprechend kleiner aus. Sollten die Preise dauerhaft oder auch anhaltend steigen, lässt sich dieses Ergebnis in höherer Intensivität feststellen. Durch ein schnelleres Erreichen der Wirtschaftlichkeit hoher Effizienzhausstandards könnte perspektivisch weniger Förderung zur gleichen Zielerreichung ausreichen.

Veränderung der warmen Wohnkosten durch Effizienzsteigerung

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 3. Quartal 2021 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.⁴³ 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. 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 zudem nach zwei technischen Sanierungsvarianten: einem Anschluss an das Fernwärmenetz (V4) oder dem Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (V3). 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. Die Wohnkosten werden jeweils ohne Förderung dargestellt. Es wird abgebildet, was an wirtschaftlicher Umlage mindestens nötig ist, um die höheren Kosten zu kompensieren bzw. nachhaltig und sozialverträglich zu refinanzieren (nicht hingegen, was im Rahmen der 8 %-Umlage gemäß § 559 (1) BGB zulässig wäre).



⁴³ Die Daten dafür sind dem Mikrozensus (MZ-Zusatzerhebung 2018 FHH, Stand 2020) [DESTATIS 2019a] und dem Mietenspiegel 2021 Hamburg [BSW 2021] in „normale Wohnlage“ (Erhebungstichtag 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.

**Fernwärme ist günstigste
Wärmeversorgungsvariante**

Die eingangs gestellte Frage, wie sich die Miete für eine vierköpfige Familie im typischen Altbau mit Baujahr vor 1919 verändert, wenn ihr Gebäude auf eine höhere Effizienzklasse gebracht wird, kann anhand des ersten Beispiels beantwortet werden (siehe Abbildung 10). Hier lebt ein Ehepaar mit zwei Kindern in einer ca. 91 m²-Wohnung in normaler Lage. Das gering modernisierte Mehrfamilienhaus umfasst insgesamt 5 Wohneinheiten. Die laufenden warmen Wohnkosten betragen vor der Sanierung zum EH 70 ca. 1.239 Euro monatlich. Bei Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe betragen die Mehrkosten für die Warmmiete rund 137 Euro monatlich, beim Anschluss an die Fernwärme sind es rund 86 Euro. Die Heizkosteneinsparungen können die erhöhten Gesamtkosten demnach nur teilweise ausgleichen. 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 Bruttokaltmiete⁴⁴ (Nettokaltmiete plus kalte Betriebskosten, ohne Heizkosten), aufbringen musste. Die Belastungen aus den aktuell steigenden Energiepreisen sind dabei noch nicht berücksichtigt. Im Zuge der energetischen Sanierungsstrategie dürften es deutlich mehr Haushalte werden, die eine überdurchschnittliche Mietbelastung werden schultern müssen. Dies gilt insbesondere in der oben beschriebenen statistischen Logik (v. a. ohne Berücksichtigung der Heizkosten). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der geringere Energieverbrauch zumindest kostendämpfend wirkt, wenn man im Rahmen einer Warmmietenbetrachtung die im Gegenzug geringeren Heizkosten einbezüge.

Sensitivitätsanalyse/Update Oktober 2022:

Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen werden hier überblicksartig die Auswirkungen der veränderten Zinssituation des laufenden Jahres 2022 beschrieben. Rechnet man beispielsweise mit einem angenommenen Zinssatz von 4 % auf das Fremdkapital (Verdopplung), dann ergeben sich anstelle der Tabellenangaben, die unten im Steckbrief vermerkt sind:

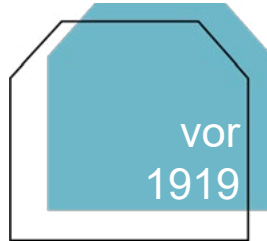
Tabelle 11: Kostenupdate Steckbrief Familie

	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Fernwärme
Miete nettokalt	1.158,61 €	1.126,83 €
Betriebskosten kalt	179,50 €	160,36 €
Heizkosten	71,50 €	66,05 €
Wohnkosten warm	1.410,12 €	1.353,48 €

Die Angaben zu den CO₂-Emissionen bleiben identisch.

44 [DESTATIS 2019b]

Familie



- Ehepaar mit zwei Kindern
- Mietwohnung mit 90,8 m² Wohnfläche
- Gering modernisiertes Gebäude
- Freistehend, 5 Wohneinheiten mit unbeheiztem Vollkeller (ausgebautes Dachgeschoss)

966,11 € Miete nettokalt
 145,28 € Betriebskosten kalt
 127,12 € Heizkosten

1.238,51 € Wohnkosten warm

**DATENSTAND
 3. QUARTAL 2021**

UMBAU ZU E70

Kosten neu:	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Fernwärme
Miete nettokalt	1.124,16 €	1.097,64 €
Betriebskosten kalt	179,50 €	160,36 €
Heizkosten	71,50 €	66,05 €
Wohnkosten warm	1.375,15 €	1.324,04 €
CO ₂ -Emissionen 2018 (kg/Jahr)	2.155,2	3.439,1
CO ₂ -Emissionen 2030 (kg/Jahr)	377,5	1277,3
CO ₂ -Emissionen 2045 (kg/Jahr)	0,0	0,0

Berechnung ohne Förderung; wirtschaftlich kalkulierte Umlage;
 Ausgangswerte gemäß Mikrozensus, Mietenspiegel / normale Lage

Abbildung 10: Steckbrief Familie im Mehrfamilienhaus

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH

Einsparungen bei den Heizkosten wirken sich auf die Wohnfolgekosten aus

Typischerweise sind auch junge Haushalte 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 rund 732 Euro bruttowarm. Nach der Sanierung zum EH 70 steigen die warmen Wohnkosten beim Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe um rund 74 Euro, beim Anschluss an das Fernwärmenetz um rund 53 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.⁴⁵

Sensitivitätsanalyse/Update Oktober 2022:

Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen werden hier überblicksartig die Auswirkungen der veränderten Zinssituation des laufenden Jahres 2022 beschrieben. Rechnet man beispielsweise mit einem angenommenen Zinssatz von 4 % auf das Fremdkapital (Verdopplung), dann ergeben sich anstelle der Tabellenangaben, die unten im Steckbrief vermerkt sind, folgende Werte:

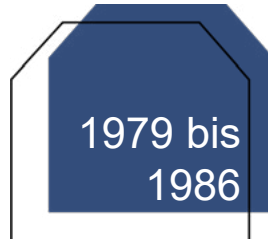
Tab. 12: Kostenupdate Steckbrief Starterhaushalt

	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Fernwärme
Miete nettokalt	626,91 €	611,69 €
Betriebskosten kalt	116,78 €	108,56 €
Heizkosten	78,02 €	77,23 €
Wohnkosten warm	821,71 €	797,48 €

Die Angaben zu den CO₂-Emissionen bleiben identisch.

⁴⁵ [DESTATIS 2019a]

Starterhaushalt



- zwei Personen unter 25 Jahren
- Mietwohnung mit 66,2 m² Wohnfläche
- Gering modernisiertes Gebäude
- Beidseitig angebaut, 15 Wohneinheiten mit unbeheiztem Vollkeller und Flachdach

539,53 € Miete nettokalt
 99,30 € Betriebskosten kalt
 92,68 € Heizkosten

731,51 € Wohnkosten warm

**DATENSTAND
 3. QUARTAL 2021**

UMBAU ZU E70

Kosten neu:	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Fernwärme
Miete nettokalt	611,35 €	598,52 €
Betriebskosten kalt	116,78 €	108,56 €
Heizkosten	78,02 €	77,23 €
Wohnkosten warm	806,14 €	784,32 €
CO ₂ -Emissionen 2018 (kg/Jahr)	1.580,3	2.287,2
CO ₂ -Emissionen 2030 (kg/Jahr)	276,8	769,8
CO ₂ -Emissionen 2045 (kg/Jahr)	0,0	0,0

Berechnung ohne Förderung; wirtschaftlich kalkulierte Umlage;
 Ausgangswerte gemäß Mikrozensus, Mietenspiegel / normale Lage

Abbildung 11: Steckbrief Starterhaushalt im Mehrfamilienhaus

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH

Im Eigenheim erhebliche monatliche Mehrkosten

Anders als in den zunächst dargestellten 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 von bestehenden Kreditverbindlichkeiten und Kapitaldiensten ab, die je nach Dauer des Eigentums oder Art des Erwerbs (Kauf, Erbe) sehr unterschiedlich ausfallen können. 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 EH 70 würde bei Einbau der Variante mit Luft-Wasser-Wärmepumpe und Photovoltaik (V3) eine monatliche Steigerung der warmen Wohnkosten um ca. 290 Euro bedeuten.

EFH brauchen Lösungen neben der Fernwärme

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 (V2) herangezogen. Der Freiraum rund um die meist freistehenden Gebäude eignet sich dabei besonders für diese Wärmeversorgungsvariante. Hierbei fallen rund 100 Euro mehr an als im Vergleich zu den Luftwärmepumpen. Die Differenz der CO₂-Emissionen pro Jahr dieser beiden Varianten ist im Vergleich zu den anderen Gebäudetypen weniger deutlich und liegt nur bei rund 200 kg/Jahr.

Sensitivitätsanalyse/Update Oktober 2022:

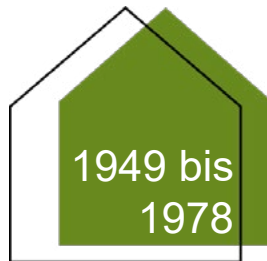
Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen werden hier überblicksartig die Auswirkungen der veränderten Zinssituation des laufenden Jahres 2022 beschrieben. Rechnet man beispielsweise mit einem angenommenen Zinssatz von 4 % auf das Fremdkapital (Verdopplung), dann ergeben sich anstelle der Tabellenangaben, die unten im Steckbrief vermerkt sind, folgende Werte:

Tabelle 13: Kostenupdate Steckbrief Familie im Eigenheim

	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Wärmepumpe (Erdsonden)
Miete nettokalt	305,97 €	361,48 €
Betriebskosten kalt	92,02 €	114,83 €
Heizkosten	-51,16 €	-69,56 €
Wohnkosten warm	346,82 €	406,75 €

Die Angaben zu den CO₂-Emissionen bleiben identisch.

Familie im Eigenheim



- Ehepaar mit zwei Kindern
- Eigenheim mit 129,1 m² Wohnfläche
- Gering modernisiertes Gebäude
- Beidseitig angebaut, 1 Wohneinheit mit unbeheiztem Vollkeller und Dachboden

- Hochgradig individuelle Wohnkosten
- Abhängig davon, ob Investition abfinanziert werden muss (z.B. Kapitaldienst)

**DATENSTAND
3. QUARTAL 2021**

UMBAU ZU E70

Zusätzliche Kosten:	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Wärmepumpe (Erdsonden)
Wohnkostenaufschlag nettokalt	+250,36 €	+296,03 €
Veränderung Betriebskosten	+92,02 €	+114,83 €
Veränderung Heizkosten	-51,16 €	-69,56 €
Veränderung Wohnkosten	+291,22 €	+341,30 €
CO ₂ -Emissionen 2018 (kg/Jahr)	2.946,4	2.776,5
CO ₂ -Emissionen 2030 (kg/Jahr)	516,4	486,4
CO ₂ -Emissionen 2045 (kg/Jahr)	0,0	0,0

Berechnung ohne Förderung

Abbildung 12: Steckbrief Familie im Eigenheim

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH

**Mehrkosten für
Einpersonenhaushalte
zwischen 50 bis 60 Euro**

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 580 Euro bruttowarm. Beim Umbau des bislang gering modernisierten Wohngebäudes zu einem EH 70-Standard führt das zu zusätzlichen Wohnkosten von ungefähr 61 Euro beim Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Beim Anschluss an das Fernwärmenetz müssen zusätzliche Wohnkosten von knapp 51 Euro aufgebracht werden. Auch in diesem Beispiel erweist sich der Anschluss ans Fernwärmenetz als dämpfend für die Höhe der Wohnkostenfolgen. Die CO₂-Emissionen sinken dafür weniger schnell und weisen im Jahr 2030 bei der Fernwärme noch über 600 kg/Jahr auf, wohingegen der Wert bei der Luft-Wasser-Wärmepumpe nur noch bei ca. 200 kg/Jahr liegt. Beide Sanierungswege führen unter den gesetzten Annahmen im Jahr 2045 zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung der Wohnung.

Fazit Wohnfolgekosten

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, weil sie helfen, extreme Steigerungen der Wohnkosten wirksam abzumildern. Insgesamt stellt der Anschluss an die Fernwärme in der Regel die für die Warmmiete kostengünstigste Variante dar. Zwar fallen hier, verglichen mit anderen Lösungen, bis 2030 meist noch höhere CO₂-Emissionen an. Da bei dieser Versorgungsvariante aber von einer (sukzessiven und damit eher wohnkostenverträglichen) Dekarbonisierung ausgegangen werden kann, wird auch hier im Jahr 2045 die Klimaneutralität erreicht. Deutlich wird auch, dass nur eine ganzheitliche Betrachtung von Kosten und Einsparungen zu Lösungen führt, die der Maßgabe von Bezahlbarkeit und Sozialverträglichkeit am ehesten gerecht wird und so als ehrliche und belastbare Grundlage für Diskussionen und Entscheidungen geeignet ist.

Sensitivitätsanalyse/Update Oktober 2022:

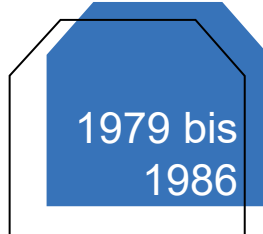
Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen werden hier überblicksartig die Auswirkungen der veränderten Zinssituation des laufenden Jahres 2022 beschrieben. Rechnet man beispielsweise mit einem angenommenen Zinssatz von 4 % auf das Fremdkapital (Verdopplung), dann ergeben sich anstelle der Tabellenangaben, die unten im Steckbrief vermerkt sind, folgende Werte:

Tabelle 14: Kostenupdate Steckbrief Einpersonenhaushalt

	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Fernwärme
Miete nettokalt	497,41 €	484,85 €
Betriebskosten kalt	96,10 €	89,54 €
Heizkosten	58,89 €	58,24 €
Wohnkosten warm	652,40 €	632,63 €

Die Angaben zu den CO₂-Emissionen bleiben identisch.

Einpersonenhaushalt



- Mietwohnung mit 54,6 m² Wohnfläche
- Gering modernisiertes Gebäude
- Beidseitig angebaut, 15 Wohneinheiten mit unbeheiztem Vollkeller und Flachdach

425,33 € Miete nettokalt
81,90 € Betriebskosten kalt
70,98 € Heizkosten

578,21 € Wohnkosten warm

**DATENSTAND
3. QUARTAL 2021**

UMBAU ZU E70

Kosten neu:	Wärmepumpe (Luft-Wasser)	Fernwärme
Miete nettokalt	484,57 € ...	481,57 €
Betriebskosten kalt	96,10 € ...	89,54 €
Heizkosten	58,89 € ...	58,24 €
Wohnkosten warm	639,55 € ...	629,35 €
CO ₂ -Emissionen 2018 (kg/Jahr)	1.303,4	1.886,4
CO ₂ -Emissionen 2030 (kg/Jahr)	228,3	634,9
CO ₂ -Emissionen 2045 (kg/Jahr)	0,0	0,0

Berechnung ohne Förderung; wirtschaftlich kalkulierte Umlage;
Ausgangswerte gemäß Mikrozensus, Mietenspiegel / normale Lage

Abbildung 13: Steckbrief Familie im Eigenheim

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung, RegioKontext GmbH

4 ZENTRALE HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

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

- | | |
|--|--|
| „Hamburger Weg“ der Förderung: Ergänzung der Bundesförderung und Sicherstellung der Bezahlbarkeit des Wohnens | 1. Etablierung eines „Hamburger Wegs“ in der Förderung: Die ambitionierten Ziele des Hamburger Klimaplanes sind im Wohngebäudesektor nur durch deutlich erhöhte Anstrengungen zu erreichen. Um die Sanierungsraten zu erhöhen und die besonders zielführenden Lösungsansätze zu forcieren, empfehlen wir eine Landesförderung, die bezogen auf bestimmte Einzelgegenstände ausdifferenziert wird. Diese soll Bundesförderungen (etwa KfW) gezielt ergänzen. Der Fokus dieser Förderung sollte – anders als die (bisherige) Bundesförderung – auch auf die CO ₂ -Emissionen und die warmen Wohnkosten gelegt werden, etwa anhand gemittelter Verbrauchswerte und Energiepreise für die einzelnen Gebäudetypen. Ziel sollte es sein, hierdurch gerade die bezahlbaren/bezahlbareren Lösungen besonders zu forcieren. Die vorhandenen Modernisierungsförderungen in den IFB-Programmen B und C, die den Aufbau von Sozialbindungen bzw. bezahlbare Mieten ermöglichen, sollten besonders beworben und so das Thema der Bezahlbarkeit im Wohnungsbestand mit dem der Wärme- und Energiewende weiter gezielt verknüpft werden. |
| Geringinvestive Maßnahmen fördern | 2. Durchführung eines Sofort-Förderprogramms für geringinvestive Maßnahmen zur Erreichung schnell umsetzbarer Energie- und Treibhausgaseinsparungen im Hamburger Wohngebäudebestand: Die höchsten Einsparungen können in der Regel im Segment der bisher mäßig modernisierten Gebäude erzielt werden. Allerdings sollten auch Gebäude Berücksichtigung finden, die bereits einen besseren Modernisierungszustand aufweisen, um bei diesen insbesondere die Heizungsanlagen und die Wärmeübergabe weiter zu optimieren. |
| Sonderförderprogramm beB | 3. Durchführung eines Sonder-Förderprogramms beB/Denkmal zur nachhaltigen Steigerung der Sanierungsrate und -tiefe in diesem Bereich. Der Anteil von Hamburger Wohngebäuden, die eine besonders erhaltenswerte Bausubstanz aufweisen bzw. als Baudenkmal gelten und in diesem Zusammenhang oftmals mit Sanierungsrestriktionen belegt sind, ist vergleichsweise hoch und besitzt somit einen großen Einfluss auf das Erreichen der Klimaziele 2030/2045. Hier sollte ein Programm – über das Förderprogramm des Bundes hinaus – aufgelegt werden, dass den Erhalt der Stadtgestalt mit hohen energetischen Zielstandards |

in Einklang bringt und unterstützt. Beispielsweise wird bei ca. 14 % des gesamten Hamburger Wohngebäudebestandes (beB-Kategorie C) qualitätssichernde gestalterische Begleitung der energetischen Maßnahmen durch Architekten, Ingenieure, Kulturhistoriker, Energieberater für Baudenkmale etc. erforderlich sein.

4. Verstärkte Ausrichtung der Sanierungsstrategie für den Hamburger Wohngebäudesektor (PHH) auf einen erweiterten „Worst First“-Ansatz. Hierbei sind insbesondere die Gebäude in den Fokus zu nehmen, die aktuell einen überproportional hohen Anteil an den Energieverbräuchen und CO₂-Emissionen aufweisen. Ziel insbesondere bei sukzessiven Sanierungen an diesen Gebäuden (i.d.R. Teilmodernisierungen im Investitionszyklus der Bauteile/Komponenten) sollte eine beschleunigende Herstellung der Niedertemperaturfähigkeit (Grundvoraussetzung für einen effizienten Einsatz zukunftsfähiger Anlagentechnik auf Basis erneuerbarer Energien) sein, die ebenfalls mit einer deutlichen Minderung des Heizwärmeverbrauchs einhergeht.
5. Als ein wesentlicher Grundstein für eine erfolgreiche Wärmewende im Hamburger Wohngebäudesektor ist die kommunale Wärmeplanung anzusehen und auch als solche anzunehmen. Die Ergebnisse hieraus 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.
6. Intensivierung und Erleichterung der Umstellung dezentraler fossiler Wärmeversorgung auf eine Fernwärmeversorgung besonders in Gebieten mit bestehender Netzinfrastruktur und in den identifizierten Ausbaugebieten. 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.
7. Beschleunigter und konsequenter Ausbau des Angebots von erneuerbaren Energien zur Versorgung des Heizungs- und Warmwasser-Wärmeenergieverbrauchs der Hamburger Wohngebäude in den Gebieten, in denen keine netzgebundene Wärmeversorgung und nur geringe

Gebäude mit hohem Energieverbrauch zuerst („worst first“)

Kommunale Wärmeplanung entwickeln und umsetzen

Ausbau und Dekarbonisierung des Fernwärmenetzes

Dezentrale Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien durch Wärmepumpen

Wärmelinien dicht vorhanden sind. Hierfür bedarf es einer Förderung der Umstellung dezentraler Wärmeversorgung von fossilen Energien auf erneuerbare Energien. In diesem Zusammenhang wird die Wärmepumpe 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), Ausbildung und Fachkräftesicherung (s. hierzu auch letzte Handlungsempfehlung).

- | | |
|--|--|
| <p>Spezifische Anreize für Eigentümerinnen und Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern schaffen</p> | <p>8. Überprüfung einer Verstärkung des bereits vorhandenen Förderprogramms für private Eigentümerinnen und Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern, insbesondere wenn diese nicht in einem Gebiet von Fernwärmenetzen oder hoher Wärmelinien dichte mit einer grundsätzlichen Eignung für individuelle Quartierslösungen angesiedelt sind. Auf diese Weise sollen zum einen verstärkt Anreize geschaffen werden, die notwendige, möglichst umfängliche Sanierungen auslösen, und zum anderen soll den mit diesen Maßnahmen verbundenen vergleichsweise hohen Wohnkostenfolgen in diesem Eigentümersegment entgegengewirkt werden. Zugleich sollte der komparative Vorteil dieses Gebäudetyps systematisch genutzt werden. Eng damit verbunden ist eine offensive Kommunikation der Vorteile einer möglichst weitgehend autarken Energieversorgung dieser Gebäude im Sinne einer ganzheitlichen EE-Strategie (Wärmepumpe plus Photovoltaik, ggf. gekoppelt mit E-Mobilität).</p> |
| <p>innovative Quartierlösungen ermöglichen und fördern</p> | <p>9. Ermöglichung und Förderung von innovativen Quartierslösungen inkl. ganzheitlicher und intelligenter Energiekonzepte mit dem Ziel der Klimaneutralität bis 2045. Quartierslösungen tragen zur Förderung innovativer Technologien bei, sie erzeugen Synergie-Effekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien, für private/selbstnutzende Eigentümer ebenso wie für Mieterinnen und Mieter und erzeugen Skaleneffekte für bauliche Modernisierungslösungen. 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 kurzfristigen Beitrag zur Zielerreichung.</p> |
| <p>Flottenlösungen forcieren</p> | <p>10. Wohnungswirtschaftliche Flottenlösungen und energetisches Flottenmanagement für Bestandshalter 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 Einzeleigentümer ermöglicht werden.</p> |

- | | |
|---|--|
| <p>11. Überarbeitung der vorhandenen Förderprogramme für die energetisch ambitionierte Ertüchtigung des Bestandes und den Neubau von Wohngebäuden. Erhöhung der Anreize für technische Lösungen, die in Richtung der Standards des Szenarios 3 gehen. Hierbei sind für den Bestand die Umsetzungen der Maßnahmen grundsätzlich auf den Reinvestitionszeitpunkt und andere Sanierungsanlässe auszurichten. Der Neubau ist vorzugsweise möglichst schnell klimaneutral, ressourcenschonend und für die finalen Nutzerinnen und Nutzer bezahlbar vorzusehen. Die Umsetzung ist hierbei an den entscheidenden Rahmenbedingungen zu orientieren: Wärmeversorgung, Kosteneffizienz, Energieeinsparung (tatsächlicher Energieverbrauch), Wohnkostenfolgen und Bezahlbarkeit.</p> | <p>Optimierung der bestehenden Förderprogramme</p> |
| <p>12. Beförderung der seriellen Sanierung durch Potenzialabschätzung, Dialog mit der Bauwirtschaft, Pilotprojekte und Beratung.</p> | <p>Serielles Sanieren, Dialog mit Bauwirtschaft</p> |
| <p>13. Sensibilisierung und Anpassung des Nutzerinnen- und Nutzerverhaltens hin zu einem sparsamen Umgang bezüglich des Strom- und Wärmeverbrauchs in Gebäuden – Beratungsangebote ausbauen, zum Beispiel in Kooperation mit der Verbraucherzentrale.</p> | <p>Sensibilisierung: Verhaltensänderung</p> |
| <p>14. Durchführung eines regelmäßigen Monitorings. Start nach ca. 2–3 Jahren mit einer wiederkehrenden Befragung der Hamburgischen Wohnungswirtschaft und von Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern zu den durchgeführten Maßnahmen und Evaluierung der Einspareffekte (Energieverbrauch und Treibhausgaseinsparung), fortlaufende Ermittlung der Sanierungsrate und Evaluierung der Sozialverträglichkeit der Klimaschutzmaßnahmen für Mieterinnen und Mieter bzw. im selbstgenutzten Eigentum. Für das fortlaufende Monitoring sollte als Add-on zur Machbarkeitsstudie ein zusätzliches Rechentool entwickelt werden, mit dem sich die Szenarien zur Erreichbarkeit der Klimaziele im Sektor PHH auch noch dynamisch abbilden lassen. Dieses soll es ermöglichen, auch zu späteren Zeitpunkten auf aktuelle Veränderungen bzw. Neuerungen reagieren zu können und die Szenarien entsprechend anzupassen, z. B. in Bezug auf Baukosten- und Energiepreisänderungen. Auch kann das Tool beim Monitoring der CO₂-Einsparungen zum Einsatz kommen.</p> | <p>Regelmäßiges Monitoring</p> |

- Zentrale Kommunikation durch FHH**
15. 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 Eigentümer durch gezielte Beratungsangebote und typisierte Planungen (Typengebäude)
- Verbände und Kammern: Abstimmung zum Kapazitätsausbau**
16. 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 abzudecken.

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	18
Abbildung 2:	Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert differenziert nach Baualtersklasse	22
Abbildung 3:	Endenergiebedarfs- und Energieverbrauchskennwert Mehrfamilienhäuser 1949 bis 1978 differenziert nach Modernisierungsumfang	23
Abbildung 4:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten	26
Abbildung 5:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten	28
Abbildung 6:	Entwicklung der Investitionsbedarfe im Wohngebäudesektor (PHH) in Hamburg von heute bis 2045 in 5-Jahresschritten	29
Abbildung 7:	Entwicklung der energetischen Sanierungsrate im Hamburger Wohngebäudebestand – Szenario 2 – in Form von Vollsanierungsäquivalenten (resultierend aus energetischen Teil- und Vollsanierungen)	34
Abbildung 8:	Exemplarische Darstellung der Technikvarianten am Mehrfamilienhaus	40
Abbildung 9:	räumliche Quartiersanalyse FHH	46
Abbildung 10:	Steckbrief Familie im Mehrfamilienhaus	55
Abbildung 11:	Steckbrief Starterhaushalt	57
Abbildung 12:	Steckbrief Familie im Eigenheim	59
Abbildung 13:	Steckbrief Einpersonenhaushalt	61

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Gebäudebestand mit Wohnraum differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudetyp	14
Tabelle 2:	Wohngebäudebestand differenziert nach Einbausituation und Gebäudetyp	15
Tabelle 3:	Wohngebäudebestand differenziert nach Eigentübertyp und Gebäudetyp	16
Tabelle 4:	Modernisierungsstand differenziert nach Baualtersklassen und Modernisierungsumfang	17
Tabelle 5:	Endenergieverbrauch differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudegröße/Gebäudetyp (kWh/m ² bezogen auf die Gebäudenutzfläche, insgesamt in Millionen kWh)	19
Tabelle 6:	CO ₂ -Emissionen differenziert nach Baualtersklasse und Gebäudetyp	20
Tabelle 7:	Übersicht der Festlegungen bezüglich der durchschnittlichen energetischen Sanierungsrate und der Sanierungstiefen für die betrachteten Szenarien von heute bis 2045	35
Tabelle 8:	Übersicht der Festlegungen bezüglich der energetischen Standards im Neubau für die betrachteten Szenarien von heute bis 2045	39
Tabelle 9:	Dekarbonisierungspfad Strom und Fernwärme FH Hamburg	43
Tabelle 10:	Erfolgskriterien Quartierslösung	47
Tabelle 11:	Kostenupdate Steckbrief Familie	54
Tabelle 12:	Kostenupdate Steckbrief Starterhaushalt	56
Tabelle 13:	Kostenupdate Steckbrief Familie im Eigenheim	58
Tabelle 14:	Kostenupdate Steckbrief Einpersonenhaushalt	60
Tabelle 15:	EH-Standards im Vergleich	70

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 avisierten 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 Freisetzung 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 15: 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

[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



Hamburg | Klimaplan-
Förderung

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; Hanakam, Marcel; Riese, Michel; Sandrock, Matthias; Spital,
Sonja; von Bodelschwingh, Arnt; Walberg, Dietmar; Wittlich, Jörg

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

Bildnachweis:

Titelfoto: Michael Zapf

S. 12: SAGA

S. 21: Andreas Bock

S. 27: Andreas Bock

S. 48: SAGA

S. 53: Adobe Stock/detailfoto

Gestaltung: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Veröffentlichung: März 2023

Auflage: 200 Ex., 1. Auflage

Gedruckt auf 100 % Altpapier

