

Analyse und Bewertung von

Dekarbonisierungsstrategien für den Wohnungsbestand am Beispiel der Wiener Gemeindebauten

im Zeitraum 2020 – 2030



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Analyse und Bewertung von
Dekarbonisierungsstrategien für den Wohnungsbestand
am Beispiel der Wiener Gemeindebauten
im Zeitraum 2020 – 2030

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs / Diplom-Ingenieurin unter der Leitung von

Univ.Prof. Prof. h. c. Dipl.-Ing. Arch. Dietmar Wiegand
E260-03 RED Forschungsbereich Projektentwicklung und -management

und

Univ.Prof. Dr. phil. Simon Güntner
E280-06 Forschungsbereich Soziologie

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Anna Teresa Lindorfer, BSc

01227166

Wien, September 2020



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Die Entkopplung der Städte von Treibhausgasemissionen ist essenziell, um den globalen Temperaturanstieg auf 1,5°C zu begrenzen. Die Transformation zu emissionsfreien Städten kann nur mit der Erstellung entsprechender Dekarbonisierungsstrategien für den Gebäudebestand gelingen, welche gleichzeitig soziale Ungleichheiten reduzieren.

Die 220.000 Wohnungen in kommunalen Besitz, die ca. ein Drittel der Wiener Mietwohnungen ausmachen, können beträchtlich zu einem Wandel in Richtung eines sozial und ökologisch nachhaltigen Bau- und Wohnungssektor beitragen. Deshalb untersucht die Diplomarbeit „*Strategien zur Dekarbonisierung des Wohnungsbestandes am Beispiel der Wiener Gemeindebauten im Zeitraum 2020 – 2030*“ bautechnische Strategien zur Dekarbonisierung des Wohngebäudebestandes und bewertet diese am Beispiel der Wiener Gemeindebauten. Die Untersuchung konzentriert sich auf bauliche Adaptionen und den Ersatz fossiler Energieerzeugungsanlagen und stellt soziale, ökonomische und ökologische Effekte unterschiedlicher Dekarbonisierungsmaßnahmen gegenüber. Außerdem werden organisatorische Zusammenhänge der Energieproduktion und -versorgung sowie rechtliche Rahmenbedingungen zur Umsetzung von Dekarbonisierungsmaßnahmen diskutiert.

Zur holistischen Betrachtung des Portfolios von Wiener Wohnen werden die 1.750 Wohnhausanlagen in Kategorien nach ihrem gegenwärtigen energetischen Zustand, der Bauweise und dem verwendeten Heizsystem eingeteilt. Durch Expert*innenbefragungen anhand der Delphi-Methode und einer umfangreichen Literaturrecherche werden sechs Dekarbonisierungsstrategien entwickelt, welche mithilfe einer im Vorhinein festgelegten Bewertungsmatrix beurteilt werden. Am Ende der Arbeit wird eine Handlungsempfehlung für Wiener Wohnen inklusive eines Dekarbonisierungs-Fahrplans abgegeben.

Die Arbeit diskutiert Rechtsgrundlagen, welche die Durchführung der Dekarbonisierungsmaßnahmen behindern. Diese betreffen vor allem das Mietrechtsgesetz, welches zum einen die Refinanzierung auf einen Zeitraum von zehn Jahren beschränkt und zum anderen die Möglichkeit der Implementierung von Haus-zentralen Energieversorgungsanlagen limitiert. Des Weiteren weist die vorliegende Arbeit nach, dass zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes eine Neufokussierung von Sanierungen weg von thermischen Optimierungen der Gebäudehülle hin zum Ersatz fossiler Heizsysteme und der Errichtung erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen erforderlich ist.

Die Arbeit kommt zu dem Schluss, dass neben einer massiven Erhöhung von Investitionen in die Energiewende und die Bestandssanierung zusätzlicher Forschungsbedarf für Anpassungsmaßnahmen von Heizabgabesystemen, einer auf die Nachbarschaft bezogenen Energieversorgung sowie für die Umsetzung der Sektorkopplung besteht. Zur vollständigen Dekarbonisierung der Wiener Wohnen-Wohnhausanlagen müssen zudem exakte Aufzeichnung der gebäude- und energierelevanter Daten über den Bestand erfolgen und die Anzahl der thermisch-energetischen Sanierungen pro Jahr mehr als verdreifacht werden.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abstract

The decoupling of cities from greenhouse gas emissions is essential to reach climate targets and to keep the global temperature rise below 1.5°C. The transition to emission-free cities can only succeed if a corresponding decarbonisation strategy for the building stock is developed and if social inequalities are eliminated at the same time.

The 220,000 municipally owned dwellings, which account for about one third of Vienna's rental housing stock, can contribute significantly to a change towards a socially and environmentally sustainable construction and housing sector. Therefore, the diploma thesis "*Strategies to decarbonise the housing stock considering Viennese community housing in the period 2020 - 2030*" examines strategies to decarbonise the housing stock and evaluates them regarding Viennese community housing. The study focuses on structural adaptations and the replacement of fossil energy generation facilities and compares the social, economic and ecological effects of different decarbonisation measures. In addition, organisational correlations of energy production and supply as well as legal framework conditions for decarbonisation measures are discussed.

For a holistic approach, the 1,750 buildings of Wiener Wohnen are divided into categories according to their current condition, the construction method, and the heating system in use. Expert consultations based on the Delphi method and further literature research lead to six decarbonisation strategies, which will be assessed using a pre-defined evaluation matrix. At the end of the study, a recommendation including a decarbonisation roadmap for *Wiener Wohnen* is given.

As part of the study, legal framework conditions which impede the implementation of decarbonisation measures will be elaborated. These mainly concern the Mietrechtsgesetz, which on the one hand limits the re-financing period of refurbishment measures to ten years and on the other hand complicates the implementation of centralised energy supply systems in residential buildings. Furthermore, the study shows that a reorientation of renovation methods from thermal optimisations of the building envelope towards the replacement of fossil heating systems and the installation of renewable electricity generation facilities is necessary to decarbonise the building stock.

The study concludes that, in addition to a massive increase of investments in the energy transition and the refurbishment of existing buildings, there is a need for greater research on the adaptation of heating distribution systems, neighbourhood-based energy supply and the implementation of sector coupling. For fully decarbonising the housing stock of Wiener Wohnen, an exact recording of building- and energy-relevant data and a threefold increase of refurbishments per year are required.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Analyse und Bewertung von
Dekarbonisierungsstrategien für den Wohnungsbestand
am Beispiel der Wiener Gemeindebauten
im Zeitraum 2020 – 2030

Anna Teresa Lindorfer



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Herzlichen Dank gilt Dietmar Wiegand, der mir im Rahmen seiner Betreuung unzählige Hilfestellungen gegeben hat und mich beim Entwickeln alternativer Lösungsvorschläge unterstützt hat.

Ich danke ebenso Simon Güntner für die Betreuung und das Aufzeigen innovativer Wege in der Auslegung der Arbeit.

Eine große Anerkennung gilt allen Teilnehmenden der Delphi-Methode, welche bereit waren, ihre Expertise zu teilen. Im Besonderen möchte ich mich bei Daniel Glaser, Stefan Sattler, Martin Höller und dem wohnfonds_wien für das zur Verfügung stellen von Unterlagen und Daten bedanken.

Ich bin meinen Eltern besonders dankbar für alle Facetten von Bildung, die sie mir ermöglicht haben und dafür, dass ich mir in jeder Lebenssituation ihrer Unterstützung sicher sein kann.

Adrian, Agnes, Alois und Moritz: Danke, dass ihr zusammen mit meinen Eltern während dem Verfassen der Arbeit für mich da wart und mich jeden Tag aufs Neue durch euer Engagement beeindruckt.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	3
ABSTRACT.....	4
INHALTSVERZEICHNIS.....	6
1. ANLASS DER ARBEIT	8
2. FORSCHUNGSINTERESSE	10
2. A FORSCHUNGSFRAGE	10
2. B HYPOTHESEN UND BEDINGUNGEN FÜR GEEIGNETE DEKARBONISIERUNGSSTRATEGIEN.....	12
3. METHODEN	13
3.A FORSCHUNGSDESIGN.....	13
3.B DATENERHEBUNG	14
3.C AUSWERTUNG UND ENTWICKLUNG DER STRATEGIEN	16
3.D LIMITATION DER ARBEIT	28
4. AUFBAU DER ARBEIT	29
5. GLOSSAR.....	30
6. THEORETISCHER HINTERGRUND	34
6.A VON DER WURZEL ZUR FRUCHT: GESCHICHTE DER ÖKOLOGISCHEN STADTENTWICKLUNG.....	34
6.B POLITISCHE ZIELSETZUNGEN.....	36
6.C DEKARBONISIERUNG DES GEBÄUDESEKTORS	37
6.D KAUSALITÄT DER EMISSIONEN IM GEBÄUDESEKTOR.....	40
7. WOHNEN IN ÖSTERREICH UND WIEN	44
7.A GESCHICHTE DER WOHNUNGSPOLITIK	44
7.B RECHTLICHE GRUNDLAGEN.....	45
7.C WIENER WOHNEN.....	51
8. LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DEKARBONISIERUNGSSTRATEGIEN	54
8.A TECHNIKSUBSTITUTION ZUR DEZENTRALEN WANDLUNG REGENERATIVER ENERGIEN.....	54
8.B WEITERE TECHNOLOGIEN ZUR UNTERSTÜTZUNG DER DEKARBONISIERUNG	65
8.C BAULICHE ADAPTIONEN VON GESCHOSSWOHNBAUTEN	71
8.D WEITERE LÖSUNGSANSÄTZE	82
8.E BEISPIELE FÜR DEKARBONISIERUNGSMAßNAHMEN IM SOZIALEN WOHNBAU.....	83
8.F BEISPIELE FÜR ORGANISATIONSFORMEN ZUR ENERGIEVERSORGUNG	85
8.G FINANZIERUNGSVARIANTEN FÜR DEKARBONISIERUNGSMAßNAHMEN.....	88
9. VORSTELLUNG DER ENTWICKELTEN DEKARBONISIERUNGSSTRATEGIEN	93
STRATEGIE 1: HEIZANLAGENERSATZ DURCH EIN DEZENTRALES ERNEUERBARES WÄRMEVERSORGUNGSYSTEM	93
STRATEGIE 2: ANSCHLUSS AN DAS FERNWÄRMENETZ	95
STRATEGIE 3: ERRICHTUNG EINER PHOTOVOLTAIK-ANLAGE.....	96
STRATEGIE 4: THERMISCHE SANIERUNG ZUR ENERGIEBEDARFSREDUKTION	97
STRATEGIE 5: BAULICHE NACHVERDICHTUNG DURCH ERWEITERUNG UND AUFSTOCKUNG.....	99
STRATEGIE 6: ERSATZBAU ZUR ERHÖHUNG DER NUTZUNGSDICHTE	100
10. AUSWERTUNG UND ERGEBNISSE	101

11. CONCLUSIO	108
11.A DISKUSSION	108
11.B HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN.....	113
11.C AUSBLICK.....	117
12. VERZEICHNISSE UND ANHÄNGE.....	122
12.A ABBILDUNGSVERZEICHNIS	122
12.B TABELLENVERZEICHNIS.....	122
12.C LITERATURVERZEICHNIS.....	123
11.D ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	136
12.E BEWERTUNGSMATRIX - TABELLEN	137

1. Anlass der Arbeit

Wir befinden uns in einer Klimakrise: Flächen so groß wie Österreich verbrannten in Australien zum Jahreswechsel 2019/2020, Permafrostböden in Sibirien tauen auf und auch in Österreich spüren wir erste Anzeichen: Durch die Trockenheit gab es zum Beispiel auf Wiesen und Weiden in Oberösterreich, im Waldviertel und weiten Teilen Vorarlbergs und Tirols 2018 mehr als 40% Ertragsverluste und 2015 verstarben über 1.000 Menschen in Österreich aufgrund von Hitze.^{1,2}

„Der Klimawandel bringt nicht nur die Lebensqualität der Menschen in Gefahr, Nicht-Handeln oder weitere Verzögerungen im Klimaschutz können in eine Klimakatastrophe führen, aus der es absehbar keinen Ausweg mehr gibt.“

*Gottfried Kirchengast, Helga Kromp-Kolb, Karl Steininger, Sigrid Stagl, Mathias Kirchner,
Christoph Ambach, Julia Grohs, Andrea Gutsohn, Jonas, Peisker und Birte Strunk³*

Unser Planet ist gefährdet, in einen Zustand zu geraten, in dem selbstverstärkende Prozesse zu unaufhaltsam weiterer Erwärmung führen und Klima-Kippelemente auslösen.⁴ Klima-Kippelemente sind nicht mehr umkehrbar und verhalten sich wie Dominosteine: Stürzt einer davon, löst er eine Kaskade an weiteren aus. Würde das arktische Meereis zurückgehen, könnte sich dadurch die Zirkulation des Atlantischen Ozeans verlangsamen, wodurch der Amazonas zahlreiche Dürren erfahren könnte.⁵ Bereits ein halber Grad Temperaturunterschied führt zu dramatischen Konsequenzen: Bei einer Temperaturerhöhung von 1,5°C sterben 70-90% aller Korallenriffe ab, bei 2°C sind es 99%. Bei einem Tauchgang wären dann anstatt bunten Fischen und Korallen nur abgestorbene Riffe zu sehen. Das Absterben der Korallen betrifft außerdem eine Milliarde Menschen mit Nahrungs- und Einkommensverlusten aus der Fischerei. Gleichzeitig werden gravierende Auswirkungen auf Ökosysteme an Land erwartet.⁶

Der 2018 veröffentlichte Sonderbericht des Weltklimarates IPCC warnte, dass Kippelemente schon bei einer Erwärmung unter 2°C ausgelöst werden können. Demnach muss die Erderwärmung auf 1,5°C begrenzt werden, was eine Reduktion der globalen CO₂-Emissionen gegenüber dem Niveau von 2010 von 40-60% bis 2030 und das Erreichen von netto-null Emissionen zwischen 2045 und 2055 voraussetzt. Jedoch reicht es nicht aus, nur die Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts auf netto-null zu begrenzen. Die kumulativen Emissionen dürfen das CO₂-Budget von 420 bzw. 570 Gigatonnen (betrachtet

¹ vgl. o.V., "Hitze-Mortalitätsmonitoring," Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, <https://www.ages.at/themen/umwelt/informationen-zu-hitze/hitze-mortalitaetsmonitoring>. und vgl. o.V.,

"Verkehrsstatistik 2019," Bundesministerium für Inneres, aufgerufen am 09.01.2020,

https://www.bmi.gv.at/202/Verkehrsangelegenheiten/unfallstatistik_vorjahr.aspx. und vgl. o.V., "EuroMOMO," Statens Serum Institut, <https://www.euromomo.eu>.

² vgl. Formayer H. Stangl M., Hofstätter M., Orlik A., Andre K., Hiebl J., Steyrer G., Michl C., "Klimastatusbericht 2018 (Wien: CCCA, 2019).

³ vgl. Gottfried Kirchengast et al., "Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP) (Wien-Graz: CCCA, 2019). S.11

⁴ vgl. ebd. S.11f

⁵ vgl. Timothy M. Lenton et al., "Climate tipping points — too risky to bet against," *Nature* 575 (2019), <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0>.

⁶ vgl. Imke Lübbecke und Alex Mason, "WWF EPO Position paper on EU long term climate strategy," (2018).

ab Ende 2017) nicht überschreiten, um mit einer 66%-Wahrscheinlichkeit die globale Mitteltemperatur auf 1,5°C zu begrenzen. Wenn wir weiterhin wie aktuell jährlich 42 Gt CO₂ (±3 Gt) in die Atmosphäre ausstoßen, würde die Obergrenze des in die Atmosphäre ausgestoßenen Kohlenstoffdioxids bereits 2028 bzw. 2032 erreicht sein.⁷

Berücksichtigt man die Verantwortung Europas und insbesondere der Europäischen Union für den Klimawandel, muss die EU als Staatengemeinschaft spätestens 2040 klimaneutral sein.⁸ Eine dementsprechende Zielsetzung hat sich erst in wenigen staatlichen Klimaschutzzielen manifestiert, allerdings beginnt langsam ein Umdenken.⁹

Da Städte für über 70% aller energiebezogenen CO₂-Emissionen verantwortlich sind,¹⁰ sowie für 65% des gesamten Energieverbrauchs,¹¹ sind sie verstärkt in der Pflicht, ihre Ressourcen- und Energienutzung zu verringern. Berücksichtigt man Emissionen, die mit dem Konsum von Gütern und Dienstleistungen verbunden sind, so sind städtische Emissionen um 60% höher als bis vor Kurzem angenommen.¹² Überdies lebten 2007 erstmals mehr Menschen in Städten als in ländlichen Gebieten, 2019 waren es bereits 55% der Weltbevölkerung.¹³ Die *United Nations Organization* geht davon aus, dass der Urbanisierungstrend in den nächsten Jahrzehnten fortgeschrieben wird, zum Großteil im globalen Süden. 2050 werden demzufolge mehr als zwei Drittel (68%) der Weltbevölkerung in urbanen Gebieten leben.¹⁴ In Europa findet dieser Trend in abgeschwächter Form statt: London wird laut Prognosen bis 2030 die 10 Millionen-Einwohner-Marke knacken und mit Paris und Moskau in der Liga der europäischen Megastädte rangieren.¹⁵ Auch Wien wächst: Der Bevölkerungsstand zu Jahresbeginn 2020 betrug etwas über 1,91 Millionen Einwohnende und wird bis 2030 auf über 2,03 Millionen ansteigen.¹⁶

Die Bereitstellung von Wohnraum für Neubürger*innen und die Dekarbonisierung stellen folglich die zentralen Herausforderungen von Städten im 21. Jahrhundert dar. Städte gelten seit jeher als Orte, welche sich am schnellsten transformieren. Sie sind zudem in der Lage, ehrgeizigere Ziele als Nationalstaaten in der Energiewende zu erreichen, da sie eine direkte Verantwortung in der Bereitstellung von Energiedienstleistungen und vertragliche Beziehungen zu Energieversorgern haben.¹⁷ Obendrein bietet das Ausmaß der Stadterweiterung und der damit verbundenen Infrastruktur Städten die Gelegenheit, eine Stadtentwicklung ohne Ressourcenausbeutung zu etablieren und eine Schlüsselrolle bei der Sicherung unserer gemeinsamen menschlichen Zukunft zu spielen.¹⁸ Demnach sind Dekarbonisierungsstrategien durch Instrumente, auf welche die Administration von Städten Einfluss hat, umzusetzen.

⁷ vgl. Valérie Masson-Delmotte et al., "Global warming of 1.5°C, IPCC (2018). S.12

⁸ vgl. Matthias Duwe et al., "Fact Sheet: EU 2050 strategic vision "A Clean Planet for All", (Umweltundesamt, 2018).

⁹ vgl. Hannah E Murdock et al., "Renewables 2019 Global Status Report," (2019). S.17ff

¹⁰ vgl. o.V., "The science we need for the cities we want: Working together to implement the global research agenda on cities and climate change"(Cities IPCC Cities and Climate Change Science Conference, Edmonton, 2018).

¹¹ vgl. Hannah E Murdock et al., "Renewables 2019 Global Status Report." S.27

¹² vgl. Stephen Leahy, "Cities emit 60% more carbon than thought," *National Geographic* 6 (2018).

¹³ vgl. Hannah Ritchie und Max Roser, "Urbanization Published" (2020), <https://ourworldindata.org/urbanization>.

¹⁴ vgl. o.V., "World urbanization prospects 2018: The 2018 Revision, Department of Economic and Social Affairs: Population Division (New York: United Nations, 2019). S.9f

¹⁵ vgl. o.V., "The World's Cities in 2018—Data Booklet " (ST/ESA/SER.A/417: United Nations,, Department of Economic and Social Affairs,, Population Division 2018). S.23

¹⁶ vgl. o.V., "Bevölkerungsstand zum 1.1. gemäß Statistik des Bevölkerungsstandes der Statistik Austria, Bevölkerungsveränderungen nach dem Prognoseergebnis," (Wien: Stadt Wien MA 23, 2018).

¹⁷ vgl. Hannah E Murdock et al., "Renewables 2019 Global Status Report." S.15

¹⁸ vgl. o.V., "The science we need for the cities we want: Working together to implement the global research agenda on cities and climate change."

2. Forschungsinteresse

2. a Forschungsfrage

Seit Jahrzehnten fordern Klimawissenschaftler*innen eine radikale Reduktion der Treibhausgasemissionen. Gleichzeitig verursacht der Gebäudesektor bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus, also von Bau, Nutzung und Abriss, nach wie vor fast 40% der weltweiten CO₂-Emissionen und über ein Drittel des weltweiten Endenergieverbrauchs.¹⁹ Operative gebäudebezogene Emissionen von Privathaushalten sind für 8,7% der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen verantwortlich, wobei sich mehr als die Hälfte der privaten Haushalte in Wohnungen in Mehrparteienhäuser befindet.^{20,21} Die größte kommunale Hausverwaltung Europas *Wiener Wohnen* verwaltet ca. 220.000 Mietwohnungen in Mehrparteienhäuser, was knapp einem Drittel der Mietwohnungen in Wien entspricht.^{22,23} Dieses große Portfolio bietet potenziell die Möglichkeit, eine effektive und umfassende Strategie zur Dekarbonisierung zu verfolgen, um Emissionen im Gebäudebetrieb umgehend zu senken und langfristig einen Betrieb ohne Ausstoß von Treibhausgasen zu ermöglichen. Eine derartige Strategie ist eine Maßnahmenkombination, in welcher möglichst alle Faktoren von vornherein einkalkuliert werden, um die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes zu erreichen.²⁴ Dabei wird ein Satz von Regeln entwickelt, deren Beachtung die Wahrscheinlichkeit für die Dekarbonisierung der bestehenden Wohnhausanlagen Wiener Wohnens erhöht.²⁵ Zudem können Veränderungen eines derart großen Gebäudebestandes Transformationen im Bau- und Immobiliensektor anstoßen und eine Entwicklung neuer Wohnmodelle hervorrufen. Der Bausektor kann dadurch den Schwerpunkt auf Sanierung und Reaktivierung legen, und den im letzten Jahrzehnt anhaltenden Neubauboom umkehren,²⁶ anstatt ausschließlich auf Neubau zu setzen während gleichzeitig mit hohen Leerstandsdaten gekämpft wird.^{27,28}

Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht auf alle Möglichkeiten zur Dekarbonisierung im Wohnungsbestand eingegangen werden kann, legt diese Arbeit einen Fokus auf bauliche Adaptionen von Bestandsbauten zur Reduktion des Energiebedarfs sowie auf Techniksubstitutionen von Energieerzeugungssysteme. Dabei wurden baulichen Adaptionen und Techniksubstitutionen ganzheitlich betrachtet und im Kontext von gesetzlichen Regulationen bzw. Verträgen sowie der Organisation von Energieerzeugungs- und Verteilungsleistungen betrachtet, um auch ihre Umsetzbarkeit zu beurteilen.

¹⁹ vgl. o.V., "2019 Global Status Report for Buildings and Construction, International Energy Agency for the Global Alliance for Buildings and Construction (2019). S.6

²⁰ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019, Umweltbundesamt (Wien, 2019). S.123ff

²¹ vgl., Statistik Austria "Wohnungsanzahl im Gebäude - Mikrozensus; Hauptwohnsitzwohnungen (HWS) ab 2004, Quartale",

²² vgl. o.V., "Wiener Wohnen - Gemeindewohnungen," Stadt Wien - Wiener Wohnen, aufgerufen am 23.02.2020, www.wienerwohnen.at.

²³ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht, Bundesarbeitsgemeinschaft Immobilienwirtschaft Deutschland (empirica ag, 2020), http://www.bid.info/wp-content/uploads/2020/01/Bericht_Wien_2019050_endbericht-rev.pdf.

²⁴ vgl. o.V., "Strategie," in *Duden online* (Berlin: Bibliographisches Institut GmbH). <https://www.duden.de/node/175058/revision/175094>.

²⁵ vgl. o.V., "Stichwort: Strategie" Prefix *Stichwort: Strategie*, Gabler Wirtschaftslexikon, (Springer Verlag). <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/strategie-43591/version-266920>.

²⁶ vgl. Martin Putschögl, "Wohnbau befindet sich in Österreich auf Rekordniveau," *der Standard* (Wien) 2018, <https://www.derstandard.at/story/2000085218294/ueberhitzungsgefahr-im-heimischen-wohnbau>.

²⁷ vgl. o.V., "People in the EU - statistics on housing conditions (Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015), https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=People_in_the_EU_-_statistics_on_housing_conditions#Housing_characteristics:_unoccupied_dwellings

²⁸ vgl. Maria Wasserburger, "(Re)Aktivierung von Wohnungsleerstand : Ein Beitrag zur Deckung des Wohnraumbedarfs in österreichischen Städten" (Technische Universität Wien, 2018). S.90

Diese Arbeit soll aufzeigen, mithilfe welcher Strategien, im Rahmen derer bauliche Adaptionen und Techniksubstitutionen der Energiesysteme durchgeführt werden, das Wohnungsportfolio der nach 1945 errichteten Wohnungen von Wiener Wohnen im Zeitraum 2020 bis 2030 dekarbonisiert werden kann.

Aufgrund des knappen und beschränkten CO₂-Budgets für die Einhaltung des 1,5°-Ziels umfasst der Betrachtungszeitraum der Forschungsarbeit die nächsten 10 Jahre (2020-2030).²⁹ Da 94% jener Wohnungen, welche generell noch nie einer Sanierung jeglicher Art unterzogen wurden, nach dem Jahr 1945 erbaut wurden, wird die Arbeit auf Strategien zur Dekarbonisierung der nach 1945 errichteten Wohnungen begrenzt.³⁰ Außerdem eignen sich, laut einer Publikation der *IG Passivhaus*, Gebäude, welche zwischen 1945 und 1980 errichtet wurden, sehr gut für thermische Sanierungen und haben dadurch das Potenzial bis zu ca. 90% ihres Energieverbrauchs einzusparen.³¹

Strategien wie die Flexibilisierung der Grundrisse von Wohnanlagen bzw. von Wohnungen, Um- und Neunutzungen und die Reaktivierung von Leerstand werden aufgrund ihrer organisatorischen Komplexität in dieser Arbeit beispielhaft diskutiert, aber nicht bewertet. Sie stellen jedoch genauso relevante Strategien zur Dekarbonisierung dar.

Diese Arbeit hat zum Ziel, eine Diskussionsgrundlage für Dekarbonisierungsstrategien des Wohnungsbestandes im sozialen Wohnbau für Wiener Wohnen und für weitere städtische Akteure zu schaffen, indem mehrere Strategien verglichen werden. Deshalb wurden für das Portfolio von Wiener Wohnen relevante Möglichkeiten zur erfolgreichen Dekarbonisierung aufgezeigt und diskutiert, sowie eine Handlungsempfehlung gegeben.

²⁹ vgl. Valérie Masson-Delmotte et al., "Global warming of 1.5°C." S.106

³⁰ Eigene Berechnungen nach der Auflistung der Gemeindebauten der Magistratsabteilung 20

³¹ vgl. o.V., "Häufige Fragen zum Passivhaus – FAQs, IG Passivhaus,

https://www.innovativebaeude.at/fileadmin/media/ig_ost/pdf/faqs_haeufige_fragen_zum_passivhaus.pdf.

2. b Hypothesen und Bedingungen für geeignete Dekarbonisierungsstrategien

Durch die Forschungsarbeit soll überprüft werden, ob für eine schnelle sozial verträgliche und finanzierbare Dekarbonisierung...

... fossile Energieversorgungssysteme durch erneuerbare Energieversorgungssysteme ersetzt werden müssen, die Energie dezentral, also vor Ort beim Gebäude produzieren.³²

... sich die Anzahl der jährlich durchgeführten umfassenden thermisch-energetischen Sanierungen von Wohnhausanlagen (WHA) von Wiener Wohnen in einem Zeitraum von 10 Jahren mind. verdreifachen muss.

... zusätzliche öffentliche Finanzmittel benötigt werden.

... gesetzliche Rahmenbedingungen angepasst werden müssen.

Dekarbonisierungsstrategien gelten als geeignet, wenn durch ihre Umsetzung...

... der CO_{2eq}-Ausstoß der Bewohnenden reduziert wird,

... ihre Finanzierbarkeit gegeben ist und

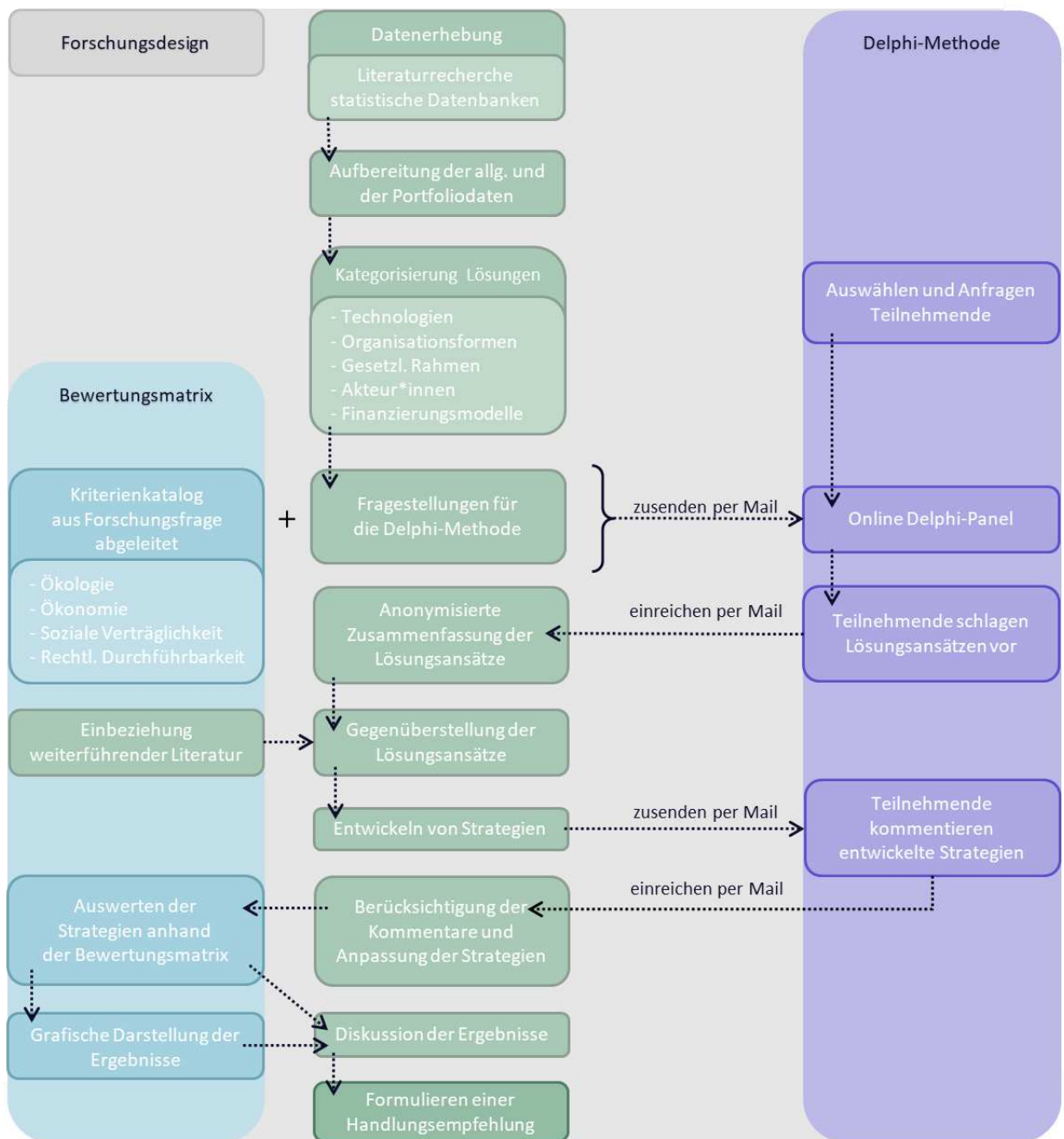
... die Wohnkosten der betroffenen Haushalte sich vermindern bzw. unverändert bleiben.

³² Dezentrale erneuerbare Energieversorgungssysteme sind hocheffiziente alternative Energiesysteme, welche erneuerbare Energiequellen nutzen und ein Gebäude oder einen Gebäudekomplex in Verbrauchernähe versorgen. Erneuerbare Energiequellen wie die Erdwärme und die Strahlungsenergie der Sonne werden durch ihre Nutzung nicht erschöpft bzw. erneuern sie sich im Unterschied zu fossilen und endlichen Energiequellen wie Erdöl, Kohle und Erdgas kurzfristig von selbst. Die solare Strahlungsenergie kann in direkter Form, z.B. durch Photovoltaik und Solarthermie oder in indirekter Form von z.B. Wasserkraft, Umgebungswärme, Windenergie und Bioenergie aus Biomasse genutzt werden. Siehe dazu: Kapitel „Glossar“

3. Methoden

3.a Forschungsdesign

Durch das Ableiten und die Untersuchung von Strategien, welche es ermöglichen, das Wohnungs-Portfolio der nach 1945 errichteten Wohnungen von Wiener Wohnen im Zeitraum 2020 bis 2030 zu dekarbonisieren, hat die Forschungsarbeit einen beratenden Ansatz, welcher transdisziplinär (Architektur, Bautechnik, Soziologie, Energie- und Umwelttechnik, Immobilienmanagement und Projektentwicklung) mit einem qualitativen Schwerpunkt der ausgewählten Forschungsmethoden, der Delphi-Methode, gelöst wurde.



3.b Datenerhebung

Durch eine **Literaturrecherche** wurde relevante Fachliteratur zur Dekarbonisierung von Wohngebäuden erhoben. Die Recherche wurde anhand einschlägiger Datenbanken wie *Science Direct*, *Elsevier*, *BAUFO*,³³ *Springer Nature* und *Google Scholar* mit den Suchbegriffen (*thermisch-energetische*) *Sanierung*, *Dekarbonisierung*, *sozialer Wohnbau*, *erneuerbare Heizsysteme*, *Photovoltaik*, *dezentrale erneuerbare Energiesysteme* und *Niedertemperaturheizsysteme* sowie deren englischen Äquivalenzbegriffe durchgeführt. Die Recherche von relevanten Gesetzesmaterien erfolgte über das österreichische Rechtsinformationssystem RIS.³⁴ Weitere Online-Quellen, wie z.B. die Homepage des österreichischen Instituts für Bautechnik, wo die OIB Richtlinien eingesehen wurden, gaben Auskunft über diverse Sachverhalte.

Allgemein zugängliche **Daten** wurden von Datenbanken verschiedener österreichischer Anbietenden, wie der Statistik Austria, der österreichischen Energieagentur oder durch die Statistikbroschüre 2019 der e-control ermittelt. Die Magistratsabteilung 50 stellte die Tabelle *wohnfonds_wien_sanierungsliste_Gemeindebauten.xlsx* über diverse Sanierungen von Gemeindebauten für die Durchführung der vorliegenden Arbeit zu Verfügung. Diese enthält folgende relevante Datensätze: Sanierungsart, Status der Sanierung, Anzahl der Wohneinheiten, HWB vor und nach der Sanierung, sowie das Baujahr. Die Magistratsabteilung 20 stellte eine Auflistung der Gemeindebauten zur Verfügung, welche u.a. folgende Charakteristika auflistet: Hofname, Baujahr, Bauperiode, Zeitraum der letzten Sanierung jeglicher Art und Anzahl der Wohneinheiten.

Durch zwei leitfadengestützte **Interviews** mit Akteuren der Stadt Wien wurden weitere Erkenntnisse über mögliche Lösungsansätze sowie genauere Informationen zur Problemstellung gewonnen.

Als eine interaktive Methode zur Strategieentwicklung diente die **Delphi-Methode**, welche ein mehrstufiges Befragungsverfahren mit Rückkopplung ist.³⁵ Den Teilnehmenden wurde eine Analyse auf Basis der Literaturrecherche und den gesichteten Daten vorgelegt. In zwei Befragungsrunden gaben sie Stellungnahmen zur Analyse sowie Antworten zu direkt gestellten Fragen ab und wurden gebeten, Lösungsansätze für Dekarbonisierungsstrategien des Wiener Wohnen-Portfolios zu entwickeln. Diese reichten sie per E-Mail in einem Word-Dokument ein. Die Einreichungen wurden anonymisiert, indem den Teilnehmenden Nummern zugeteilt wurden. In der zweiten Befragungsrunde konnten die Teilnehmenden ihre Antworten revidieren und neu deklarieren, wodurch sich die Anzahl bzw. die Bandbreite der Lösungsansätze minimierte und die Ansätze konkretisierten.³⁶ Durch das Anwenden der Delphi-Methode wurden Lösungsansätze gemeinsamen und nicht aufgrund des Einflusses von Einzelpersonen gefunden, da durch die Anonymisierung einzelne Teilnehmenden den Prozess nicht dominieren können. Die Urteile der Teilnehmenden wurden unter Einbeziehung von Unsicherheiten getroffen, allerdings erlaubte die Vielfalt an Fachwissen der Teilnehmenden qualitativ hochwertige Lösungsansätze zu erstellen. Eine homogene Verteilung der elf teilnehmenden Experten verschiedener Fachgebiete war gewährleistet. Die Auflistung der teilnehmenden Experten ist in alphabetischer Reihenfolge und entspricht nicht der Teilnehmernummer:

³³ BAUFO ist eine Recherchedatenbank für Bauforschungsprojekte des Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB.

³⁴ <https://www.ris.bka.gv.at>

³⁵ vgl. Gregory J Skulmoski et al., "The Delphi method for graduate research," *Journal of Information Technology Education: Research* 6, no. 1 (2007).

³⁶ vgl. Tom Alby et al., "Projektmanagement: Definitionen, Einführungen und Vorlagen," Delphi-Methode, letzte Änderung: 18.03.2011, 2011, aufgerufen am 19.02.2020, <http://projektmanagement-definitionen.de/glossar/delphi-methode/>.

FH-Doz. Dr. Wolfgang Amann	Geschäftsführender Gesellschafter des IIBW - Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH; Autor zahlreicher Studien zum Thema Wohnen/Wohnbau
DDI Daniel Glaser	Magistratsabteilung Wohnbauförderung und Schlichtungsstelle für wohnrechtliche Angelegenheiten (MA50)
Ing. Herbert Hetzel	Geschäftsführender Gesellschafter BauConsult
DI Martin Höller	Stabstellenleiter für Forschung und Entwicklung bei Wien Energie GmbH
DI Walter Hüttler	Gesellschafter e7 Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik
Dr. Robert Mödlhammer	Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien – Kommunalpolitik/ Wohnen
Mag. Walter Rosifka	Immobilienrechtsexperte, Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien / Abteilung Konsumentenschutz
DI Stefan Sattler	Magistratsabteilung Energieplanung (MA 20) Stadt Wien
DI Erwin Schmidt	Techn. Assistent der Dezernatsleitung Bauprojektentwicklung bei Wiener Wohnen
Mag. (FH) Maximilian Unterrainer	Stabstellenleiter für Forschung und Entwicklung bei Wiener Wohnen
Univ.Prof. Prof. h.c. Dipl.-Ing. Arch. Dietmar Wiegand	Forschungsbereich Projektentwicklung und –management, TU Wien

3.c Auswertung und Entwicklung der Strategien

Die gewonnenen **Erkenntnisse der Literaturrecherche** und diverse Strategie- und Praxisbeispiele aus In- und Ausland wurden verglichen und dienen gemeinsam mit den Portfoliodaten von Wiener Wohnen als Grundlage für die Delphi-Methode. Des Weiteren wurden wesentliche Statistiken, wie das *Wohnungs- und Gebäuderegister* der Statistik Austria aus dem Jahr 2011³⁷ und die *Mikrozensus-Wohnungserhebung* aus 2018 sowie die *EU-SILC-Erhebungen* von 2018 interpretiert.³⁸

Um den Teilnehmenden der Delphi-Methode einheitliche Vorgaben für die Erstellung von Lösungsansätzen zur Dekarbonisierung zu geben, wurde eine **Bewertungsmatrix** erstellt. Diese legte mithilfe von vier Bewertungskriterien in den Bereichen Ökologie, Ökonomie, soziale Verträglichkeit und Durchführbarkeit die Beurteilung der Lösungsansätze und den daraus entwickelten Strategien fest.

i. Auswertung Delphi-Methode

Nach dem Einreichen der ausgefüllten Delphi-Fragebögen wurden die Antworten aller Teilnehmer anonymisiert und in Relation zueinander gesetzt. Dabei wurde vermieden, auf Schlussfolgerungen einzelner Teilnehmer einzugehen, sondern Lösungsansätze in Einklang gebracht. Die Antworten der elf Teilnehmer wurden mithilfe einer weiterführenden Literaturrecherche überprüft und diskutiert.

Aus der Diskussion der Lösungsansätze wurden Strategien im Hinblick auf die Bewertungskriterien abgeleitet. Um auf die Bewertungskriterien einzugehen, beinhalten die entwickelten Strategien jeweils eine bautechnische Lösung zur Dekarbonisierung, welche mit auf das Portfolio von Wiener Wohnen bezogenen Organisationsstrukturen und darauf angepassten Finanzierungsmöglichkeiten verbunden wurde. Nach der zweiten Delphi-Runde und dem erneuten Feedback der Expert*innen, wurden die Strategien anhand der vorher definierten Bewertungskriterien ausgewertet. Die soziale, ökonomische und ökologische Effekte wurden anhand von Diagrammen dargestellt und beschrieben, wodurch die Strategien gegenübergestellt und eingeordnet wurden.

ii. Gebäudekategorien Wohnhausanlagen

Da die Bewertung der Strategien der über 1.700 Wohnhausanlagen (mit 218.852 WE) von Wiener Wohnen, bzw. der über 1.240 nach 1944 errichteten Wohnhausanlagen, im Rahmen einer Diplomarbeit für den Einzelfall zeitlich nicht durchführbar ist, wurden die Anlagen in vier Gebäudekategorien eingeteilt. Die Einteilung basiert auf der chronologischen Entwicklung der Gebäudestandards in Wien, da dieser im Zusammenhang mit dem Endenergieverbrauch der Wohnhausanlagen und den eingesetzten Energieerzeugungstechnologien steht.³⁹ Zudem wurde als weiteres Kriterium für die Kategorie der Sanierungsstand herangezogen, da sanierte Wohnhausanlagen einen weitaus geringeren HWB als unsanierte Anlagen aufweisen.⁴⁰ Die Einteilung der Kategorien wurde an die Einteilung nach Bauperioden

³⁷ vgl. „Statistik Austria "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen und Heizungsart, überwiegende nach Großgemeinde",

³⁸ vgl. o.V., "*Wohnen 2018, Mikrozensus–Wohnungserhebung und EU-SILC*, Statistik Austria (Wien, 2019).

³⁹ vgl. Thomas Bednar et al., "*urbem ergebnisbericht* (Wien: Technische Universität Wien, 2016). S.37ff und vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen," *Stadtpunkte* Nr. 25 (2018), https://wien.arbeiterkammer.at/interessenvertretung/meinestadt/wohnen/Stadtpunkte_25.pdf. S.61f

⁴⁰ Sanierte Gemeindeförderungsanlagen der Stadt Wien haben durchschnittlich einen um 79,53 kWh/m²a geringeren HWB als unsanierte Anlagen. vgl. eigene Berechnungen aus "Projekte aus Quartalsliste 01/2020 Wiener Wohnen" (2020), [wohnfonds_wien_Sanierungsliste_Gemeindeförderung.xls](#).

der Statistik Austria angelehnt,⁴¹ ähnliche Einteilung werden jedoch in weiterführender Literatur vorgenommen.⁴² Die Kategorie 4 „1991-2007“ wurde auf das Jahr 2007 beschränkt, da es im Jahr 2007 eine strengere Anforderung an den HWB im Neubau gab, wodurch der durchschnittliche HWB für Gebäude in der Zeitspanne 1991-2007 nach Vorgabe der OIB-RL 6 "Kostenoptimalität" mit der "33-er Linie" berechnet werden kann:⁴³ $33 \times (1+2,0/\ell c)$. Eine Kategorie für den Zeitraum nach 2007 wurde nicht als notwendig erachtet, da die Anzahl der Wohnungen, welche seit 2007 vergeben wurde, mengenmäßig kaum relevant ist und als Neubauten relativ gute energetische Eigenschaften aufweisen.^{44,45}

Tabelle 1 Gebäudekategorien des Portfolios von Wiener Wohnen; Baujahre 1945-2007

Gebäudekategorie		Errichtungszeitraum	Wohneinheiten	Stand	Anteil	Ø HWB kWh/m ² a	Anzahl Bewohnende
1	Wiederaufbau	1945 - 1960	65 045	unsaniert	23 %	134,14	28 352
				saniert	77 %	44,71	96 210
2	Großwohnanlagen	1961 - 1980	71 367	unsaniert	48 %	104,37	65 374
				saniert	52 %	41,41	71 294
3	1980-er	1981 - 1990	13 132	unsaniert	95 %	67,53	23 943
				saniert	5 %	36,91	1 205
4	Gegenwart	1991 - 2007	7 540	unsaniert	100 %	53,85	14 439
				saniert	0 %	-	0
Summe			157 084			300 816	

⁴¹ Im Rahmen im Jahr 2001 von der Statistik Austria durchgeführten Volkszählung und der Erhebung "Wohnungen: GWZ 2001" wurden Gebäude und deren Wohnungen in folgende Kategorien eingeteilt: 1945 bis 1960, 1961 bis 1980, 1981 bis 1990 und 1991 und später

⁴² Pöhn teilte Gebäude in Wien in die Kategorien *Wiederaufbau*, *Systembau*, *Montagebau* und *Bauordnung ab 1976* ein. Während Gruber et al. eine Unterscheidung zwischen *Wiederaufbau/Nachkriegssiedlungen* (1945-1960) und *Großwohnanlagen* (1961-1980) machten. vgl. Christian Pöhn, "Request. Gebäudetypologien Wien, MA 39 - PÜZ Bauphysiklabor (Wien, 2012). und vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.60

⁴³ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001" Number OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001 S.10

⁴⁴ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19" Number Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19

⁴⁵ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.130

iii. Bewertungsmatrix

Strategien gelten grundsätzlich als geeignet, wenn durch ihre Umsetzung der $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Ausstoß der Bewohnenden vermindert wird, ihre Finanzierbarkeit gegeben ist und die Wohnkosten der betroffenen Haushalte sich vermindern bzw. unverändert bleiben. Die Bewertungsmatrix legt zudem mithilfe der vier Bewertungskriterien **Ökologie**, **Ökonomie** und **Soziale Verträglichkeit** sowie Durchführbarkeit die Beurteilung der Lösungsansätze und den daraus entwickelten Strategien fest. Das Kriterium **Ökologie** untersucht die Reduktion der THG-Emissionen pro Bewohner*in und Jahr, das Kriterium **Ökonomie** die Höhe des einzusetzenden Eigenkapital zur Umsetzung der einzelnen Strategien und das Kriterium **Soziale Verträglichkeit** wird anhand der Entlastung des Haushaltsbudgets der Mietenden geprüft. Die Durchführbarkeit der Strategien wird als höher beurteilt, wenn keine rechtlichen Hürden überwunden werden müssen bzw. keine gesetzlichen Änderungen notwendig sind. Da dieses Kriterium quantitativ schwer abbildbar ist und daher nicht in direkte Relation zu den anderen drei Bewertungskriterien gesetzt werden konnte, wurde auf die Durchführbarkeit der Strategien vorwiegend in der Diskussion eingegangen. In einem zusätzlichen Schritt wurde auch die Effizienz der einzelnen Strategien betrachtet und die einzusetzenden Finanzmittel in Relation zu den eingesparten Emissionen gesetzt.

1. Ökologie

Ziel: hohe Reduktionsrate der $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emissionen pro Bewohner*in und Jahr. Die $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emissionen pro Bewohner*in im Jahr 2030 sind niedriger als die aktuellen jährlichen $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emissionen pro Bewohner*in. Indirekte Emissionen von durchgeführten Maßnahmen werden bezogen auf die Lebensdauer der Maßnahmen der Strategie pro Jahr berücksichtigt.

2. Ökonomie

Ziel: Sicherstellung der Finanzierbarkeit der Strategie. Die Strategie soll bestenfalls ohne Eigenkapitaleinsatz und ohne öffentliche Finanzmittel umgesetzt werden. Dazu wurde die Höhe der Investitionskosten der einzelnen Strategien verglichen und jeweils die erwarteten Refinanzierungseinnahmen abgezogen.

3. Soziale Verträglichkeit

Ziel: Haushalte werden nicht zusätzlich finanziell belastet oder sogar entlastet. Die Höhe der Wohnkosten pro Haushalt bleibt durch die durchgeführte Maßnahme gleich oder wird vermindert. Um eine quantitative Darstellung der sozialen Verträglichkeit zu ermöglichen, wurde dieses Kriterium ökonomisiert. Dazu werden die aktuellen durchschnittlichen jährlichen Wohnkosten mit den für das Jahr 2030 durchschnittlich errechneten verglichen.

4. Durchführbarkeit

Ziel: Keine gesetzlichen Hürden müssen überwunden oder rechtlichen Änderungen vorgenommen werden, um die Strategien umzusetzen.

Ökologie

Zur Berechnung der Reduktion der THG-Emissionen pro Bewohner*in und Jahr wurde die aktuellen THG-Emissionen pro Bewohner*in und Jahr berechnet und mit dem errechneten Wert des Jahres 2030 verglichen. In einem zweiten Rechenschritt wurden indirekte CO_{2eq}-Emissionen (auch graue Emissionen) durch Herstellung, Transport und End of Life (Entsorgungsmaßnahmen) von Baumaterialien oder Anlagen berücksichtigt. Um Vergleichswerte zu schaffen, wurden die THG-Emissionen in CO₂-Äquivalenten (CO_{2eq}) umgerechnet und für jede Kategorie von Wohnhausanlagen berechnet. Alle Werte sind pro Person gerechnet, um einen geringeren Flächenverbrauch, eine hohe Nutzungsdichte und kompakte Gebäude ökologisch zu berücksichtigen.

CO _{2eq} -Emissionen _{aktuell} / Bewohner*in/ Jahr (g/a)	
- CO _{2eq} -Emissionen ₂₀₃₀ / Bewohner*in/ Jahr (g/a)	
- indirekte CO _{2eq} -Emissionen der Maßnahme/ Lebensdauer Maßnahme (g/a)	
<hr/>	
Reduktion der äquivalenten CO ₂ -Emissionen (g/a)	
<hr/>	

Unter Annahme einer Leerstandsrate von 4,25%⁴⁶ und einer Belegungsdichte von 2,0 Personen pro Wohneinheit⁴⁷ leben zurzeit ca. 419.102 Personen in den Wohnungen Wiener Wohnens, wobei in den untersuchten Gebäuden, welche 1945-2007 errichtet wurden, 300.816 Personen in 157.084 Wohneinheiten wohnen.⁴⁸

Um auf die äquivalenten CO₂-Emissionen pro Bewohner*in schließen zu können, wurden nach den erläuternden Bemerkungen der OIB Richtlinie 6 der Energiebedarf aus den Anteilen des Endenergiebedarfes **EEB je Energieträger gewichtet** mit den jeweiligen Konversionsfaktoren für die CO_{2eq}-Emissionen **f_{CO2eq}** multipliziert:⁴⁹

$$\text{CO}_{2\text{eq}}\text{-Emissionen (g/a)} = \text{EEB (kWh/a)} \times \text{Konversionsfaktor } f_{\text{CO}_{2\text{eq}}} \text{ (g/kWh)}$$

$$\text{EEB} = \text{HWB} + \text{Energiebedarf Warmwasser} + \text{Strombedarf (+ Hilfsenergiebedarf + Verluste)}$$

Der Endenergiebedarf (EEB) stellt das Hauptcharakteristikum für die jeweilige Gebäudekategorie dar. Weitere Eigenschaften, sind der Anteil der Wohnungen je nach Art der Energieproduktion für Raumwärme, Warmwasseraufbereitung und Strom sowie die Anzahl an sanierten bzw. unsanierten Wohnungen der jeweiligen Gebäudekategorie.

Der **Heizwärmebedarf** (HWB) beschreibt jene Wärmemenge pro Quadratmeter, die im Gebäude bereitgestellt werden muss, um die Temperatur auf 20°C zu halten. Der HWB_{SK} berücksichtigt das Standortklima und hilft den tatsächlichen Energieverbrauch zu prognostizieren, während der HWB_{RK} sich auf

⁴⁶ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht." S.34

⁴⁷ vgl. o.V., "Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC." S.28

⁴⁸ vgl. "Projekte aus Quartalsliste 01/2020 Wiener Wohnen" (2020), wohnfonds_wien_Sanierungsliste_Gemeindebauten.xlsx.

⁴⁹ vgl. "Erläuternde Bemerkungen OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz: OIB-Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden OIB-330.6-027/19" Number Erläuternde Bemerkungen OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz: OIB-Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden OIB-330.6-027/19 S.3

einen Referenzklimawert stützt und zur bundesweiten Vergleichbarkeit dient.⁵⁰ In Wien wird der $HWB_{RK,Ref}$ für die Berechnung von Förderzuschlägen herangezogen. Das „Ref“ bedeutet, dass neben der Verwendung von Referenz-Lüftungsleitwert und der Referenz-Nutzung Wärmegewinne aus Wärmerückgewinnung nicht berücksichtigt werden. Zur Berechnung der CO_{2eq} -Emissionen wurde der $HWB_{RK,Ref}$ mithilfe der Daten über den Sanierungszustand und der umfassenden Baujahre der jeweiligen Gebäudekategorie aus der Tabelle *wohnfonds_wien_Sanierungsliste_Gemeindebauten.xlsx* für die einzelnen Gebäudekategorien entnommen.

Hilfsenergiebedarf und Verluste werden für die Berechnung vernachlässigt, da sie einen sehr geringen Anteil des Energiebedarfs ausmachen und in anderer Literatur ebenso nicht berücksichtigt werden, siehe dazu S. RASOUL ASAEI et al., "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings," *Applied Energy* 217 (2018). S.88 und OIB Richtlinie 6 *Energieeinsparung und Wärmeschutz, Langfristige Renovierungsstrategie OIB-330.6-022/19-069*, (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2020). S.13.

Der Anteil der verschiedenen **Arten zur Wärmeproduktion** in der jeweiligen Gebäudekategorie wird durch Daten der Statistik Austria über den Wohnungsbestand in Österreich und Heizanlagen aus der Tabelle „*Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen, Rechtsgrund für die Wohnungsbenützung und Heizungsart, überwiegende nach Eigentümer des Gebäudes und Großgemeinde*“ entnommen.⁵¹ Für die Warmwasseraufbereitung wurden dieselbe Art der Energieproduktion wie für die Raumwärmeerzeugung angenommen.

Der Energiebedarf für das **Warmwasser** wird nach den Durchschnittswerten für den jährlichen Energieverbrauch für Warmwasserbereitung der „*Stichprobenerhebung Energieeinsatz der Haushalte*“ der Statistik Austria angenommen. Für die Warmwasserbereitung war der Standardwert für die Erhebung 2003/2004 bis 2013/2014 pro Person 1199kWh/a bzw. 799,33kWh/a bei Wärmepumpeneinsatz.⁵²

Für den **Haushaltsstrombedarf** der Bewohnenden von Gemeindewohnungen wird der durchschnittliche Stromverbrauch pro Person in Wien angenommen. Dieser lag in den Jahren 2017/2018 bei 1.572 kWh/a.⁵³

⁵⁰ vgl. o.V., "B. 1. Heizwärmebedarf spezifisch (HWB)," baubook GmbH, aufgerufen am 12.06.2020, https://www.baubook.at/m/PHP/Kat.php?SW=2&coming_from=oebox11&ST=1&SKK=171.7515.7530.7531&win=y.

⁵¹ vgl.,Statistik Austria "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen, Rechtsgrund für die Wohnungsbenützung und Heizungsart, überwiegende nach Eigentümer des Gebäudes und Großgemeinde", *Bauperiode_nach_Wohnungsbeheizung_2001.xlsx*.

⁵² vgl. o.V., "Standard-Dokumentation Metainformationen: *Stichprobenerhebung Energieeinsatz der Haushalte*, Statistik Austria (Wien, 29.02.2016). S.14

⁵³ vgl.,Statistik Austria "GESAMTEINSATZ ALLER ENERGIETRÄGER (ET) 2017/2018", *gesamteinsatz_aller_energetraeger_2003_bis_2018.xlsx*.

Tabelle 2: Gebäudekategorien und zugeordnete Werte Status quo

Gebäude- kategorie	Errichtungs- jahr	Anzahl Bewo- h- ende	Prozent- anteil (un)saniert	Stand	Ø HWB kWh/m ² a	Ø HWB gewichtet (kWh/m ² a)	HWB pro pax (kWh/a)	HWB gewichtet pro pax (kWh/a)	Konversions- faktor (HWB) fCO ₂ eq	WWWB pro pax (kWh/a)	Konversions- faktor WWWB fCO ₂ eq (g/kWh)	HHSB pro pax (kWh/a)	Konversionsfakt or HHSB fCO ₂ eq (g/kWh)	CO ₂ -Ausstoß pro pax exkl. HTEB (t/a)	Fern- wärme	Heizöl	Strom	Gas
1	1945 - 1960	28 352	0,23	unsaniert	134,14	89,43	3963,84	1922,68	175,40	1 199	175,40	1 572,00	227,00	0,90	17 471	1 641	5 689	30 249
		96 210	0,77	saniert	44,71		1321,18								3%	10%	55%	
2	1961 - 1980	65 374	0,48	unsaniert	104,37	72,89	3084,13	2113,61	84,88	1 199	84,88	1 572,00	227,00	0,64	54 661	2 933	2 790	14 683
		71 294	0,52	saniert	41,41		1223,67								4%	4%	20%	
3	1981 - 1990	23 943	0,95	unsaniert	67,53	52,22	1995,51	1952,17	35,81	1 199	35,81	1 572,00	227,00	0,47	17 066	87	362	675
		1 205	0,05	saniert	36,91		1090,69								94%	0%	2%	4%
4	1991 - 2007	14 439	1	unsaniert	53,85	53,85	1591,36	1591,36	46,84	1 199	46,84	1 572,00	227,00	0,49	1 337	26	33	102
		0	0	saniert	-		-								89%	2%	2%	7%

Als **Konversionsfaktoren** wurden vorwiegend die Werte der OIB Richtlinie 6 herangezogen.⁵⁴ Auch in der Studie *Resource Conserving Renovation* werden zur Ermittlung des THG-Einsparungspotenzial für die Umrechnung Konversionsfaktoren der OIB RL 6 herangezogen.⁵⁵ Für die Fernwärme der Wien Energie⁵⁶ gilt ein eigener Konversionsfaktor auf Basis des Einzelnachweises vom 23. Jänner 2020, welcher $f_{CO_2eq} = 22 \text{ g/kWh}$ beträgt.⁵⁷

Bei Errichtung einer dezentralen PV-Anlage, welche die Bewohnende der Wohnhausanlage mit Strom versorgt, wird angenommen, dass die Eigenverbrauchsquote (EVQ) bei 55% liegt, da die durchschnittliche EVQ bei Einfamilienhäuser bei 35% und bei gemeinschaftlich genutzten Anlagen im mehrgeschossigen Wohnbau bis zu 70% beträgt.⁵⁸ Demnach wurde der Konversionsfaktor von 102 g/kWh für den Haushaltsstrombedarf aus dem Konversionsfaktor für Strom aus lokalen PV-Anlagen (0 g/kWh) und Netzstrom (227 g/kWh) ermittelt.

$$\text{indirekte CO}_{2eq}\text{-Emissionen (g/a)} = \text{CO}_{2eq}\text{-Emissionen Maßnahme (g)} / \text{Lebensdauer Maßnahme (a)}$$

Bei den meisten Bewertungen zur Emissionsreduktion von thermisch-energetischen Gebäudesanierungen wird lediglich die Emissionsreduktion im Betrieb untersucht, anstatt den gesamten Lebenszyklus zu betrachten. Aufgrund der geringen Verfügbarkeit an detaillierten Daten, welche für die Beurteilung erforderlich sind, können Gebäudesanierungen nur schwer über den gesamten Lebenszyklus verglichen werden.⁵⁹ Dennoch wird in dieser Arbeit ein möglichst genaues Bild der indirekten (grauen) Emissionen durch die verschiedenen Dekarbonisierungsmaßnahmen abgebildet.

Für Wärmebereitstellungssysteme wird nach dem Vorbild von Kranzl et al. eine **Lebensdauer** von 20 Jahren angenommen.⁶⁰ Nach Stuckey liegt die Lebensdauer unterschiedlicher Wärmebereitstellungssysteme bei 18 bzw. 20 Jahren und für PV-Aufdach-Anlagen bei 30 Jahren.⁶¹ Auch Dunkelberg und Weiß referenzieren auf mehrere Quellen, welche die Lebensdauer von Heizung, Warmwasser und Lüftung mit 20 Jahren annehmen und jene für Wärmeschutzmaßnahmen für Außenwände, Dach, Fußboden oder Kellerdecke mit 40 Jahren, sowie die Lebensdauer von Fenster mit 30.⁶² In der OIB Richtlinie 6 *Kostenoptimalität* wird die Nutzungsdauer für unterschiedliche Konstruktionsbestandteile, welche u.a. im Rahmen einer thermischen Sanierung relevant sind wie folgt angenommen: Wärmedämmung (WD) oberste Geschossdecke und Kellerdecke 60 Jahre, Wärmedämmverbundsystem (WDVS) 40 Jahre und Fenster 40 Jahre.⁶³ Das deutsche Umweltbundesamt geht für Neubauten von einem Lebenszyklus

⁵⁴ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19" Number OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19

⁵⁵ vgl. Maja Lorbek et al., "Resource Conserving Renovation: Energieeffiziente, Ressourcen erhaltende und differenzierte Sanierung historischer europäischer Gebäudebestände (Wien: Innovation und Technologie Bundesministerium für Verkehr, 2013). S.28

⁵⁶ vgl. Fernwärme Wien MD BD – 73720-2020-1 gemäß ÖNORM EN 15316-4-5

⁵⁷ vgl. "Bauordnungsnovelle 2018" Number Bauordnungsnovelle 2018 (Aktenzahl: 257669 – 2020-1)

⁵⁸ vgl. Leonhard Friedrich Peböck, "Photovoltaik auf Mehrparteiengebäuden: Wirtschaftliche Bewertung der Nutzenzuweisung einer gemeinschaftlich genutzten Photovoltaikanlage auf einem Mehrparteiengebäude in Österreich" (Universität für Bodenkultur, 2019). S.36f

⁵⁹ vgl. Jun Li et al., "Review of low-carbon refurbishment solutions for residential buildings with particular reference to multi-story buildings in Hong Kong," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73 (2017). S.395

⁶⁰ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmезukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich," *Energy Economics Group, TU Wien, Wien* (2018). S.92

⁶¹ vgl. David Stuckey, "Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie von Wärme- und Kälteversorgungssystemen für Wiener Gründerzeithäuser, auf Basis von erneuerbaren Umweltenergien" (FH Technikum Wien, 2019). S.68

⁶² vgl. Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen," *Gebäude-Energiewende, Arbeitspapier 4* (2016). S.4

⁶³ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-005/18-001" S.28

von 50 Jahren aus.⁶⁴ Aus den beschriebenen Quellen werden die getroffenen Annahmen in *Tabelle 3 Lebensdauer von Dekarbonisierungskomponenten* abgeleitet.⁶⁵

Tabelle 3 Lebensdauer von Dekarbonisierungskomponenten

Dekarbonisierungskomponente	Lebensdauer
Wärmebereitstellungssysteme	20
PV-Aufdach-Anlagen	30
Thermische Sanierung (WD, Fenster)	40
Neubauten	50

Dunkelberg und Weiß weisen darauf hin, dass sich bei Ersatz von Heizsystemen die CO_{2eq}-Emissionen aus Herstellung, Transport und Verwertung bzw. Recycling im Vergleich zu den Emissionen während des Betriebs beinahe irrelevant sind und berechnen für eine Lebensdauer von 20 Jahren für Erdsonden-**Wärmepumpen** indirekte CO_{2eq}-Emissionen von 0,3 kg/m²a sowie von < 0,1kg/m²a bei Luftwärmepumpen.⁶⁶

Für die Herstellung von **Neubauten**, welche den thermischen Anforderungen des deutschen Passivhaus-Standard entsprechen und somit die ab 2021 gültigen Anforderungen für Niedrigstenergiegebäuden erfüllen, errechnen Mahler et al. einen durch die Herstellung verursachten CO_{2eq}-Ausstoß von 13 kg/m² Wohnnutzfläche pro Jahr bzw. von 15 kg/m²a bei Holzbauweise.⁶⁷ Für die Berechnung der grauen Emissionen wurde der Mittelwert (14 kg/m²a) herangezogen.

Die Produktion von **PV-Anlagen** verursacht pro kWp PV-Leistung 0,5 t CO_{2eq}-Emissionen, dabei werden jedoch durch die Erzeugung mittels PV-Anlage im Vergleich zum Bezug von herkömmlichen Strom aus dem Netz in Österreich pro kWh 363 g CO_{2eq} eingespart. Das durch die Produktion verursachte CO₂ ist demnach innerhalb eines Jahres wieder eingespart.⁶⁸

⁶⁴ vgl. Boris Mahler et al., "Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus (Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2019). S.35

⁶⁵ vgl. o.V., "Strompreisanalyse 2019 (Wien: Oesterreichs Energie, 15.11.2019).

⁶⁶ vgl. Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.38f

⁶⁷ vgl. Boris Mahler et al., "Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus." S.49,53,55

⁶⁸ vgl. o.V., "Daten und Fakten zur Photovoltaik & Stromspeicherung," Bundesverband PHOTOVOLTAIC AUSTRIA, aufgerufen am 10.06.2020, <https://www.pvaustria.at/daten-fakten/>.

Ökonomie

Um die Finanzierbarkeit der Dekarbonisierung für Wiener Wohnen sicherzustellen, wurde die Höhe des notwendigen Eigenkapitaleinsatzes zur Umsetzung der einzelnen Strategie untersucht. Dazu wurde die Höhe der erforderlichen Investitionskosten der einzelnen Strategien verglichen und jeweils die erwarteten Refinanzierungseinnahmen abgezogen. Zudem soll die Strategie mit möglichst wenigen oder keinen öffentlichen Finanzmitteln umgesetzt werden können. In einem zusätzlichen Schritt wurde auch die Effizienz der einzelnen Strategien betrachtet und die einzusetzenden Finanzmittel in Relation zu den eingesparten Emissionen gesetzt.

Zur Berechnung der jährlichen Kosten der unterschiedlichen Dekarbonisierungsstrategien wurden jeweils die jährlichen Betriebs- und Instandhaltungskosten, welche in Zusammenhang mit der Dekarbonisierungsmaßnahme stehen, den Kapitalkosten⁶⁹ angerechnet und die Investitionskosten für die Maßnahme mit dem vorhandenem eingesetzten Kapital wie der vorhandenen Mietzinsreserve mit den Kapitalkosten gegengerechnet.

In einem nächsten Schritt wurden von den jährlichen Kosten die jährlichen Refinanzierungseinnahmen⁷⁰ durch die Mietenden abgezogen. Im dritten Schritt, welcher separat im Ergebnisteil ausgewiesen wurde, wurden die direkten Zuschüssen für die Maßnahme von den jährlichen Ausgaben für die Dekarbonisierungsstrategie abgezogen, um die aktuelle Verschiebung der realen Kosten durch Subventionierungen darzustellen. Die Berechnung der jährlichen Ausgaben für die Dekarbonisierungsstrategie orientiert sich am Modell der DIN 18960.⁷¹

Als Refinanzierungszeitraum werden 10 Jahre angenommen, da über diesen Zeitraum die Miete für die Refinanzierung von Erhaltungs- und Verbesserungsarbeiten erhöht werden kann.⁷²

	Kapitalkosten/ Refinanzierungszeitraum (€/a)
-	vorhandenes Eigenkapital wie Mietzinsreserve/ Refinanzierungszeitraum (€/a)
+	jährliche Betriebs- und Instandhaltungskosten (€/a)
<hr/>	
	jährliche Kosten der Dekarbonisierungsstrategie (€/a)
<hr/>	
-	jährliche Refinanzierungseinnahmen durch Mietende (€/a)
<hr/>	
	jährliche Ausgaben für die Dekarbonisierungsstrategie ohne Förderungen (€/a)
<hr/>	
-	Förderzuschüsse/ Refinanzierungszeitraum oder Annuitäten (€/a)
<hr/>	
	jährliche Ausgaben für die Dekarbonisierungsstrategie inkl. Förderungen (€/a)
<hr/>	

⁶⁹ Kapitalkosten sind mit dem Investment der Dekarbonisierung verbundene Kosten.

⁷⁰ Refinanzierungseinnahmen können z.B. Einnahmen durch Einspar-Contracting oder Einnahmen durch die Erhöhung des Mietzinses sein.

⁷¹ vgl. o.V., "DIN 18960–Nutzungskosten im Hochbau, Deutsches Institut für Normung e. V. (Berlin: Beuth Verlag, 2008).

⁷² vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Number MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

Die Investitionskosten für Erd-Wärmepumpe von 1.339,60 € pro Person ergeben sich aus den Investitionskosten von 68.000€ für eine **Erd-Wärmepumpe** in einem Mehrfamiliengebäude mit 1.500m² Wohnnutzfläche. Für den Betrieb und die Instandhaltung der Erd-Wärmepumpe im genannten Beispiel müssen jährlich 1.670 € aufgewendet werden. Legt man dies auf die Gegebenheiten in den Wohnhausanlagen Wiener Wohnens um, bedeutet das 32,9 € an jährlichen Kosten pro Bewohner*in für den Betrieb und die Instandhaltung.⁷³

Die Investitionskosten für **PV-Anlagen** inkl. Anlagenplanung & Errichtung wurden mit 357,00 €/kWp Nennleistung angenommen und basieren auf den errechneten Moduleinkaufspreisen durch Biermayr et al.⁷⁴ Bei PV-Anlagen können ca. 2% der Anschaffungskosten als jährliche Wartungs- und Versicherungsaufwand angenommen werden.⁷⁵

Nach Kranzl et al. liegen die Investitionskosten für Sanierungen bei Wohngebäuden bei 210 - 260 €/m², wenn dabei der HWB auf 25 bis 38 kWh/m² reduziert wird. Davon werden ca. 30 € für nicht-thermische Instandsetzungen aufgewendet.⁷⁶ Laut Daten des wohnfonds_wien liegen die durchschn. Kosten für thermische Einzelverbesserungen bei 172,64 €/m², wobei diese verteilt sind auf Sanierungen, welche eine Reduktion des HWB auf 25,42 - 68,05 kWh/m² auslösen. Als Annahme zur Berechnung der Investitionskosten wurde deshalb zwischen dem von Kranzl et al. veranschlagten Mittelwert von 235€/m² und den 172,64€/m² der Daten des wohnfonds_wien interpoliert und ein Wert von 203,82€/m² für die Investitionskosten für **thermische Sanierung** angenommen.

Die Abrisskosten für Wohnhausanlagen werden mit 105€/m² angenommen und basieren auf den Angaben der Firma Hasenöhrl welche 35€/m³ als durchschn. **Abbruchkosten** inkl. Entsorgung im mehrgeschossigen Wohnbau schätzt. Mit einer angenommenen Geschosshöhe von drei Metern ergeben sich daraus 105/m².⁷⁷

Die Investitionskosten für einen **Neubau** wurden mit 1 792,37 €/m² angenommen. Dabei wurde nach Mahler et al. der Mittelwert für Neubau-Investitionskosten einer Massiv- und einer Holzbauweise mit einem HWB von max. 15 kWh/m² angenommen und auf das Preisniveau 2020 angepasst. Die Investitionskosten inkludieren zudem die Kosten für Baukonstruktion und technische Anlagen.⁷⁸

Anpassungsmaßnahmen für Wärmeleitungen, Wärmeabgabesysteme oder vorhandene Heizsysteme wurden bei der Kostenberechnung nicht berücksichtigt, da sehr Gebäude-spezifische Kosten entstehen und da nicht ausreichend Daten zur Berechnung zur Verfügung standen.

Bei Berechnung der **Mietzinsreserve** wurde angenommen, dass die Mietzinsreserven in den letzten 10 Jahren nicht aufgewendet wurden. Dabei ergab sich nach Vorbild der Berechnung des Erhaltungs- und

⁷³ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.134

⁷⁴ vgl. Peter Biermayr et al., "Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2018, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Wien, 2019), <https://www.pvaustria.at/wp-content/uploads/Marktstatistik-2018-Final.pdf>. S.117

⁷⁵ vgl. Nicole Richter, "Maßnahmenplanung zur Steigerung der Energieeffizienz beim Bauen im Bestand" (Hochschule Mittweida, 2015). S.55

⁷⁶ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.83

⁷⁷ Schätzung seitens der Bauabteilung der Firma Hasenöhrl (Mailverkehr 15. und 16.07.2020)

⁷⁸ vgl. Boris Mahler et al., "Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus."

Verbesserungsbetrages für gemeinnützige Bauträger nach Tockner⁷⁹ und der berechneten Durchschnittsmiete durch Simons und Tielkes ein Betrag von 38,76 €/m² bzw. 1.145,36€/ Bewohner*in.⁸⁰

Soziale Verträglichkeit: Entlastung des Haushaltsbudgets der Mietenden

Die soziale Verträglichkeit von Dekarbonisierungsstrategien ist gegeben, wenn keine zusätzliche Belastung des Haushaltsbudgets der Mietenden in Gemeindewohnungen entsteht. Demnach darf sich der Anteil der Wohnkosten am Haushaltsbudget der Haushalte Wiener Wohnens nicht erhöhen. Mit **Wohnkosten** sind dabei alle das Wohnen betreffenden Kosten eines Haushaltes gemeint, also alle Zahlungen, die das Nutzungsrecht der Wohnung begründen oder bei deren Nutzung anfallen. Nach EU-SILC-Erhebung inkludieren Wohnkosten die gesamten Kosten eines Haushalts für Miete, Betriebskosten, Zinszahlungen für Kredite zur Schaffung von Wohnraum, Energie, Heizung sowie Instandhaltungskosten. Wenn Haushalte entlastet werden, indem der Anteil der Wohnkosten am Haushaltsbudget verringert wird - z.B. durch eine Reduktion der Energiekosten - fließt das positiv in die Bewertung ein. Unter den Energiekosten werden nach der EU-SILC-Erhebung die für Fernwärme, Gas, Strom, Heizöl, Kohle und Holz anfallenden Kosten pro Haushalt verstanden. Bei leitungsgebundenen Energieträgern werden die anfallenden Netzentgelte berücksichtigt.⁸¹

Der Mikrozensus unterscheidet bei der Kostenberechnung zwischen einzelnen Bundesländern und Rechtsverhältnissen, wodurch exakte Daten über die Miet- und Betriebskosten der Wohnungen Wiener Wohnens aus dem Jahr 2018 vorliegen. Die Erhebungen von EU-SILC beziehen sich auf Wohneinheiten sowie auf Gemeindewohnungen in Gesamt-Österreich, wodurch bei der Berechnung der Energiekosten Abweichungen für Gemeindewohnungen Wiener Wohnens möglich sind. Da die Wohnkosten in Wiener Gemeindebauten aber laut der Mikrozensus-Erhebung nahe dem österreichischen Mittel liegen, (401,7€ Gemeindewohnungen in Wien; 395,2 € Durchschnitt der Gemeindewohnungen in Österreich) ist davon auszugehen, dass die Daten der EU-SILC-Erhebung für ganz Österreich auch auf Wien zu beziehen sind. Da in den Mikrozensus-Erhebung keine extra ausgewiesenen Energiekosten enthalten sind, werden die durch EU-SILC erhobenen Daten verwendet. Durch das zusätzliche Ausweisen der Energiekosten wird die Berechnung der Veränderung der Energiekosten vereinfacht. Ein Nachteil an den Daten ist, dass Haushalte nur freiwillig Daten abgeben mussten und die Randomisierung bei den Daten des Mikrozensus größer ist. Allerdings wurden auch bei der EU-SILC-Erhebung 6.000 Haushalte pro Jahr befragt.⁸²

⁷⁹ vgl. Lukas Tockner "Österreich - Gemeindebau als Chance" aus *Wohnen in der Krise* ausgestrahlt von *Berliner MieterGemeinschaft e.V.* (Berlin, 24.02.2015) aufgerufen am 05.07.2020, Zeit: 00:31:50-00:37:36

⁸⁰ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "*Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht.*"

⁸¹ vgl. o.V., "*Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC.*" S.14 und S.20

⁸² vgl. ebd. S.7-12

Für die weitere Berechnung werden die Kosten auf einer jährlichen Basis betrachtet. Die Entlastung des Haushaltsbudgets der Mietenden wird durch die Differenz der gesamten aktuellen Wohnkosten und der gesamten Wohnkosten im Jahr 2030 berechnet. Wenn das Ergebnis positiv ist, besteht eine Entlastung, bei einem negativen Ergebnis eine Belastung der Haushalte.

jährliche Wohnkosten 2018 (€/a)
- jährliche Wohnkosten 2030 (€/a)
Entlastung oder Belastung der Mietenden (€/a)

Ausgangsbasis für die Berechnung waren die jährlichen Wohnkosten pro Haushalt aus dem Jahr 2018, welche bei 6.432€ (12×536) liegen und Energiekosten von 1.224€ (12×102) inkludieren.⁸³ Für Energiepreise wurden die aktuellen Berechnungen der Austrian Energy Agency über Heizkosten und der E-Control Bericht *Strompreise Österreich 2018_2016* für die Stromkosten herangezogen.⁸⁴ Die Kosten wurden real angesetzt, d.h. ohne Inflationsprognose.

Der Energiekostenpreis für den Fernwärmeanschluss pro Wohnung wird wie folgt berechnet:

Monatl. HWB + WWB pro Haushalt (kWh) × FW-Arbeitspreis ⁸⁵ (€/kWh)
+ Monatl. Grundpreis Fernwärmeanbieter × 59,1 m ² (durchschn. Wohngröße Wiener Wohnen ⁸⁶)
+ Monatl. Heizkostenverteilerpreis ⁸⁷ × 5 (Annahme: fünf Radiatoren pro Wohnung)
Energiekostenpreis für den Fernwärmeanschluss pro Wohnung

⁸³ vgl. ebd. S.64 und S.66

⁸⁴ vgl.,E-Control "Strompreise Österreich 2016-2018" (2019), *Strompreise Österreich_2016_2018*.

⁸⁵ vgl. o.V., "*Nah- und Fernwärme - Preisanalyse*, Kreuzer Fischer & Partner Consulting GmbH (Wien: Klima- & Energiefonds Arbeiterkammer Wien, 2016). S.21

⁸⁶ vgl. o.V., "*Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC*." S.29

⁸⁷ vgl. o.V., "*Nah- und Fernwärme - Preisanalyse*." S.21

3.d Limitation der Arbeit

Eine verlässliche Forschungsarbeit erzielt die gleichen Ergebnisse, wenn sie nochmal durchgeführt wird.⁸⁸ Durch die Annahme von gewissen quantitativen Daten ist die vorliegende Arbeit in ihrer Zuverlässigkeit jedoch begrenzt. Die Annahmen mussten getroffen werden, da die benötigten Daten nicht vorhanden waren oder der Zugang zu den relevanten Daten begrenzt war. Vorwiegend handelt es sich hierbei um Daten über den Gebäudebestand von Wiener Wohnen, wie den Zustand der Bausubstanz, die Art der eingesetzten Energieerzeugungsanlagen und Daten über den Energieverbrauch bzw. -bedarf der Wohnhausanlagen oder der Wohnungen. Die Annahmen wurden unter Einbeziehung der vorhandenen Angaben getroffen. Zudem kann es zu Verzerrungen der qualitativen Daten bei befragten Personen im Rahmen des Delphi-Verfahrens kommen, da diese wichtige Details ausgelassen haben könnten oder ihre Aussagen fälschlich interpretiert werden können.

Bei den Berechnungen mit dem HWB kann keine Aussage über den tatsächlichen Energieverbrauch getätigt werden. Der HWB ist eine Planungsgröße, welche nur den errechneten Heizwärmebedarf wiedergibt und als Vergleichswert dient. Um die realen Heizkosten zu ermitteln, müsste der Heizenergiebedarf ermittelt werden, der Verteilungsverluste des Heizsystems berücksichtigt.⁸⁹ Da diese Größen für die meisten Gebäude (noch) nicht vorliegen, können auch keine Annahmen darüber getroffen werden. Des Weiteren hat bei Wohngebäuden das Nutzungsverhalten der Bewohnenden (z.B. Beheizung der gesamten Wohnung oder einzelner Zimmer, Lüftungsverhalten, ...), einen Einfluss auf den tatsächlichen Heizenergieverbrauch, welcher in der Berechnung des HWB nicht berücksichtigt werden kann.^{90,91}

⁸⁸ vgl. J Collis und R Hussey, "A practical guide for undergraduate and postgraduate students," (Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2009).

⁸⁹ vgl. Maja Lorbek et al., "Resource Conserving Renovation: Energieeffiziente, Ressourcen erhaltende und differenzierte Sanierung historischer europäischer Gebäudebestände." S.32

⁹⁰ vgl. Walter Hüttler, "Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen, e7 Energie Markt Analyse GmbH (Wien, 2008). S.17

⁹¹ vgl. Berthold Kaufmann et al., "Passivhäuser erfolgreich planen und bauen, Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes NRW (Aachen, 2004). S.27

4. Aufbau der Arbeit

Im Kapitel *Forschungsinteresse* wurde das Forschungsinteresse bekundet und die Forschungsfrage sowie das Ziel der Arbeit präsentiert. Des Weiteren wurden Annahmen getroffen, welche im Rahmen der Arbeit verifiziert bzw. falsifiziert wurden.

Im *Methoden*-Kapitel wurden die verwendeten Instrumente zur Datenerhebung und zur Datenauswertung erklärt, welche den Aufbau der Arbeit bestimmten.

Im Kapitel *Theoretischer Hintergrund* wurde relevante Literatur dargelegt und für die Arbeit erforderliche Begriffe und Konzepte definiert.

Das Kapitel *Wohnen in Österreich und Wien* gibt einen Überblick über den Forschungsgegenstand *Wiener Wohnen*. Die sozialpolitische Rolle Wiener Wohnens im Kontext Wien und Österreich sowie deren historische Hintergründe werden dargelegt und so Zusammenhänge zu organisatorischen Konstellationen aufgezeigt. Die Zusammensetzung und Eigenschaften des Portfolios von Wiener Wohnen wurde mithilfe vorhandener Daten und gemeinsam mit getroffenen Annahmen, welche für Dekarbonisierungsstrategien relevant sind, textlich und grafisch aufgezeigt.

Im Kapitel *Lösungsansätze für Dekarbonisierungsstrategien* wurden vorwiegend aus der Fachliteratur gewonnene Erkenntnisse gesammelt, welche u.a. auch den Teilnehmenden der Delphi-Methode vorgelegt wurden. Die Aussagen der Teilnehmenden an der Delphi-Methode flossen in die Vorstellung unterschiedlicher Lösungsansätze ein. Im selben Teil wurden auch Beispiele für Dekarbonisierungsstrategien im Wohnbau gezeigt.

Das Kapitel *Vorstellung der entwickelten Dekarbonisierungsstrategien* fasst jene Dekarbonisierungsstrategien zusammen, welche aus den vorhandenen Lösungsansätzen und der Diskussion der Delphi-Methode Strategien abgeleitet wurden.

Die vorgestellten Strategien wurden anhand der Bewertungsmatrix ausgewertet. Die Ergebnisse wurden im Kapitel *Auswertung und Ergebnisteil* textlich präsentiert und mithilfe von Diagrammen dargestellt.

In der *Conclusio* wurden die Ergebnisse der Bewertungsmatrix diskutiert und die Fragestellung beantwortet. Zudem wurden Umsetzungsbarrieren erörtert, wie z.B. die Durchführbarkeit aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen. Neben einer Handlungsempfehlungen für Wiener Wohnen, die Stadt Wien und weitere relevante Entscheidungstragende wurde ein Ausblick erstellt, welche das Thema der Arbeit – die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes – in einen breiteren Kontext einbettet.

5. Glossar

Treibhausgase (THG)

Durch das Kyoto-Protokoll wurden sieben Gase als Treibhausgase (THG) festgelegt: Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Natriumdioxid (N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (HFCs), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW/PFCs) und Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃).⁹² CO₂ (Kohlenstoffdioxid) ist das wichtigste anthropogene Treibhausgas, an welchem andere Treibhausgase gemessen werden. Es ist ein natürlich vorkommendes Gas, das auch als Nebenprodukt bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, wie Öl, Kohle und Gas, bei der Verbrennung von Biomasse, bei Landnutzungsänderungen und bei industriellen Prozessen (z.B. bei der Zementherstellung) entsteht.⁹³

Klimaneutralität

Die drastische Reduktion von THG-Emissionen, welche den globalen Temperaturanstieg hervorrufen und dabei irreversible Klimaveränderungen auslösen, erfordert sowohl auf langfristiger Perspektive als auch für kurzfristige Erfolge massive Transformationen in Wirtschaft und Gesellschaft, die zu einer nahezu Treibhausgas-emissionsfreie Wirtschaft und Gesellschaft führen.⁹⁴ Dazu müssen alle Gemeinschaften, Organisationsformen, Produkte und Dienstleistung Klimaneutralität erreichen. **Klimaneutralität** oder **klimaneutral** beschreibt ein Gleichgewicht der Kohlenstoffbilanz in der Atmosphäre bezogen auf die Ein- und Ausgänge (Input-Output) eines Produkts, einer Dienstleistung oder einer Gemeinschaft. Dazu werden Prozesse, welche Treibhausgase (THG) emittieren, durch emissionsfreie Prozesse abgelöst, während Emissionen von Prozessen, die nicht durch emissionsfreie Prozesse ersetzt werden können, mit negativen Emissionen, hervorgerufen durch eine Einlagerung von CO₂ aus der Atmosphäre.⁹⁵ Trotz einer existierenden wissenschaftlichen Definition des Begriffs Klimaneutralität sind der genaue Ansatz und die Methoden, die für jeden einzelnen Schritt des Prozesses erforderlich sind, insbesondere auf lokaler Ebene meist unklar. Zudem gibt es keinen einheitlichen rechtlichen Rahmen. Eine allgemein gültige Methode, die definiert, ob Kompensationstechnologien und Carbon-Offsets sowie der Ausgleich von indirekten, historischen und unbeeinflussbaren Emissionen im Prozess zur Erreichung der Klimaneutralität enthalten sind, existiert ebenso nicht.

Lebenszyklus

Nach Rauland und Newman definiert der **Lebenszyklus** oder die **Lebensdauer** eines Produkts oder einer Dienstleistung, wie weit zurück in die Vergangenheit *graue Emissionen* verfolgt werden und bis zu welchem Zeitpunkt in der Zukunft ausgestoßene Emissionen wieder ausgeglichen werden sollen.⁹⁶

Graue Emissionen

Graue Emissionen sind jene Emissionen, die bei der Extraktion, der Herstellung, der Verarbeitung und dem Transport von Produkten oder Dienstleistungen entstehen. Im Gebäudesektor betrifft das v.a. Gebäudematerialien. Manchmal werden auch CO₂-emittierende Baustellenprozesse bei der Errichtung sowie der Abriss und die Mülllagerung bei der Berechnung der ausgestoßenen Emissionen berücksichtigt. Der Anteil der grauen Emissionen an den totalen Emissionen von Gebäuden schwankt zwischen

⁹² vgl. o.V., "Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (United Nations, 1998).

⁹³ vgl. Valérie Masson-Delmotte et al., "Global warming of 1.5°C." S.544

⁹⁴ vgl. Thomas F. Stocker et al., "Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013). S.126-129

⁹⁵ vgl. Frauke Kraas et al., "Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte" Prefix *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte* (WBGU-German Advisory Council on Global Change, 2016). S.146

⁹⁶ vgl. Vanessa Rauland und Peter Newman, "Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development" Prefix *Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development* (Springer, 2015). S. 95

5-62% und kann mithilfe einer Life Cycle Analysis oder einer Ökobilanz ermittelt werden.^{97,98} Der Anteil der grauen Energie am Lebenszyklus konventioneller Gebäude liegt zwischen 6% und 20%, bei den Passivhäusern zwischen 11% und 33%, bei den Niedrigenergiegebäuden zwischen 26% und 57% und bei den Niedrigstenergiegebäuden zwischen 74% und 100%.⁹⁹

Haustechnik

Als Haustechnik eines Gebäudes werden alle fest in einem Gebäude installierten technischen Anlagen definiert.¹⁰⁰ Dabei werden fossile Heizsysteme, fossile Heizanlagen oder fossile Energieerzeugungsanlagen mit Öl, Gas, Kohle, Koks oder Allesbrenner angetrieben. Als Anpassungsmaßnahmen des Heizabgabesystems werden u.a. die Umrüstung auf eine Flächenheizung, die Adaption von Heizflächen und die Adaption des Rohrleitungssystems bezeichnet.

Dezentrale erneuerbare Energieversorgungssysteme

Dezentrale erneuerbare Energieversorgungssysteme sind hocheffiziente alternative Energiesysteme,¹⁰¹ welche erneuerbare Energiequellen nutzen und ein Gebäude oder einen Gebäudekomplex in Verbrauchernähe versorgen.^{102,103} Erneuerbare Energiequellen wie die Erdwärme und die Strahlungsenergie der Sonne werden durch ihre Nutzung nicht erschöpft bzw. erneuern sie sich im Unterschied zu fossilen und endlichen Energiequellen wie Erdöl, Kohle und Erdgas kurzfristig von selbst.¹⁰⁴ Die solare Strahlungsenergie kann in direkter Form, z.B. durch Photovoltaik und Solarthermie oder in indirekter Form von z.B. Wasserkraft, Umgebungswärme, Windenergie und Bioenergie aus Biomasse genutzt werden.¹⁰⁵

Techniksubstitution

Bei der Techniksubstitution werden Energieerzeugungsanlagen durch neue Energieerzeugungssysteme ersetzt oder ausgetauscht. Beispiel hierfür sind der Ersatz eines fossilen Heizsystems durch ein dezentrales erneuerbares Wärmeversorgungssystem, wie eine Wärmepumpe oder die Implementierung einer dezentralen Stromerzeugung durch die Errichtung von PV-Anlagen.¹⁰⁶

⁹⁷ vgl. Stefan Oehler, "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung," in *Emissionsfreie Gebäude* (Jugenheim: Springer, 2018). S.288

⁹⁸ vgl. Vanessa Rauland und Peter Newman, "*Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development*. S.27

⁹⁹ vgl. Panagiotis Chastas et al., "Embodied energy in residential buildings-towards the nearly zero energy building: A literature review," *Building and Environment* 105 (2016). S. 279

¹⁰⁰ vgl. o.V., "Haustechnik," in *Duden online* (Berlin: Bibliographisches Institut GmbH). <https://www.duden.de/rechtschreibung/Haustechnik>.

¹⁰¹ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-009/15" Nummer Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-009/15

¹⁰² vgl. Österreichisches Institut für Bautechnik, "Erläuternde Bemerkungen OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz: OIB-Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden OIB-330.6-027/19"

¹⁰³ vgl. "Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird" Nummer ElWOG 2010, Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (BGBl. I Nr. 110/2010)

¹⁰⁴ vgl. o.V., "Erneuerbare Energien in Österreich," Erneuerbare Energie Österreich, aufgerufen am 26.04.2020, <https://www.erneuerbare-energie.at/energie-uebersicht>.

¹⁰⁵ vgl. o.V., "Biomasse," Erneuerbare Energie Österreich, aufgerufen am 01.03.2020, <https://www.erneuerbare-energie.at/biomasse>.

¹⁰⁶ vgl. o.V., "Substitution," Bibliographisches Institut GmbH, aufgerufen am 01.07.2020, <https://www.duden.de/rechtschreibung/Substitution>.

Kilowattstunde (kWh)

Die Kilowattstunde (kWh) ist eine gesetzliche Maßeinheit der Arbeit bzw. der Energie. Eine Wattstunde (Wh) entspricht der Energie, die zur Leistung von einem Watt in einer Stunde benötigt wird.¹⁰⁷

Nennleistung von Photovoltaik-Anlagen

kWp oder kWpeak steht für Kilowatt peak, womit die Nennleistung oder höchstmögliche Leistung von Photovoltaikanlagen unter genormten Bedingungen angegeben wird. Diese ist meist höher als die tatsächliche Leistung, da Wetter- und Betriebsbedingungen schwanken, sie erlauben aber den Leistungsvergleich von Solarmodulen. Bei 65°C, einer realistischen Modultemperatur, werden ca. 80% der Nennleistung erreicht.¹⁰⁸

Wärmedichte

Die Wärmedichte gibt die Wärmemenge in Kilowattstunden an, welche in einem Gebiet pro Fläche oder Leitungsmeter nachgefragt wird.¹⁰⁹

Nahwärmenetze

Im Vergleich zur Fernwärme versorgt die Nahwärme Gebäude über sehr kurze Distanzen. Nahwärmenetze oder auch Anergienetze sind arbeiten mit niedrigen Übertragungstemperaturen nahe der Umgebungstemperatur und können sowohl Wärme als auch Kälte bereitstellen. Man spricht auch von der Fernwärme und -kälte der fünften Generation.¹¹⁰

Sektorkopplung

Die Sektorkopplung beschreibt eine holistische Betrachtung der energiewirtschaftlichen relevanten Bereiche der Elektrizität, der Wärme- und Kälteversorgung, des Verkehrs und der Industrie.¹¹¹

Prosumer

Ein Prosumer oder auch Prosumen*innen sind im Energiebereich Konsumierende, die zugleich Energie produzieren, oder Energieproduzierende, die zugleich Energie verbrauchen.

Wohnkostenbelastung

Nach der EU-SILC-Erhebung ist die Wohnkostenbelastung eine subjektive erfahrene Belastung durch Wohnkosten des Haushaltes auf das Haushaltseinkommen.¹¹²

Portfoliostrategie

Das aus dem Lateinischen entlehnte Wort Portfolio meint die Palette der Produkte oder Dienstleistungen, die ein Unternehmen besitzt oder anbietet.¹¹³ Im Fall der Wohnhausverwaltung Wiener Wohnen ist dies die Bandbreite der Wohnimmobilien, welche sich im Besitz Wiener Wohnens befinden. Die

¹⁰⁷ vgl. "Bundesgesetz vom 5. Juli 1950 über das Maß- und Eichwesen" Number MEG, Bundesgesetz vom 5. Juli 1950 über das Maß- und Eichwesen (BGBl. Nr. 152/1950)

¹⁰⁸ vgl. o.V., "kWp," ub.de Fachwissen GmbH, aufgerufen am 16.02.2020, [https://www.solaranlage.eu/photovoltaik/technik-komponenten/solarmodule/kwp.](https://www.solaranlage.eu/photovoltaik/technik-komponenten/solarmodule/kwp/))

¹⁰⁹ vgl. o.V., "Fachkonzept Energieraumplanung, Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien, 2019). S.125

¹¹⁰ vgl. Simone Buffa et al., "5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 104 (2019). S.504f

¹¹¹ vgl. Henrik Lund et al., "Smart energy and smart energy systems," *Energy* 137 (2017). S.556–565

¹¹² vgl. o.V., "Wohnen 2018, Mikrozensus–Wohnungserhebung und EU-SILC." S.21

¹¹³ vgl. o.V., "portfolio," in *Cambridge Dictionary* (Cambridge: Cambridge University Press, 2014). <https://dictionary.cambridge.org/de/worterbuch/englisch/portfolio>.

Portfoliostrategie legt unter Berücksichtigung aller Immobilien des Portfolios einer Eigentümerin wie Wiener Wohnen fest, in welche Immobilien investiert werden soll.¹¹⁴

Contracting

Beim Contracting setzt ein Contractor die Energieversorgung (Liefercontracting) oder Energiesparmaßnahmen (Einspar-Contracting) auf einer Liegenschaft um. Dabei treten Contractoren als Energielieferantinnen in Form eines Unternehmens auf. Das Unternehmen übernimmt unterschiedliche Leistungen wie Beratung, Planung, Finanzierung und den Betrieb von Energieanlagen auf eigene Rechnung,¹¹⁵ dafür benötigt es auch eine gewerberechtliche Befugnis.¹¹⁶ Beim Liefercontracting besteht sein Auftrag darin Kälte, Wärme, Strom oder andere Energieformen an die Kundinnen (Immobilienbesitzerinnen oder Bewohnerinnen) zu liefern. Beim Einspar-Contracting bekommen Contractoren ihren Gewinnanteil durch Energieeinsparungen der von ihnen erbauten Anlagen. Die Kundin (Contractingnehmerin) tätigt keine Investitionen in die Energieanlage, ist aber langfristig an die Energieversorgung gebunden. Beim Einspar-Contracting ist die Kundin im Normalfall zwischen 7 und 15 Jahren gebunden, bei Liefer-Contracting-Verträgen meist länger. Bei den meisten Contractingmaßnahmen werden Energieanlagen auf Basis von erneuerbaren Energieträgern errichtet, wodurch eine Emissionsverringerung erzielt und ein schnellerer Umstieg auf erneuerbare Energien begünstigt wird.¹¹⁷ Vermieterinnen haben oft kein Interesse an Effizienzmaßnahmen, da nur Mieterinnen langfristig durch niedrige Energiekosten profitieren. Contracting kann dieses Eigentümer-Nutzer-Dilemma lösen, da Vermieterinnen nichts investieren müssen.¹¹⁸ Nach den Bestimmungen der DIN 8930 Teil 5 gibt es drei Arten von Contracting-Verträge: Einspar-Contracting, Anlagen-Contracting und Betriebsführungs-Contracting.

Das Ziel des Einspar-Contracting sind eine höhere Wirtschaftlichkeit, die Verbesserung des Anlagen- und Gebäudesubstanzwert und v.a. Energieeinsparungen. Energiesparmaßnahmen und Energiemanagement werden durch den Contractor vorfinanziert und aus den erzielten Energiekosteneinsparungen bezahlt, indem Investitionen über die garantierte Kosteneinsparung innerhalb der Vertragslaufzeit finanziert werden. Der Contractor identifiziert dabei Einsparpotenziale und deren Finanzierung, plant, errichtet und bedient die Energieerzeugungsanlagen und verteilt die erzeugte Energie.

Beim Anlagen-Contracting übernimmt der Contractor die Finanzierung, Planung, Errichtung Instandhaltung und Bedienung einer Anlage. Der Contractor verdient dabei am Nutzenergieverkauf.

Beim Betriebsführungs-Contracting steht die Optimierung der Betriebskosten bei Funktions- und Werterhalt von neu zu errichtenden oder bestehenden Anlagen im Vordergrund. Der Contractor hat folgende Aufgaben: Betätigen, Überwachen, Störungsbehebung, Inspektion, Warten, Instandsetzen der Anlagen. Dafür erhält er ein aufwand- oder zeitraumbezogenes Entgelt.

¹¹⁴ vgl. Marvin King und Michael Trübestein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien" Prefix *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien* (Wiesbaden: Springer, 2019). S.50

¹¹⁵ vgl. o.V., "Das ist Contracting," VfW Verband für Wärmelieferung e.V., aufgerufen am 11.04.2020, <https://energiecontracting.de/1-definition-info/index.php>.

¹¹⁶ vgl. Manuela Maurer-Kollenz, "Contractingverträge bei Bauträgerprojekten," Recht am Bau, kloos – Digital Marketing, 2015, aufgerufen am 11.04.2020, <https://www.rechtambau.at/contractingvertrage-bei-bautraegerprojekten/>.

¹¹⁷ vgl. o.V., "Das ist Contracting."

¹¹⁸ vgl. Manfred Strobl, "Contracting in Österreich," *Der Installateur* 12/2018 (2018), <https://www.derinstallateur.at/singleview/article/contracting-in-oesterreich>.

6. Theoretischer Hintergrund

6.a Von der Wurzel zur Frucht: Geschichte der ökologischen Stadtentwicklung

Da Städte für über 70% aller energiebezogenen Kohlenstoffdioxid-Emissionen verantwortlich sind, stellen sie ein integralen Ansatzpunkt für die Reduktion von Treibhausgasen dar.¹¹⁹ Die ökologische Stadtentwicklung hat neben der Erreichung einer treibhausgasfreien Wirtschaft und Gesellschaft weitere Motive wie Biodiversitäts- und Umweltschutz sowie die Steigerung des Wohlbefindens der Menschen. Demnach hat die Öko-Stadt ihre Wurzeln **Anfang des 20. Jahrhunderts**, als Ebenezer Howard 1902 *Garden Cities of Tomorrow* veröffentlichte und die Verbindung zwischen Mensch und Umwelt in die Stadtplanung einführte.¹²⁰ Ende der 1990-er Jahre förderte die Idee des *Green Urbanism* eine kompakte, energieeffiziente Stadtentwicklung mit Grünflächen, grünen Dächern, Gärten und urbaner Landwirtschaft. Diese Form von Stadtentwicklung zielte darauf ab, bestehende Stadtviertel umzugestalten und postindustrielle Stadtzentren zu erneuern, um emissionsfreie und sparsame Städte zu bilden.¹²¹

Nachdem die hohen Ölpreise der **Ölkrise** in den 1970er Jahren die Energieversorgung in ölimportierenden Länder bedrohte, welche ohnehin mit massiven Zahlungsdefiziten zu kämpfen hatten, nahm das Interesse an den Energieeffizienzprogrammen in Europa und Nordamerika zu. Deshalb revidierten viele europäische Regierungen ihre nationalen Energiesysteme und verringerten so ihre Abhängigkeit von Ölimporten.¹²² Mit dieser neuen Bewusstseinsweiterung entstanden Ende des 20. Jahrhunderts bzw. zu Beginn des 21. Jahrhunderts erste gebaute Realitäten der Utopie *Öko-Stadt*. Beispiele dafür sind BedZED in London, Vauban in Freiburg und Hammarby Sjöstad in Stockholm. Der Trend etablierte eine sozialen Bewegung, die von einer breiten Basis ausging und gesellschaftlichen Einfluss erlangte. Für das dahinterliegende Konzept entstanden verschiedene Begriffe: kohlenstoffneutral, zero carbon, emissionsfrei, kohlenstoffarm, kohlenstoffpositiv, uvm. Der Fokus dieser Konzepte lag vorwiegend auf der operativen Energie, während graue Emissionen, ausgeklammert wurden. Außerdem blieben bei den Konzepten die Berechnungsmethode der Emissionen oft unklar, was zu Verwirrung und Skepsis führte.¹²³

Neben unzähligen **Graswurzelbewegungen**, die eine ökologische Stadt einforderten und entwarfen, entstanden seit den 1990-er Dachverbänden für Klimaschutzmaßnahmen auf Gemeinde- und Stadtebene: Die 1990 entstandene *Initiative ICLEI (Local Governments for Sustainability)* vereinigt über 1.000 Städte und Gemeinden in 88 Ländern, fördert lokales Handeln für globale Nachhaltigkeit und unterstützt Städte, nachhaltig, widerstandsfähig und ressourceneffizient zu werden. 2005 wurde das Forum *C40 Cities* gegründet, deren 70 Mitgliedsstädte Wissen über sinnvolle, messbare und nachhaltige Maßnahmen zur Bekämpfung der Klimakrise austauschen.¹²⁴ Ebenso wurde *Energy Cities* 1990 als gemeinnütziger Verband europäischer Kommunen gegründet, tritt für die Förderung nachhaltiger

¹¹⁹ vgl. o.V., "The science we need for the cities we want: Working together to implement the global research agenda on cities and climate change."

¹²⁰ vgl. Howard Ebenezer, "Garden Cities of To-Morrow" Prefix *Garden Cities of To-Morrow*, Swan Sonnenschein & Company, (London, 1902).

¹²¹ vgl. Steffen Lehmann, "Low carbon cities: Transforming urban systems" Prefix *Low carbon cities: Transforming urban systems* (Routledge, 2014). S.59-148

¹²² vgl. S. Rasoul Asaee et al., "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings," *Applied Energy* 217 (2018). S.91

¹²³ vgl. Vanessa Rauland und Peter Newman, "*Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development*. S.66-80

¹²⁴ vgl. Wee Kean Fong et al., "*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*, World Resources Institute, ICLEI - Local governments for sustainability, C40 Cities Climate Leadership group (World Resources Institute, 2014).

Energiepolitik ein und betreibt dafür Lobby-Arbeit z.B. bei EU-Organen.¹²⁵ Energy Cities war überdies an der Gründung des europäischen Zusammenschluss Convent of Mayors beteiligt. In diesem Konvent kommen seit 2008 **Stadt- und Gemeinderegierungen** zusammen, welche sich freiwillig verpflichten, die Klima- und Energieziele der EU zu erreichen bzw. zu übertreffen.¹²⁶ Seit der Mitte der 2000-er Jahre übertrug sich der ursprüngliche bottom-up Charakter der ökologischen Stadtplanung und -entwicklung allmählich auf die Verwaltungsebene. Die lokale Stadtpolitik wurde infolge zur wichtigsten Akteurin für eine klimafreundlichen Stadtentwicklung und einen klimafreundlichen Bausektor.¹²⁷

Zur Unterstützung einer faktengestützten Planung von Klimaschutzmaßnahmen haben viele Städte Sektor-bezogene **THG-Inventare** entwickelt, die sich an Standards wie dem *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)* orientieren.¹²⁸ Das GPC wurde 2014 von *C40 Cities*, dem *World Resources Institute* und der *Initiative ICLEI* entwickelt und gruppiert Emissionen in drei Kategorien, je nachdem, wo sie auftreten: Scope 1 beinhaltet territoriale THG-Emissionen. Sie kommen aus Quellen innerhalb der Stadtgrenze. Scope 2-Emissionen entstehen durch die Nutzung von Netzstrom, Wärme oder Kühlung innerhalb der Stadtgrenze. Scope 3-Emissionen sind alle anderen THG-Emissionen, die außerhalb der die Stadtgrenze als Ergebnis von Aktivitäten innerhalb der Stadtgrenze, entstehen. Die meisten THG-Inventare für Städte konzentrieren sich auf THG-Emissionen aus der Energienutzung innerhalb der Stadtgrenze, die durch direkte Verbrennung oder durch den Verbrauch von Elektrizität aus dem Stromnetz, Wärme und/oder Kälte sowie die Treibhausgasemissionen aus der die Abfallaufbereitung entstehen. Die Dynamik von Städten führt jedoch zur Produktion signifikanter Mengen an THG-Emissionen außerhalb ihrer Grenzen.¹²⁹

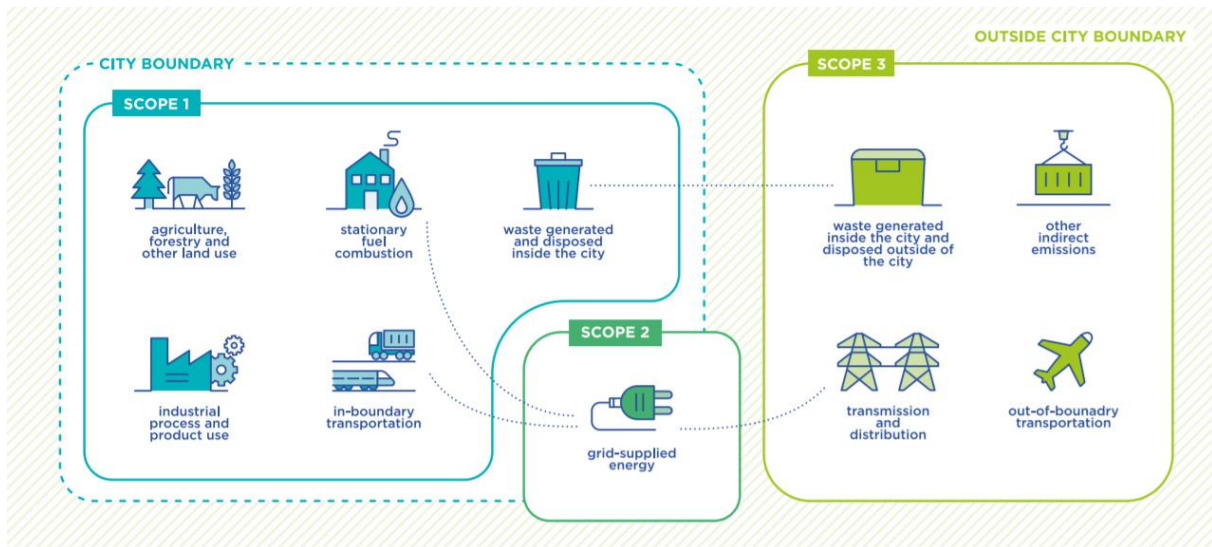


Abbildung 1: Ursachen und Abgrenzung der THG-Emissionen von Städten aus: Consumption-based GHG Emissions of C40 cities, C40 Cities Climate Leadership Group (2018). S.3

¹²⁵ vgl. Bernd Vogl et al., "Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien, Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien, 2019).

¹²⁶ vgl. o.V., "Covenant initiative," Convent of Mayors, aufgerufen am 11.02.2020, <https://www.covenantofmayors.eu/about/covenant-initiative/origins-and-development.html>

¹²⁷ vgl. Sebastian Fastenrath und Boris Braun, "Sustainability transition pathways in the building sector: Energy-efficient building in Freiburg (Germany)," *Applied Geography* 90 (2018). S.347

¹²⁸ vgl. Wee Kean Fong et al., "Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories."

¹²⁹ vgl. o.V., "Consumption-based GHG Emissions of C40 cities, C40 Cities Climate Leadership Group (2018). S.4f

6.b Politische Zielsetzungen

2008 war **Sydney** die erste Stadt, welche sich zum Ziel setzte, klimaneutral zu werden und ihre THG-Emissionen bis 2030 auf 70% zu reduzieren.¹³⁰ In der **Stadt Wien** gibt es seit 1999 das Klimaschutzprogramm *KliP*, welches im zehnjährigen Rhythmus fortgeschrieben wird.¹³¹ 2014 veröffentlichte die Stadt Wien die Smart City Rahmenstrategie, um erstmals alle politischen Ressorts, Fachabteilungen und Unternehmen der Stadt hinter einer Vision für Wien und einer Strategie zur Bewältigung globaler Herausforderungen, wie der Klimakrise oder Digitalisierung zu vereinen.¹³²

In der erneuerten Fassung von 2019 wurde ein pro-Kopf Reduktionsziel der lokalen Treibhausgasemissionen um 50% bis 2030 und um 85% bis 2050 gegenüber dem Jahr 2005 festgelegt. Der Endenergieverbrauch der Beheizung, Warmwasserbereitung und Klimatisierung von Gebäuden soll im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 2005 bis 2010 bis 2030 um 22% reduziert werden und bis 2050 um 36%.¹³³ Generell soll der städtische Endenergieverbrauch bis 2030 zu 30% und bis 2050 zu 70% aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden.¹³⁴ Die Bestrebungen in der **Smart City Rahmenstrategie** stimmen jedoch weder mit den Zielen des Pariser Abkommens noch den im Regierungsprogramm festgelegten Zielen überein.¹³⁵

Bei Regierungsbildung im Jänner 2020 vereinbarte die Bundesregierung 2040 als neues Zieljahr für die Erreichung der **Klimaneutralität in Österreich**, sowie die Erhöhung der Gebäudesanierungsrate auf 3%, u.a. durch eine Förderoffensive des Bundes, der Weiterentwicklung der Wohnbauförderung und der Einführung eines sozial verträglichen Sanierungsgebots. Im Regierungsprogramm wurde auch ein Phase-out-Plan für fossile Energieträger in der Raumwärme festgelegt: Verbote für die Raumwärmeproduktion mittels Heizöl und Kohle für den Neubau treten ab 2020 und bei Heizungswechsel ab 2021 in Kraft. Ab 2025 ist ein verpflichtender Austausch von Kesseln älter als 25 Jahre durchzuführen und spätestens im Jahr 2035 müssen alle Kessel getauscht worden sein. Im Neubau sind ab 2025 keine Gaskessel oder Neuanschlüsse des Heizsystems an das Gasnetz mehr zulässig und bis auf die Verdichtung bestehender Gasnetze soll kein weiterer Ausbau zur Raumwärmeversorgung erfolgen. Bis 2030 sollen zudem 100% des Stroms (national bilanziell) aus erneuerbaren Energiequellen stammen.¹³⁶

Eine Vorreiterrolle im Klimaschutz nimmt die **Stadt Aachen** ein, welche alle zukünftigen Maßnahmen nach einem für die Stadt berechneten Kohlenstoffdioxid-Budget ausrichten wird. Dieses beruft sich auf die Menge an CO₂-Emissionen, die noch in die Atmosphäre gelangen darf, um den menschengemachten Anteil am Treibhauseffekt auf 1,5 bis zwei Grad zu begrenzen. Demnach hat die Stadt ein CO₂-Restbudget von 16,3 Millionen Tonnen, welches sie bis 2028 ausstoßen würde, falls es bei den bisherigen Zielen bleibt, nach welchen die CO₂-Emissionen von 1990 bis 2030 halbiert werden sollen.¹³⁷

¹³⁰ vgl. Vanessa Rauland und Peter Newman, "Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development. S.81

¹³¹ vgl. o.V., "KLIP 2 - Klimaschutzprogramm der Stadt Wien: Fortschreibung 2010–2020, Magistrat der Stadt Wien (Wien, 2010).S.2 und S.6

¹³² vgl. Ina Homeier et al., "Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung," (Wien: Magistrat der Stadt Wien, 2019). S.1

¹³³ vgl. ebd. S.18f

¹³⁴ vgl. ebd. S.27

¹³⁵ vgl. Climate Change United Nations, "The Paris Agreement," 2015, aufgerufen am 18.06.2020, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

¹³⁶ vgl. o.V., "Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024," (Wien: Bundeskanzleramt Österreich, 2020). S.102-113

¹³⁷ vgl. Bernd Büttgens, "Stadtrat beschließt neues kommunales Klimaschutzziel," (Aachen) 2020, http://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/politik_verwaltung/pressemitteilungen/Klimaschutzziel.html.

6.c Dekarbonisierung des Gebäudesektors

Die Dekarbonisierung ist ein Prozess zur Reduktion von CO₂-Emissionen, um aus der Abhängigkeit von kohlenstoffhaltigen fossilen Brennstoffen auszusteigen und eine Klimaneutralität zu erreichen.¹³⁸ In dieser Arbeit wird Dekarbonisierung als vollständige Dekarbonisierung betrachtet, welche CO₂-Emissionen durch systemische Veränderungen herbeiführt und die Speicherung bzw. Bindung anfallender Emissionen nicht berücksichtigt.¹³⁹ Sie erfordert die Umstellung der Wirtschaftsweise in Richtung eines niedrigeren Umsatzes von Kohlenstoff. Neben dem Ziel der Etablierung einer neuen Wirtschaftsform, die nicht auf fossilen Energieträger, sondern auf kohlenstofffreien oder kohlenstoffneutralen Energiedienstleistungen basiert,¹⁴⁰ macht jedes weitere Jahr ohne tiefgreifende Veränderungen die Aufgabe der Dekarbonisierung komplexer, teurer und drängender, da mehr Abhängigkeiten aufzulösen sind und sich das verbleibende THG-Budget, um die Erderwärmung unter 1,5°C zu begrenzen, mit zunehmender Geschwindigkeit verringert.¹⁴¹

Für eine **Dekarbonisierung in Städten** müssen die THG-Emissionen in den Sektoren Wärme, Mobilität und Strom drastisch reduziert werden. Dazu muss eine Dekarbonisierung des Gebäudesektors stattfinden.¹⁴² Daher müssen bei Wohngebäuden Prozesse zur Erzeugung von Raumwärme, zur Aufbereitung von Warmwasser, zur Kühlung, zum Kochen und zum Bezug von Strom so gestaltet werden, dass sie keine THG emittieren.¹⁴³ Neben der Deckung der Nachfrage durch erneuerbare Energien, können Energieeffizienzmaßnahmen zu einer drastischen Reduktion der Emissionen führen. Für weitreichende Erfolge müssen beide Strategien zusammengeführt werden.¹⁴⁴

Da der Großteil bisheriger energetischer Verbesserungen weitgehend dem Neubau zuzuschreiben sind, wird in dieser Arbeit die Dekarbonisierung des Gebäudesektors ausschließlich anhand bereits bestehender Bauten betrachtet.¹⁴⁵ Dabei werden alle in einem Augenblick vorhandenen Gebäude, also frei stehende oder klar gegeneinander abgegrenzte Bauwerke, als **Gebäudebestand** verstanden.^{146,147} Die Statistik Austria zählte am 31.10.2011, am Stichtag der letzten Gebäudezählung, ca. 2,2 Mio. Gebäude in Österreich.¹⁴⁸ Eine Studie des *Preservation Green Laboratory* zeigt auf, dass die

¹³⁸ vgl. o.V., "Let's speak sustainable construction (Brüssel: European Economic and Social Committee, 2011). S.33

¹³⁹ vgl. Kelly Levin et al., "COP21 Glossary of Terms Guiding the Long-term Emissions-Reduction Goal," World Resources Institute, 2015, aufgerufen am 29.03.2020, <https://www.wri.org/blog/2015/12/cop21-glossary-terms-guiding-long-term-emissions-reduction-goal>.

¹⁴⁰ vgl. Steven J. Davis et al., "Net-zero emissions energy systems," *Science* 360, no. 6396 (2018), <https://doi.org/10.1126/science.aas9793>, <https://science.sciencemag.org/content/sci/360/6396/eas9793.full.pdf>.

¹⁴¹ vgl. Rüdiger Paschotta, "Dekarbonisierung," RP-Energie-Lexikon, RP Photonics Consulting GmbH, aufgerufen am 29.03.2020, <https://www.energie-lexikon.info/dekarbonisierung.html>.

¹⁴² vgl. Matthias Schimmel et al., "Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050, Ecofys - A Navigant Company (Köln, 2018). S.1

¹⁴³ vgl. o.V., "DeGeb – Dekarbonisierung des Gebäudewärmesektors," Agora Energiewende, 2018, aufgerufen am 13.01.2020, <https://www.agora-energiewende.de/projekte/degeb-dekarbonisierung-des-gebaeudewaermesektors/>.

¹⁴⁴ vgl. Heike Brugger und Julius Paul Wesche, "Energiewende im Gebäudesektor beschleunigen, Fraunhofer-Institut für Systemund Innovationsforschung ISI (Karlsruhe, 2019), https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2019/Policy_Brief_Waerme_Akteure.pdf.

¹⁴⁵ vgl. o.V., "Energiesstrukturen für 2020, Wegener Zentrum, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, TU Graz, KWI Consultants GmbH, Montanuniversität Leoben Institut für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe, TU Wien Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (2009).

¹⁴⁶ vgl. o.V., "Bestand," in *Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache* (Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften). <https://www.dwds.de/wb/Bestand>.

¹⁴⁷ vgl. o.V., "Definitionen," Gebäude und Wohnungen - Statistiken, Wirtschaft, Arbeit und Statistik (Magistratsabteilung 23), aufgerufen am 04.04.2020, <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/gebaeude/index.html#Definitionen>.

¹⁴⁸ vgl. o.V., "Bestand an Gebäuden und Wohnungen," Statistik Austria, aufgerufen am 03.04.2020, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungs_und_gebaeudebestand/index.html.

Wiedernutzung eines Gebäudes beinahe immer zu weniger Emissionen als ein Neubau eines in Funktion und Größe vergleichbaren Gebäudes bei Berücksichtigung der Lebensdauer führt.¹⁴⁹ Eine Neuorientierung der Gebäudedekarbonisierung auf die Dekarbonisierung von Bestandsbauten berücksichtigt neben der Emissionsreduktion außerdem den enormen Flächenverlust, welcher durch Neubauten ausgelöst wird und in Österreich besonders drastisch wiegt: 2018 wurden pro Tag 5,4 ha in Bauflächen umgewandelt, wodurch die Anzahl leerstehender Gebäude kontinuierlich zunimmt und Ortskerne weiter veröden.¹⁵⁰

Die Gebäudesanierungen als eine Form der Dekarbonisierung von Bestandsbauten beschreibt Renovierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung oder Modernisierung eines Gebäudes.¹⁵¹ Laut Umweltförderungsgesetz sind Sanierungen Sicherungen von Altlasten zum Schutz der Umwelt, welcher u.a. durch effizienten Einsatz von Energie und Ressourcen sowie durch die Vermeidung von Luftverunreinigungen, klimarelevanter Schadstoffen, Lärm und Abfällen erfolgen kann.¹⁵² Die Begriffe thermische Sanierung und energetische Sanierung bzw. thermisch-energetische Sanierung werden in der Literatur unterschiedlich verwendet und sind meistens nicht scharf voneinander abgegrenzt. In der vorliegenden Arbeit werden bautechnische Adaptionen zur thermischen Verbesserung der Gebäudehülle wie die thermische Fassadensanierung, die Wärmedämmung der obersten Geschosdecke und der Kellerdecke,¹⁵³ sowie der Tür- und Fenstertausch und das Anbringen von Wärmeschutz wie Rollläden oder Markisen als **thermische Sanierung** verstanden.¹⁵⁴ Oftmals wird die energetische Sanierung als übergeordneter Begriff für Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs, also des Verbrauchs von Primärenergie beim Betrieb des Gebäudes,¹⁵⁵ verstanden.¹⁵⁶ Im Unterschied zur thermischen Sanierung werden in dieser Arbeit Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs, welche das Energieerzeugungssystem sowie dessen Verteilungsleitungen optimieren, unter dem Term der **energetischen Sanierung** zusammengefasst. Demnach sind die Verbesserung der Heizanlage, der Austausch von Heizkesseln, die Wärmedämmung von Wärmeverteilungsleitungen als auch weitere Sanierungsarbeiten im Bereich Lüftungs-, Sanitär-, Elektro-, und Klimatechnik, die in Zusammenhang mit dem Energieverbrauch stehen, Maßnahmen einer energetischen Sanierung.¹⁵⁷ Man spricht von einer **umfassenden Sanierung**, wenn Renovierungsarbeiten an einem Gebäude mit mehr als 1.000 m² Grundfläche gleichzeitig stattfinden und die Gesamtbaukosten (Bauwerkskosten, Honorare und Nebenkosten) mehr als 25% des Bauwertes¹⁵⁸ ausmachen, mind. 25% der Gebäudehülle renoviert werden oder mind. drei

¹⁴⁹ vgl. Patrice Frey et al., "The greenest building: Quantifying the environmental value of building reuse," *Preservation Green Lab, National Trust for Historic Preservation* (2011). S. VI

¹⁵⁰ vgl. o.V., "Flächeninanspruchnahme," Umweltbundesamt, 2020, aufgerufen am 13.01.2020, https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme/.

¹⁵¹ vgl. o.V., "Sanierung," in *Duden online* (Berlin: Bibliographisches Institut GmbH). <https://www.duden.de/rechtschreibung/Sanierung>.

¹⁵² vgl. "Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung, zum Schutz der Umwelt im Ausland und über das österreichische JI/CDM-Programm für den Klimaschutz" Number UFG, Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung, zum Schutz der Umwelt im Ausland und über das österreichische JI/CDM-Programm für den Klimaschutz (BGBl. Nr. 185/1993)

¹⁵³ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.131f

¹⁵⁴ vgl. Ralph Henger et al., "Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Energiewende im Gebäudesektor," IW Policy Paper (2014). S.17

¹⁵⁵ vgl. Rüdiger Paschotta, "Energetische Sanierung von Gebäuden," RP-Energie-Lexikon, RP Photonics Consulting GmbH, aufgerufen am 30.04.2020, https://www.energie-lexikon.info/energetische_sanierung_von_gebaeuden.html.

¹⁵⁶ vgl. Marvin King und Michael Trübstein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.27

¹⁵⁷ vgl. Ralph Henger et al., "Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Energiewende im Gebäudesektor." S.17

¹⁵⁸ Der Bauwert beschreibt den Wert des Bauwerks. Bei seiner Ermittlung werden von den Gesamtkosten die technische und wirtschaftliche Wertminderung abgezogen. vgl. "OIB Richtlinien Begriffsbestimmung OIB-300-008/07" Number OIB Richtlinien Begriffsbestimmung OIB-300-008/07 S.7

dieser vier Teile gemeinsam erneuert werden: Fensterflächen, oberste Geschoßdecke, Fassadenfläche und Haustechniksystem.¹⁵⁹ Die Sanierungsverordnung 2008 konkretisiert eine umfassende thermisch-energetische Sanierung durch zeitgleiche Renovierungsarbeiten an der Gebäudehülle und/oder der Haustechnik, soweit zumindest drei der folgenden Teile der Gebäudehülle und/oder der Haustechnik zusammen erneuert oder renoviert werden: Fensterflächen, Dach oder oberste Geschoßdecke, Fassadenfläche, Kellerdecke und energetisch relevantes Haustechniksystem.¹⁶⁰

Die **Sanierungsrate** hat sich seit 2010 nicht, wie zur Erreichung der Klimaschutzziele in Österreich festgelegt, verdreifacht, sondern halbiert.¹⁶¹ In Wien sank die Sanierungsrate von 0,4% (2016) auf 0,3% (2017). Dies führt zu vermehrtem Wohnungsleerstand und senkt den energetischen Standard des gesamten Wiener Wohnungsbestandes.¹⁶² Parallel zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes müssen Neubauten neben der Einhaltung von thermisch-energetischen Standards so geplant und errichtet werden, dass sie langfristig genutzt werden können und ihre Lebensdauer, zum Beispiel durch flexible Gebäudestrukturen, verlängert wird.¹⁶³ Die EU-Gesetzgebung verpflichtete deshalb alle Mitgliedsstaaten 2018 eine langfristige Sanierungsstrategie zu entwickeln, deren Zwischenziele auf einen bis 2050 dekarbonisierten Gebäudebestand abzielen. Zudem müssen ab 2021 alle in der EU neu errichteten Gebäude als Niedrigstenergiegebäude ausgeführt werden.¹⁶⁴

¹⁵⁹ vgl. ebd. S.7

¹⁶⁰ vgl. "Gesetz über die Förderung des Wohnungsneubaus und der Wohnhaussanierung und die Gewährung von Wohnbeihilfe" Nummer WWFSG 1989, Gesetz über die Förderung des Wohnungsneubaus und der Wohnhaussanierung und die Gewährung von Wohnbeihilfe (LGBl. Nr. 18/1989)

¹⁶¹ Steffl, Unterkircher, Wahlmüller: GLOBAL 2000 – Wohnbaueck 2018. Wien 2018

¹⁶² vgl. Lukas Kranzl und Andreas Müller, "Erhöhung der Sanierungsrate! Aber wie wird diese definiert?" (IEWT, Wien, TU Wien - Energy Economics Group (EEG), 2019).

¹⁶³ vgl. Gottfried Kirchengast et al., "Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP)."

¹⁶⁴ vgl. "Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz" Nummer. Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz

6.d Kausalität der Emissionen im Gebäudesektor

i. International

Seit 1970 stiegen die indirekt und direkt durch Gebäude verursachten THG-Emissionen kontinuierlich an und machen aktuell 19 % der weltweiten THG-Emissionen aus, wobei der Betrieb von Wohngebäuden für 11,7 % der Emissionen verantwortlich ist.¹⁶⁵ Die Energienachfrage im Gebäudebereich steigt global weiterhin an, was auf den Anstieg in Besitz und die Nutzung von energieverbrauchenden Geräten, die rasche Zunahme der weltweiten Gebäudefläche sowie den verbesserten Zugang zu Energie in Entwicklungsländern zurückzuführen ist.¹⁶⁶ In Kaltklimaregionen¹⁶⁷ das Heizen und die Warmwasserbereitstellung ca. 80 % des Energieverbrauchs in Haushalten ausmachen.¹⁶⁸ Dabei stammt weltweit nur 9,8 % der Energie, welche zum Heizen und Kühlen aufgewendet wird, aus erneuerbaren Energie.¹⁶⁹ Da die Wärme- und Kälteversorgung stark lokalisiert ist und oft dezentral direkt am Bedarfspunkt in Wohngebäuden erzeugt wird, ist die weltweite Erhöhung des Anteils an erneuerbare Energien im Wärme- und Kältesektor für Wohngebäude komplex. Zu dem kommt, dass Infrastrukturen für den Transport von thermischer Energie aufwändig und unwirtschaftlich zu errichten sind.¹⁷⁰

ii. Österreich

Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen in alle Gebäudetypen sind in Österreich für 10,1% der CO₂-Emissionen verantwortlich, was ca. 8,3 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr entspricht.¹⁷¹ Dadurch emittiert der Betrieb österreichischer Gebäude annähernd gleich viel Treibhausgase wie die Landwirtschaft und wird nur vom Verkehr und der Industrie übertroffen. Die gebäudebezogenen Emissionen sanken zwischen 1990 und 2014, steigen aber seither wieder kontinuierlich an.¹⁷²

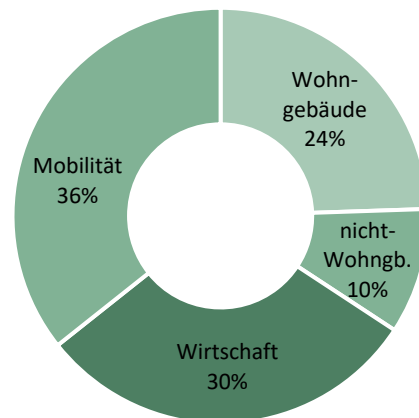


Abbildung 2: österreichischer Energieverbrauch nach Sektoren Österreich 2017; Quelle: Nutzenergieanalyse für Österreich (Ausgabe 1993-2017 der Bundesanstalt Statistik Austria) und Energiebilanzen für Österreich (Ausgabe 1970-2017 der Bundesanstalt Statistik Austria)

¹⁶⁵ vgl. Oswaldo Lucon et al., "Buildings," in *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014).

¹⁶⁶ vgl. o.V., "2019 Global Status Report for Buildings and Construction." S. 678

¹⁶⁷ Länder in kalten Klimazonen sind z.B. Österreich, Kanada, Deutschland, Estland, Lettland, Großbritannien, Finnland, Schweden und Dänemark.

¹⁶⁸ vgl. S. Rasoul Asaee et al., "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings." S.88

¹⁶⁹ vgl. Hannah E Murdock et al., "Renewables 2019 Global Status Report." S.33

¹⁷⁰ vgl. ebd. S.36

¹⁷¹ vgl. o.V., "Klimaschutz im Wohnbau," Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, letzte Änderung: 22.01.2020, aufgerufen am 01.08.2020,

https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/Wohnbau.html. und vgl. Barbara Ruhsmann et al., "Agenda für ein neues Wohnrecht," Forum Wohn-Bau-Politik (Wien, 2020). S.59

¹⁷² vgl. Barbara Ruhsmann et al., "Agenda für ein neues Wohnrecht." S.59

Österreichische Privathaushalte wenden 82% der Energie für das Beheizen von Räumen und Brauchwasser auf.¹⁷³ Der gesamte Heizwärmebedarf (HWB) des österreichischen Gebäudesektors betrug 2018 ca. 65 TWh.¹⁷⁴ 2014 und 2015 heizten von rund 3,8 Mio. Haushalten in Österreich ca. 1 Mio. Haushalte mit dem fossilen Heizträger Gas, ca. 945.000 wurden durch Fernwärme versorgt, ca. 611.000 heizten mit Brennholz und ca. 603.000 mit Heizöl. Die mit Abstand am meisten verwendete Heizungsart waren Haussetagenheizungen (rund 1,9 Mio.), gefolgt von Fernwärmeanschlüssen.^{175,176}

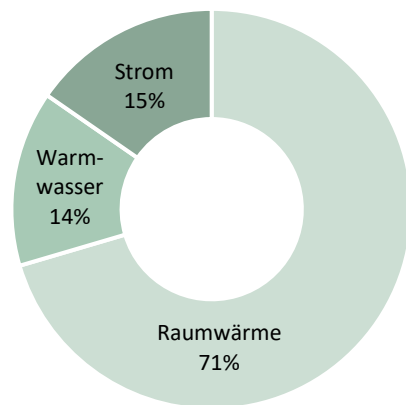


Abbildung 3: Energieeinsatz in österr. Haushalten

15% der Energie werden in österreichischen Haushalten durch Anwendungen auf Strombasis, wie das Verwenden von Elektrogeräten, die Beleuchtung oder das Kochen konsumiert. In den Jahren 2017/2018 bezogen ca. 3,9 Mio. österreichische Haushalte Strom, davon hatten alle einen Netzzugang, während ca. 131.000 Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) zur Eigenversorgung verwendeten. Der verbrauchte Strom kam zu ca. 2% aus Photovoltaik-Eigenproduktion, der Rest wurde vom Netz bezogen. Somit stammten ca. 71% des Strom der österreichischen Haushalte aus erneuerbaren Energiequellen, 5% von biogenen Brennstoffen und 24% von fossilen Brennstoffen.¹⁷⁷

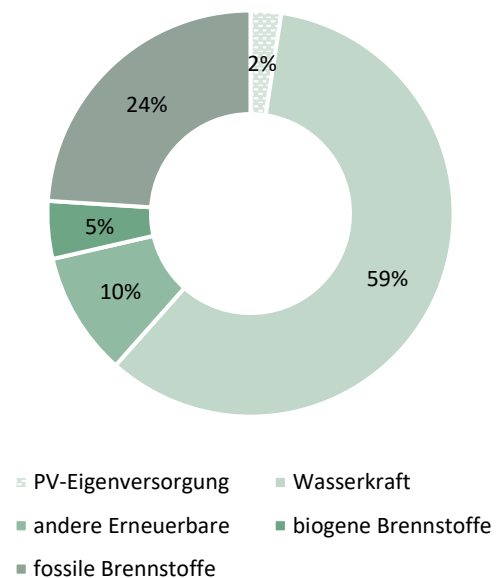


Abbildung 4: Strombezug österr. Haushalte

¹⁷³ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Langfristige Renovierungsstrategie OIB-330.6-022/19-069" Number OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Langfristige Renovierungsstrategie OIB-330.6-022/19-069 S.13

¹⁷⁴ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.80

¹⁷⁵ vgl.,Statistik Austria "Konsumerhebung 2014/15" (2015),

¹⁷⁶ vgl. Vanessa Lechinger, "Und wie heizt du so? Was Kohle, Heizöl und Co. in Österreich für eine Rolle spielen," *Arbeit&Wirtschaft Blog, Bundesarbeitskammer*, 24.02.2020, aufgerufen am 30.04.2020 <https://awblog.at/und-wie-heizt-du-so/>.

¹⁷⁷ vgl. o.V., "Statistikbroschüre 2019 (Wien: E-Control, 2019). und vgl.,Statistik Austria "Gesamteinsatz aller Energieträger 2017/2018 in Gigajoule",

iii. Wien

36% des Wiener Energieverbrauchs wird für das Heizen, Kühlen und die Warmwasseraufbereitung von Gebäuden aufgewendet. Das Beheizen der Privathaushalte ist für 18% der Wiener THG-Emissionen verantwortlich.¹⁷⁸ Gas dominiert als Energieträger beim Heizen in Wien, dicht gefolgt von der Fernwärme. Während 42% der Heizenergie stammt aus Erdgas und 40% aus Fernwärme. 53% der Wiener Haushalte haben eine auf Erdgas basierte Heizung und 24% der Wiener Haushalte nutzen einen Fernwärmeanschluss.^{179,180}

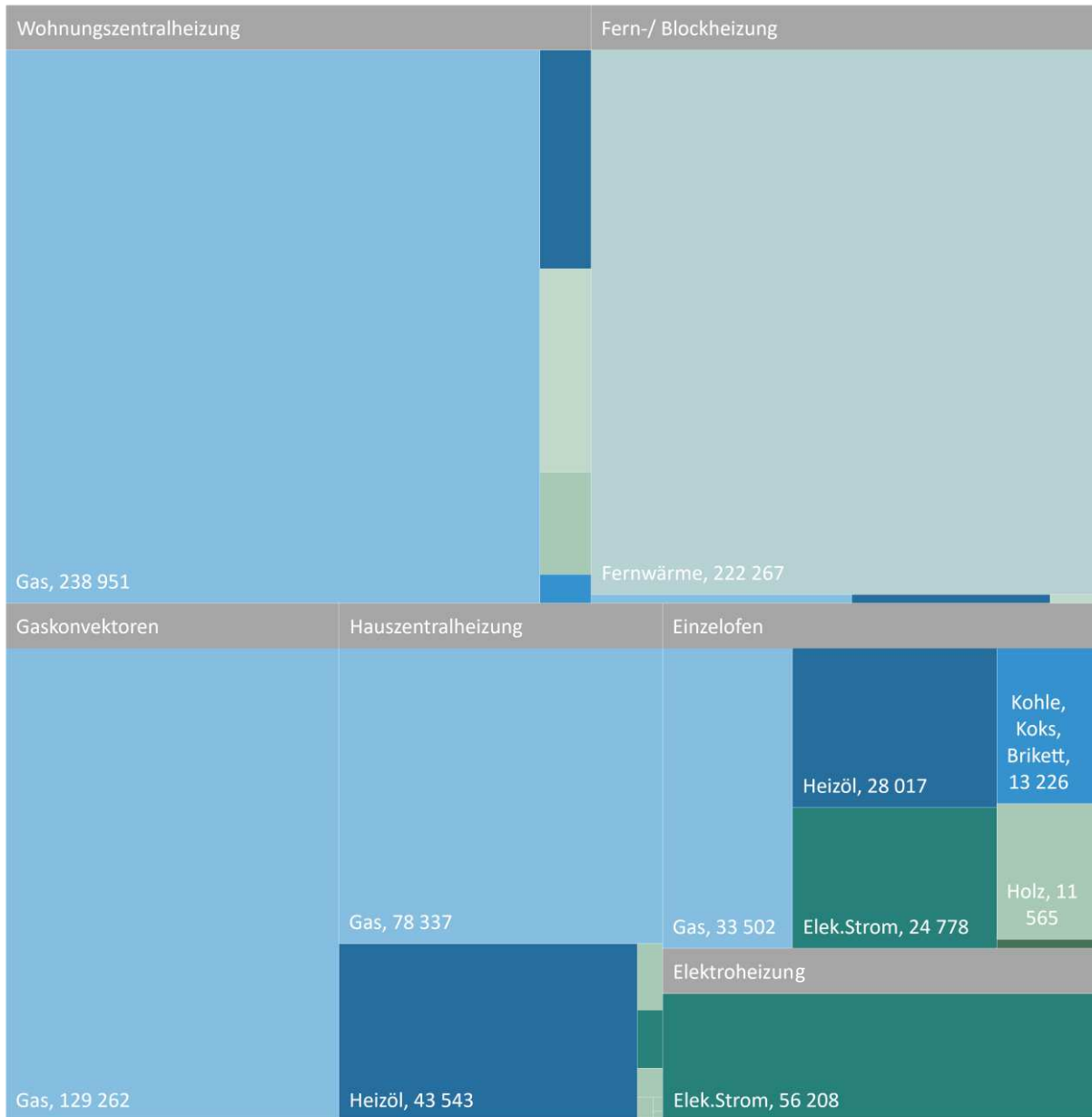


Abbildung 5: Heizarten und Heizträgerkombinationen in Wohnungen in Wien nach Anzahl der Haushalte

¹⁷⁸ vgl. Ina Homeier et al., "Short Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.

¹⁷⁹ vgl. Bernd Vogl et al., "Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien." S.48

¹⁸⁰ vgl. Statistik Austria "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen und Heizungsart, überwiegende nach Großgemeinde",

Bei Wohnungen im Wiener Gemeindebesitz ergibt sich ein anderes Bild. Die Fernwärme dominiert hier als Heizsystem, 56% der Wohnungen sind an das Fernwärmenetz angeschlossen und 33% der Wohnungen werden mit Gas beheizt.^{181 182}

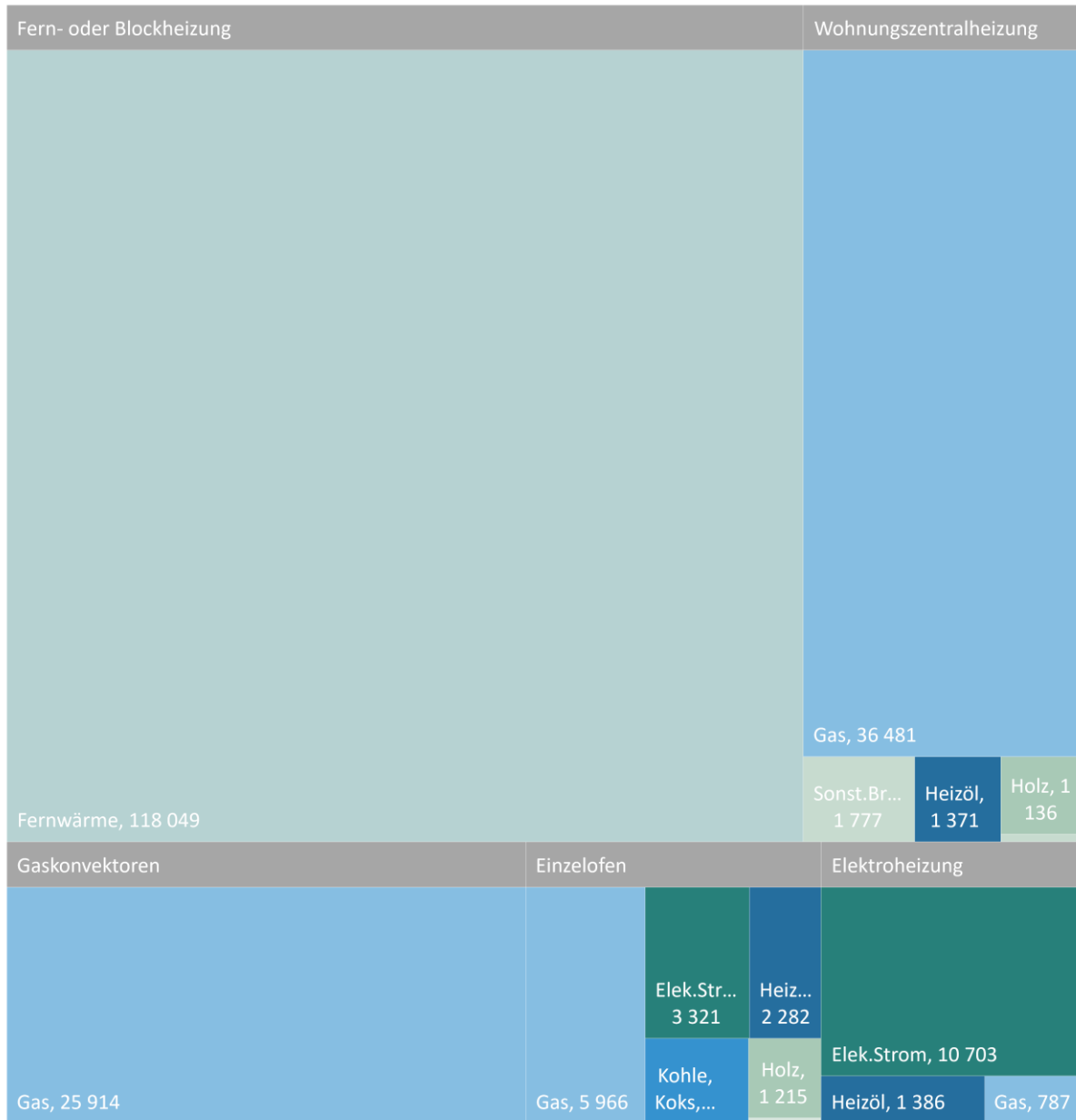


Abbildung 6: Anzahl der Gemeindewohnungen: Heizarten und Heizträgerkombinationen

¹⁸¹ vgl. Statistik Austria "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen, Rechtsgrund für die Wohnungsbenützung und Heizungsart, überwiegende nach Eigentümer des Gebäudes und Großgemeinde", Bauperiode_nach_Wohnungsbeheizung_2001.xlsx.

¹⁸² vgl. Statistik Austria "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen und Heizungsart, überwiegende nach Großgemeinde",

7. Wohnen in Österreich und Wien

7.a Geschichte der Wohnungspolitik

Österreichs Städte sind vom **Mietwohnungsmarkt** geprägt und haben trotz Privatisierungstendenzen im europäischen Vergleich einen der höchsten Wohnungsbestände im Eigentum der öffentlichen Hand und einen hohen Anteil an Sozialwohnungen.¹⁸³

Bis zu **Beginn des 20. Jahrhunderts** gab es in Österreich nur den privaten unregulierten Wohnungsmarkt. Im 19. Jahrhundert versuchte man in Wien zuerst mit Steuererleichterungen für Bauherr*innen und Steuerbefreiungen für Neubauten der Wohnungsnot entgegen zu treten. Der 1. Weltkrieg verschärfte die Wohnungsnot und im Jahr 1917 wurden nach einer Notverordnung die Mietzinse nicht mehr erhöht. 1922 wurden **Mietzinsbeschränkungen** eingeführt, was zusammen mit Inflation und Verlusten durch den Krieg bewirkte, dass Privatinvestoren das Interesse an Bautätigkeit verloren, wodurch die Stadt Wien Grundstücke günstig erwerben konnte. Darauf baute sie zwischen 1920 und 1934 über 60.000 Gemeindewohnungen. Als Fortsetzung des Grundstückserwerbs und der Bautätigkeit der Stadt Wien entstand der geförderte Wohnbau, auch Genossenschaftswohnbau, und die Gemeindewohnungsvergabe in den 1950-er Jahren.¹⁸⁴

In der **Nachkriegszeit** musste in kurzer Zeit eine möglichst große Anzahl an Wohnungen errichtet werden. Zudem wurden für die Wohnbauförderung neue gesetzliche Grundlagen geschaffen, wodurch gemeinnützige Bauvereinigungen verstärkt neben dem kommunalen Sozialwohnungsbau den sozialen Wohnbau trugen. In den späteren Jahrzehnten trat die Qualität der Bauten in den Vordergrund: Städtebauliche Vorgaben mussten eingehalten werden und die erhöhten Ansprüche der Bewohnenden musste Rechnung getragen werden.¹⁸⁵ Nach der rapiden Stadterweiterung mit Fokus auf Großprojekte am Stadtrand, wurden in Wien mit dem Programm der **sanften Stadterneuerung** in den 80er-Jahren unzählige Altbestände in Gründerzeitviertel revitalisiert. Dabei wurden Gebäude saniert, Substandardwohnungen modernisiert und kleine Zinshauswohnungen zusammengelegt. Gleichzeitig hatte sich der gemeinnützige Wohnbau in Österreich als Wirtschaftsfaktor etabliert und die gemeinnützige Wohnbauwirtschaft baute vorwiegend für den Mittelstand. Dadurch wurde die Wohnungslage für Menschen mit geringem Einkommen zweifach verschlimmert, da die Anzahl kostengünstiger Substandard-Wohnungen in privaten Zinshäusern und sowie die der frei verfügbaren Gemeindewohnungen parallel sank. Seit der parlamentarischen Wohnrechtsenquete im Jahr 1991 hält die Kritik der fehlenden sozialen Wirkung im sozialen Wohnbau an. Nach Ruhsmann muss sich die Gemeinnützigkeit demnach verstärkt um die Wohnraumversorgung von Bevölkerungsschichten mit geringem Einkommen kümmern.¹⁸⁶

In den letzten 20 Jahren hat sich parallel zum österreichischen BIP-Wachstum der Umsatz von Arbeitsaufträgen im Bausektor verdoppelt. Seit 2008 stagniert die tatsächliche Produktion im Bausektor jedoch. In der Folge war das reale Wirtschaftswachstum der Bauwirtschaft in Österreich von 2008 bis

¹⁸³ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing," (laufend).

¹⁸⁴ vgl. Barbara Ruhsmann, "Wer trägt die Verantwortung für leistbares Wohnen?," Forum Wohn-Bau-Politik, 2019, aufgerufen am 07.02.2020, <http://forumwohnbaupolitik.at/wer-traegt-die-verantwortung-fuer-leistbares-wohnen/>.

¹⁸⁵ vgl. Peter Eigner et al., "Sozialer Wohnbau in Wien - Eine historische Bestandsaufnahme," in *Jahrbuch des Vereins für die Geschichte der Stadt Wien 1999* (Wien: Verein für Geschichte der Stadt Wien, 1999).

¹⁸⁶ vgl. Barbara Ruhsmann, "Wer trägt die Verantwortung für leistbares Wohnen?."

2015 negativ.¹⁸⁷ In Wien ist der städtische Neubau in den letzten Jahren stark angestiegen: Zwischen 2005 und 2014 wurden zirka 5.000 Wohnungen pro Jahr fertiggestellt, aktuell liegt die jährliche Neubauleistung bei 10.000 Wohnungen, wofür fast ausschließlich der Geschosswohnungsbau verantwortlich ist.¹⁸⁸

7.b Rechtliche Grundlagen

Die starke Prägung österreichischer Städte durch den Mietwohnungsmarkt resultierte in **vier Mietwohnungsteilmärkten**, welche differenziert voneinander funktionieren: Gemeindewohnungen (24,7%), geförderte Mietwohnungen (20,7%), regulierte private Mietwohnungen (27,1%) und nicht- bzw. teil-regulierte private Mietwohnungen (7,6%). Die einzelnen Sektoren haben verschiedene Eigentümer*innenstrukturen und eigene Mietrechte mit unterschiedlichen Mietzinsregulierungen, Instandhaltungspflichten und Mietendenrechte.¹⁸⁹ Gemeindewohnungen sind im Eigentum von Gemeinden und unterliegen dem Mietrechtsgesetz (MRG).¹⁹⁰ Geförderte Wohnungen werden durch das Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz (WGG) geregelt,¹⁹¹ die privaten Wohnungen unterliegen bis Baujahr 1945 dem Vollanwendungsbereich des MRG. Später gebaute Wohnungen unterliegen nur teilweise den Regulierungen des MRG.¹⁹² Immobilienhändler*innen kritisieren die Mietzinsregulierung im Mietrechtsgesetz, u.a. da Sanierungen im Altbaubestand dadurch nicht wirtschaftlich rentabel sind: Altbauwohnungen müssen auch nach einer Sanierung zum gleichen Richtwertmietzins vermietet werden. So kann es passieren, dass sanierte Altbauwohnungen gesetzlich einen geringeren Mietzins haben als Wohnungen aus den 1960-er oder 1970-er Jahren von geringerer Qualität.¹⁹³ Die Kaltmieten sind relativ gering, da Mietzinserhöhungen und Kündigungen von Mietverträgen durch die Regelungen im MRG schwer durchführbar sind und Wohnbauförderungen den Bau neuer Wohneinheiten unterstützen.¹⁹⁴

Betriebskosten sind nach dem MRG auf Mietende umlegbar und werden für die Wasserversorgung, Kanalräumung, Beleuchtung, Rauchfangkehrung, Müllabfuhr, Schädlingsbekämpfung, Gebäude-, Glas- und Haftpflichtversicherung, Gemeinschaftsanlagen, Verwaltungskosten, Grundsteuer und Hausmeisterarbeiten veranschlagt. Außerdem sind Mietende verpflichtet, die Heizung warten zu lassen.¹⁹⁵

Um Instandhaltungsarbeiten seitens der Vermietenden finanzieren zu können, müssen diese laut MRG die **Mietzinsreserven** der letzten 10 Jahre dafür aufwenden. Bei der Vermietung von Gemeindewohnungen ist die Mietzinsreserve jener Restbetrag, der den Vermietenden von Mieteinnahmen und Vermietungsausgaben verbleibt. Zur Aufwendung der Mietzinsreserven der letzten 10 Jahre, müssen

¹⁸⁷ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing."

¹⁸⁸ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht." S.3

¹⁸⁹ vgl. ebd. S.5

¹⁹⁰ vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Number MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

¹⁹¹ vgl. "Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen" Number WGG, Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)

¹⁹² vgl. MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

¹⁹³ vgl. Barbara Ruhsmann, "Wer trägt die Verantwortung für leistbares Wohnen?."

¹⁹⁴ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing."

¹⁹⁵ vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Number MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

Vermietende außerdem zur Verfügung stehende Sanierungsförderungen heranziehen. Falls die dadurch akkumulierte Geldsumme nicht reicht, kann die Miete bis zu 10 Jahre erhöht werden.¹⁹⁶

Im WGG wird dies durch einen **Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag** als festgesetzten Teil der Miete geregelt. 2019 mussten Mietende 0,5 €/m² pro Monat ab dem fünften Jahr nach Einzug beisteuern. Pro Jahr steigt der Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag um 12% bis auf max. 2 €/m² und wird alle zwei Jahre an die Preisentwicklung angepasst. Wenn der Betrag nicht innerhalb von 20 Jahren für Erhaltungs- und Sanierungsarbeiten aufgewendet wird, geht er zurück an die Mietenden. Falls die angesparte Geldsumme nicht für angesetzte Maßnahmen ausreicht, kann auch hier die Miete temporär erhöht werden.¹⁹⁷

Wohnungs- und Sanierungsförderungen

Im internationalen und europäischen Vergleich zeichnet sich die österreichische Wohnungspolitik durch ein erheblich hohes Maß an direkten **Objektsubventionen** aus. Bereits 1910 entstand der Wohnungsfürsorgefonds, die erste Wohnbauförderung aus öffentlichen Mitteln, welche 1921 durch den Bundes-Wohn- und Siedlungsfonds (BWSG) ergänzt wurde. Aufgrund der Kriegszerstörungen durch den 2. Weltkrieg wurde die Wohnbauförderung finanziell gestärkt und ausgedehnt. 1948 wurde zuerst der Wohnhaus-Wiederaufbaufonds gegründet, danach der Bundes-Wohn- und Siedlungsfonds reaktiviert und 1954 die Wohnbauförderung eingeführt. Aus den Mitteln des Bundes-Wohn- und Siedlungsfonds wurde die Versorgung der finanziell schlechter gestellten Bevölkerung gesichert, indem Kommunen und gemeinnützige Bauvereinigungen Zuschüsse zur Errichtung von Mietwohnungen bekamen. Ebenso wurden private Eigentümer*innen finanziell unterstützt, um Wohnungen zu errichten und zu sanieren.¹⁹⁸

Während anfangs der Bund die Wohnbauförderung leitete und die Bundesländer ergänzende Wohnbaufonds schufen, wurden zunehmend Kompetenzen an die Länder abgegeben. Seit 1985 verwalten die Bundesländer die Wohnbauförderung und seit 1989 können die Bundesländer durch die Aufhebung der Zweckbindung der Wohnbauförderung selbst über die Bedarfszuweisung entscheiden. Mit 2009 bestimmen sie unabhängig vom Bund das Fördervolumen. Während die Bundesregierung bis 2008 jährlich 1,8 Mrd. € vergab, subventionierten die Länder ebenfalls stark: 2006-2015 schwankte die Wohnbauförderung in Österreich zwischen 2,5 und 3 Mrd. €, lediglich in den Jahren 2005, 2016 und 2017 lag sie leicht unter 2,5 Mrd. €. Da die Wohnbaukosten im selben Zeitraum um fast 50 % gestiegen sind, ist die Wohnungsbauförderung jedoch real zurückgegangen, vor allem in Wien ist ein deutlicher Rückgang erkenntlich. Aktuell gibt das **Land Wien** für Wohnungspolitik jährlich zwischen 500 und 600 Mio.€ aus, dabei entfällt mehr als die Hälfte entfällt auf die Neubauförderung, ein Drittel auf die Sanierungsförderung (180 Mio. €) und 16% auf Subjektförderungen.¹⁹⁹

1972 wurde allen Österreicher*innen durch das Einkommenssteuergesetz eine staatliche Bausparprämie von 4,5 % zugesichert. So wurde das **Bausparen** zu einer der attraktivsten Anlageformen in

¹⁹⁶ §18 vgl. §18 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

¹⁹⁷ vgl. "Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen" Nummer WGG, Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)

¹⁹⁸ vgl. Artur Streimelweger, "Wohnbauförderung—eine Bestandsaufnahme," *Wirtschaft und Gesellschaft* 36, no. 4 (2010). S.546f

¹⁹⁹ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht." S.18

Österreich. Seit 1998 liegt die Prämie variabel zwischen 1,5 und 4 %.²⁰⁰ Pro Person beträgt die für 2020 festgelegte Bausparprämie zwischen 18 und 48 € jährlich.²⁰¹

Bundesförderungen

Die 2009 initiierte **Sanierungsoffensive der österreichischen Bundesregierung** wurde als Anreizinstrument für Unternehmen und Privatpersonen zur Reduktion des Energieverbrauches durch Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden geschaffen. Die Förderungen werden nach wie vor als einmalige, nicht rückzahlbare Zuschüsse gewährt.²⁰² Die Neuauflage der Sanierungsoffensive im Jahr 2018, hatte zum Ziel, die Sanierungsrate von ein auf zwei Prozent zu erhöhen. Dabei stellte die Initiative **Raus aus dem Öl** das Kernstück dar. Privatpersonen konnten durch die Förderschiene für den Tausch eines fossilen gegen ein klimafreundliches Heizsystem (laut Förderung: Holzcentralheizungen, Wärmepumpen oder hocheffiziente Nah-/Fernwärme) bis zu 5.000 € erhalten und für die thermische Sanierung der Gebäudeaußenhülle bis zu 6.000 €. Betriebe konnten bis zu 30% der Investitionskosten ersetzt bekommen. Gefördert werden mittlerweile neben neuen Anlagen auch die Demontage- und Entsorgungskosten für die alten Kessel- und Tankanlagen. 2018 wurde das Gesamtbudget von 42,6 Mio. € mit 7.678 Anträge ausgeschöpft. Neben der Raus-aus-dem-Öl-Förderung wurden Förderungen wie die klimaaktiv-Standard-Förderung für umfassende Sanierungen bis zu 6.000 €, die guter-Standard-Förderung für umfassende Sanierungen bis zu 5.000 € und Förderungen für Einzelbaumaßnahmen mit Heizungstausch bis zu 3.000 € vergeben.²⁰³

Im **Raus-aus-dem-Öl-Bonus 2019** wurde der Heizsystemtausch auch unabhängig von der gleichzeitigen Gebäudesanierung gefördert. Die Förderhöhen blieben im Wesentlichen unverändert: Bis 5.000 € im Ein- oder Zweifamilienhaus und bis zu 1.000 € im mehrgeschossigen Wohnbau. Thermischen Sanierungsmaßnahmen konnten mit bis zu 9.000 € gefördert werden, wobei max. 30 % der Investitionskosten gefördert werden konnten.²⁰⁴ Das Gesamtbudget hat sich im Vergleich zum Vorjahr erheblich verringert: Mit einem Gesamtbudget von 2,6 Mio. € wurden nur 6% der Finanzsumme des Vorjahresbudgets zur Verfügung gestellt, welche durch 6.555 Personen ausgeschöpft wurde.²⁰⁵ Für die Verlängerung der Förderaktion im Jahr 2020 stehen weitere 20 Mio. € zur Verfügung.²⁰⁶

Weitere **Förderaktionen des Klima- und Energiefonds 2019** waren die Förderaktion Solaranlagen, die Förderaktion Photovoltaik-Anlagen und die Förderaktion Holzheizungen.

Für die **Förderaktion Solaranlagen** im Jahr 2019 standen 500.000 € abzüglich Abwicklungs- und Programmkosten zur Verfügung, welche vollständig ausgeschöpft wurden. Pro Privatperson konnte für je

²⁰⁰ vgl. Manuel Diwosch, "Die Geschichte und das Prinzip des Bausparens in Österreich," aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.bausparenvergleich.at/geschichte-bausparens-oesterreich/>.

²⁰¹ vgl. o.V., "Ihre Bausparprämie," Bausparkasse der österreichischen Sparkassen Aktiengesellschaft, 2020, aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.sbausparkasse.at/de/bausparen/bausparpraemie>.

²⁰² vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing."

²⁰³ vgl. o.V., "„Raus aus dem Öl“-Bonus für Private 2019 - Neuauflage ab 23.09.2019, Kommunalkredit Public Consulting GmbH (Wien, 2019),

https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Private/TGS_Priv_2019/infoblatt_efh_sanierungsscheck2019.pdf.

²⁰⁴ vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Langfristige Renovierungsstrategie OIB-330.6-022/19-069" S.26

²⁰⁵ vgl. o.V., "„Raus aus dem Öl“-Bonus für Private 2019 - Neuauflage ab 23.09.2019."

²⁰⁶ vgl. o.V., "BMNT: Verlängerung der "Raus aus dem Öl" Förderung," Presseausendung, 2019,

https://www.ots.at/presseausendung/OTS_20190907_OTSS0004/bmnt-verlaengerung-der-raus-aus-dem-oel-foerderung.

eine Solaranlage um Förderung angesucht werden. Gefördert wurden neu errichtete Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Gebäuden und/oder zur Beheizung von Gebäuden, die eine Bruttokollektorfläche von mindestens 4 m² aufweisen, auf Gebäuden mit Baubewilligung vor 2005 errichtet wurden und überwiegend privat genutzt werden.²⁰⁷

Für die **Förderaktion Photovoltaik-Anlagen** 2019 standen 4,3 Mio. € abzüglich Abwicklungs- und Programmkosten zur Verfügung. Privatpersonen, Betriebe und Vereine konnte für neu installierte PV-Anlagen bis zu 5 kWpeak (kWp) um Förderungen ansuchen. Für freistehende Einzelanlagen wurden 250 €/kWp, für gebäudeintegrierte PV-Anlagen wurden 350 €/kWp, für Aufdach- Gemeinschaftsanlagen wurden 200 €/kWp und für gemeinschaftlich genutzte gebäudeintegrierte PV-Anlagen wurden 300 €/kWp gefördert.²⁰⁸

Für die **Förderaktion Holzheizungen** 2019 standen 1,5 Mio. € abzüglich Abwicklungs- und Programmkosten zur Verfügung. Privatpersonen wurden für die Errichtung neu installierte Pellet- und Hackgut-zentralheizungsgeräten, welche eine alte Holzheizung ersetzen, mit 800 € sowie für Pelletskaminöfen mit 500 € gefördert.²⁰⁹

Trotz der Sanierungsförderungen in Österreich hat sich die Anzahl der geförderten Sanierungsprojekte im Wohnbau zwischen 2010 und 2018 halbiert: Waren es 2009 und 2010 über 90.000 Einzelmaßnahmen und mehr als 30.000 umfassende Sanierungsmaßnahmen, wurden 2018 nur mehr zirka 45.000 Einzelmaßnahmen und 15.000 umfassende Sanierungsmaßnahmen gefördert. Da 2018 ca. 90% der Sanierungsvorhaben ohne Förderungen durchgeführt wurden, ist anzunehmen, dass die Förderungen nicht richtig ansetzen.²¹⁰

Förderungen in Wien

1984 wurde der Wiener Bodenbereitstellungs- und Stadterneuerungsfonds gegründet, um Baugrund für geförderten Wohnbau zu lukrieren und Sanierungen zu begleiten. Seit 1994 kauft der wohnfonds_wien Bauflächen, um geförderte Wohnprojekte darauf zu errichten. Diese werden nach wie vor in Form von Bauträger*innenwettbewerben durch den Grundstücksbeirat beurteilt, um sie zu bebauen.²¹¹ Heute ist die Hauptaufgabe des daraus entstandenen **wohnfonds_wien** Neubauten und umfassende Sanierungen gestalterisch und planerisch mit Programmen zu Stadterweiterung und Stadterneuerung zu begleiten.²¹² Der wohnfonds_wien vermittelt dabei als ein Fonds mit Rechtspersönlichkeit zwischen unterschiedlichen Akteur*innen der Stadt, wie Magistratsstellen, Hauseigentümer*innen und ihren Vertretungen.²¹³ Hauptziel ist es, leistbaren qualitätsvollen Wohnraum durch geförderten Wohnungsneubau und Sanierung zu schaffen.²¹⁴ 2018 wurden 110 durch den wohnfonds_wien

²⁰⁷ vgl. Stefan Reiningger, "Leitfaden Solaranlagen, Klima- und Energiefonds (Wien, 2019).

²⁰⁸ vgl. Stefan Reiningger, "Leitfaden Photovoltaik-Anlagen, Klima- und Energiefonds (Wien, 2019).

²⁰⁹ vgl. Stefan Reiningger, "Leitfaden Holzheizungen, Klima- und Energiefonds (Wien, 2019).

²¹⁰ vgl. APA, "Gebäudesanierung stagniert in Österreich seit Jahren," *Der Standard* (Wien) 2018, <https://www.derstandard.at/story/2000074108093/gebaeudesanierung-stagniert-in-oesterreich-seit-jahren>.

²¹¹ vgl. Wolfgang Winkler, "Der Gemeindebau - Eine Institution macht Geschichte Teil 1," (Österreich: ORF 3, 2018).

²¹² vgl. "Tätigkeitsbericht 2018 (Wien: wohnfonds_wien, 2019), http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/96_ppi_wfw_Tatigkeitsbericht_2019-1_-_fr_Website.pdf.

²¹³ vgl. o.V., "WOHNFONDS WIEN Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung," Stadt Wien, aufgerufen am 01.08.2020, <https://www.gemeinderecht.wien.gv.at/recht/gemeinderecht-wien/fonds-stiftungen/fonds/wohnfonds.html>.

²¹⁴ vgl. "Tätigkeitsbericht 2018."

geförderte Projekte mit insgesamt 3.332 Wohneinheiten fertiggestellt. Das Gesamtbauvolumen belief sich auf 152,7 Mio. €. ²¹⁵ Für die Sanierungsförderung gibt es unterschiedliche Förderschienen:

- THEWOSAN – thermisch-energetische Wohnhaussanierung
- Sockelsanierung: Modernisierung und Zubau bei bewohnten Gebäuden
- Totalsanierung: Renovierung bestandsfreier Häuser, was im Bedarfsfall auch einen Abbruch und Neubau bedeuten kann
- Einzelverbesserungsmaßnahmen

Voraussetzung für eine Sanierungsförderung ist ein Sanierungskonzept mit der Berechnung des Heizwärmebedarfes vor und nach der Sanierung, welcher das 1,65-fache eines Niedrigstenergiegebäudes nicht überschreiten darf, ausgenommen davon sind denkmalgeschützte Gebäude. Das zu sanierende Gebäude muss mindestens 20 Jahre alt sein, ausgenommen bei Maßnahmen für behinderte Menschen, Fernwärmeanschluss und der Sanierung von Kleingartenhäusern. Ziel der Sanierung muss eine Reduktion der Luftschadstoffe, des Heizwärmebedarfs und der CO₂-Emissionen des Gebäudes ohne Komfortverlust sein. ²¹⁶ Abhängig von der Energiekennzahl der Wohnräume werden 60 - 170 €/m² Nutzfläche und maximal 30% der Gesamtbaukosten gefördert. Eine weitere Förderung für hocheffiziente alternative Systeme für 30 €/m² Nutzfläche kann angeschlossen werden. ²¹⁷

Konkret werden bauliche Maßnahmen zur thermischen Sanierung der Gebäudehülle, wie Wärmedämmungen von Außenbauteilen, der Tausch von Fenster und Türen gefördert. Als ergänzende Maßnahmen werden Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades bestehender Anlagen, die Dämmung der Verteilungsleitungen und die Errichtung von Be- und Entlüftungsanlagen gefördert. Des Weiteren wird die Umstellung oder Errichtung von Heizungs- und Warmwasseraufbereitungsanlagen mit energieeffizientem, CO₂-ärmerem oder erneuerbarem Energieträger gefördert, wie z.B. Heizöl auf Fernwärme sowie der Umstieg von Gas, Kohle oder Heizöl auf Biomasse oder die Errichtung einer Solaranlage. Hocheffiziente alternative Energiesysteme, wie der Anschluss an die Fernwärme, erneuerbare Energieträger und Wärmepumpensysteme werden bevorzugt gefördert. ²¹⁸ Obwohl bei der THEWOSAN explizit von einer thermischen als auch einer energetischen Sanierung gesprochen wird, stellen energetische Sanierungsmaßnahmen, wie der Heizungstausch keine Voraussetzung für einen Förderzuschlag dar und sind ohne zeitgleiche bauliche Maßnahmen zur Reduktion des jährlichen Heizwärmeverbrauchs (thermische Sanierung) nicht förderbar.

Mit dem Projekt **RenoBooster** der Magistratsabteilung für Technische Stadterneuerung (MA 25) soll eine zentrale Anlaufstelle für Wohnhaus-Sanierungen eingerichtet werden, deren Zielgruppen Eigentümer*innen von Wohngebäuden sind. Der One-Stop-Shop soll Informations- und Beratungsangebote zu rechtlichen Aspekten sowie zu Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten bei Wohnhaus-Sanierungen bieten und so Sanierungsprozesse im privaten Wohnbau erleichtern und den Umfang und Qualität dieser steigern. ²¹⁹

²¹⁵ vgl. ebd.

²¹⁶ vgl. o.V., "Thermisch-energetische Wohnhaussanierung, wohnfonds_wien (Wien, 2019), http://www.wohnfonds.wien.at/downloads/san/erstinfo_thewosan.pdf.

²¹⁷ vgl. o.V., "Thewosan: die thermisch-energetische Wohnhaussanierung," wohnfonds_wien, aufgerufen am 11.02.2020, <http://www.wohnfonds.wien.at/article/id/492>.

²¹⁸ vgl. o.V., "Thermisch-energetische Wohnhaussanierung."

²¹⁹ vgl. o.V., "Projekt RenoBooster - Ablauf und Ziele," Stadt Wien | Technische Stadterneuerung, aufgerufen am 11.02.2020, <https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/foerdern/projekt-renobooster/beschreibung-ziele.html>.

Photovoltaikanlagen werden durch das Land Wien mit 250 €/kWp gefördert. Ab 100 kWp Nennleistung beträgt der Zuschuss pro kWp 200 € bis zu einer Obergrenze von 500 kWp. Die maximale Förderungshöhe für PV-Anlagen sind 105.000 € bzw. maximal 30% der Gesamtinvestition.²²⁰ Zum Vergleich: ein 4-Personen Haushalt benötigt in Deutschland im Durchschnitt ca. 4.000 kWh, was eine PV-Anlage mit einer Nennleistung von 4kWp und einer Fläche von 40m² decken kann.²²¹ Stationäre Lithiumspeicher werden für Einfamilienhäuser bis 5kWh bzw. für Mehrfamilienhäuser, Betriebsgebäude bis zu 10 kWh Nennkapazität sowie Lastmanagementsysteme gefördert.²²²

Durch das Land Wien werden mit der **Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020** neu installierte Wärmepumpen im Neubau und der Umstieg von fossilen Energieträgern (Gas, Kohle, Öl) oder elektrischen Direktheizungen auf Wärmepumpen im Gebäudebestand gefördert. Es werden Wasser-, Sole- und Luft-Wärmepumpen für Raumheizung und Warmwasserbereitung in Wohnbauten gefördert. Die Förderhöhe hängt von der Nennwärmeleistung ab, beträgt jedoch maximal 150.000 €. Energieeffizienzmaßnahmen können zusätzlich mit 30% der Investitionskosten gefördert werden, jedoch mit maximal 7.500 €. Seit 2020 gibt es, wie bei der Bundesförderung *Raus aus Öl*, die Möglichkeit, neben der Wärmepumpe auch notwendige Umbauarbeiten zu fördern.²²³

Mit der Förderung der **Erzeugung von Ökostrom und von Energieeffizienzmaßnahmen und -programmen** des Landes Wien soll die Erreichung der Marktreife neuer Technologien im Bereich Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien unterstützt werden. Zudem werden Auskoppelungsanlagen, zentrale und dezentrale Wärmepumpen zur Temperaturerhöhung, Verteilnetzzentralen und Verteilnetze zur Versorgung von mindestens vier Objekten im Gesamtnetz Wien mit 40% vom Land Wien und 60% durch die Bundesförderung gefördert. Das Wiener Gesamtförderbudget dafür beträgt 500.000 €, förderberechtigt sind natürliche und juristische Personen.²²⁴

²²⁰ vgl. o.V., "Photovoltaik Landesförderung Wien," Kommunalkredit Public Consulting GmbH, 2020, aufgerufen am 10.05.2020,

https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Private/ENV_private/infoblatt_pv_wien.pdf.

²²¹ vgl. Oliver Wulf, "Die Leistung von Photovoltaikanlagen," DAA Deutsche Auftragsagentur GmbH, 2019, aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/leistung>.

²²² vgl. Bernd Vogl et al., "Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien." und vgl. o.V., "Förderungen Wien," Bundesverband Photovoltaic Austria, aufgerufen am 31.01.2020, <https://www.pvaustria.at/forderungen/wien/>.

²²³ vgl. o.V., "Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020, Stadt Wien (Wien, 2020), <https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/ahs-info/pdf/foerderrichtlinie-waermepumpen.pdf>.

²²⁴ vgl. o.V., "Förderungsrichtlinie 2020 für die Förderung der Erzeugung von Ökostrom und von Energieeffizienzmaßnahmen und -programmen Land Wien (2020), <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/ahs-info/pdf/richtlinie-oekostrom.pdf>.

7.c Wiener Wohnen

Die größte kommunale Hausverwaltung Europas *Wiener Wohnen* verwaltet rund 220.000 Gemeindewohnungen in über 1.750 Wohnanlagen, welche von rund 500.000 Menschen bewohnt werden, somit wohnt jede*r vierte Wiener*in in einem Gemeindebau. Der Großteil der Bauten stammt aus der Nachkriegs- und Zwischenkriegszeit.²²⁵ Die Unternehmung *Stadt Wien - Wiener Wohnen* besitzt 31% des städtischen Mietwohnungsbestandes, beschäftigt 4.000 Angestellte der Stadt und ist kein kommerzielles Unternehmen, sondern Teil des Stadtmagistrats.²²⁶ Ihr Vermögen wird jedoch vom Gemeindevermögen gesondert verwaltet.²²⁷ Neben der Schaffung neuen Wohnraumes ist ihre vorrangige Aufgabe die Bewirtschaftung der städtischen Wohnhausanlagen und die Revitalisierung dieser.²²⁸

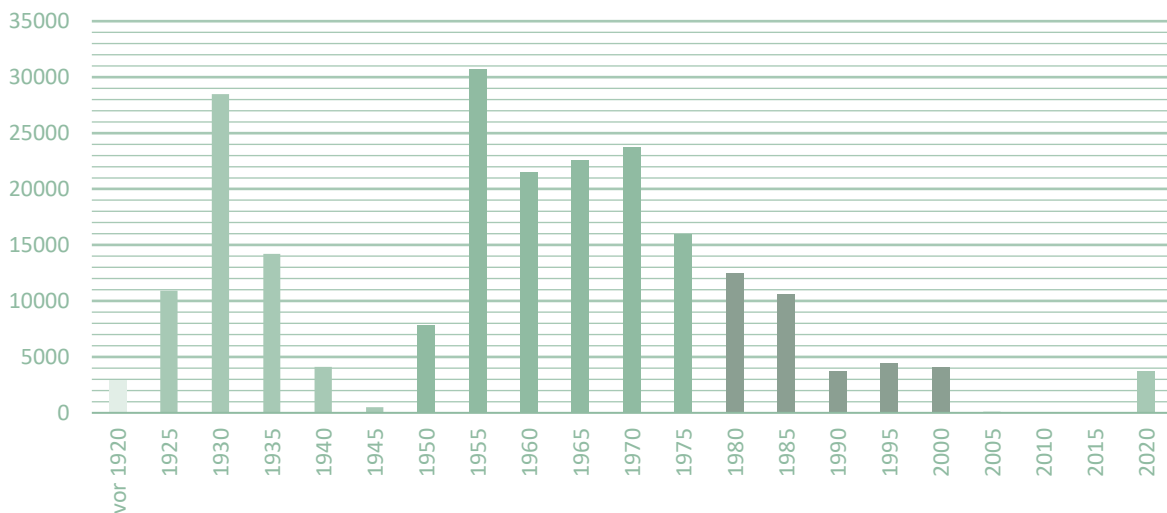


Abbildung 7: Fertigstellungsjahr der Wohnungen von Wiener Wohnen

Die ersten Gemeindewohnungen wurden in der Zeit des **Roten Wien** (1919-1934) in großvolumigen Projekten errichtet und machen mit 65.000 Einheiten ein Drittel des gesamten Gemeindewohnungsbestandes aus.²²⁹ Nach dem Zweiten Weltkrieg war jede sechste Gemeindebauwohnung zerstört, was zu einer unglaublichen **Wiederaufbautätigkeit** führte. Zwei Jahre nach Kriegsende wurde mit der aus Bauschutt gefertigten Per-Albin-Hansson-Siedlung West der Wohnungsbau wieder aufgenommen. Zwischen 1951 und 1970 wurden 96.000 Gemeindewohnungen fertiggestellt. Die Charta von Athen nahm in dieser Zeit auch auf Wien Einfluss, indem das 8-Punkte-Programm unter Bürgermeister Jonas mitunter zu Funktionstrennung und räumlicher Entflechtung von Arbeiten, Wohnen und Freizeit zum Dogma einer Auto-gebundenen Stadt führte.²³⁰ Das Programm brachte u.a. Großbauten, wie die Großfeldsiedlung in den 1960-ern und die Errichtung großer Infrastrukturen wie das Fernwärmenetz hervor.

²²⁵ vgl. o.V., "Wiener Wohnen - Gemeindewohnungen."

²²⁶ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht."

²²⁷ vgl. "Verordnung des Gemeinderates, mit der ein Statut für die Unternehmung "Stadt Wien - Wiener Wohnen" erlassen wird" Number. Verordnung des Gemeinderates, mit der ein Statut für die Unternehmung "Stadt Wien - Wiener Wohnen" erlassen wird (GEMRE_WI_90101_V001_290_2014)

²²⁸ vgl. "Verordnung des Gemeinderates, mit der ein Statut für die Unternehmung "Stadt Wien - Wiener Wohnen" erlassen wird" Number. Verordnung des Gemeinderates, mit der ein Statut für die Unternehmung "Stadt Wien - Wiener Wohnen" erlassen wird (GEMRE_WI_90101_V001_290_2014)

²²⁹ vgl. Franziska Zoidl und Martin Putschögl, "Eine neue Ära im Wiener Wohnbau," 2019, aufgerufen am 23.02.2020, https://www.nextroom.at/article.php?id=44733&_q=n,191112.

²³⁰ vgl. Charles-Édouard Jeanneret-Gris, "La charte d'Athènes" Prefix *La charte d'Athènes* (Paris, 1943).

Bis in die 1970-er wurden trotz Warnrufe der Opposition über mögliche negative soziale Konsequenzen Großwohnanlagen gebaut. Ab den 1980-er Jahren ging man zu einer Politik der **Stadterneuerung** über.²³¹

Nach einer 15-jährigen Pause baut die Stadt Wien aktuell wieder Gemeindewohnungen unter dem Titel **Gemeindewohnungen NEU**. Das erste Projekt mit 120 Wohnungen war 2019 bezugsfertig, weitere Projekte mit rund 3.700 Wohnungen sind in Planung.²³² Abgewickelt wird der Bau und die Verwaltung der Gemeindewohnungen NEU nicht über Wiener Wohnen, sondern über die **Gesiba**, die gemeinnützige Siedlungs- und Bauaktiengesellschaft der Wien Holding. Diese steht im Eigentum der Stadt und plant, vergibt und verwaltet Wohnhausanlagen mit über 20.000 Wohnungen, welche sie teilweise selbst besitzt oder als Wohnungseigentum abgibt.²³³ Bei den Wohnhausanlagen des Gemeindebau NEU fungiert die neu gegründete *Wigeba*, die Wiener Gemeindewohnungs-Baugesellschaft m.b.H., als Bauherrin und Vermieterin. Sie ist zu 51% im Besitz der Gesiba und zu 49% im Besitz der Stadt Wien, welche die Wohnungen mit einer gedeckelten Miete von 7,50 €/m² brutto bis zum Ablauf der Förderung nach ca. 30 Jahren vermietet. Danach ist ein marktüblicher Mietpreis zulässig. Die Wigeba ist somit keine gemeinnützige Gesellschaft, sondern ein gewerblicher Bauträger, welcher geförderten Wohnungen errichtet. Dadurch unterliegen die Wohnungen nicht dem Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz (WGG), sondern dem Mietrechtsgesetz (MRG) in der Vollenwendung.²³⁴

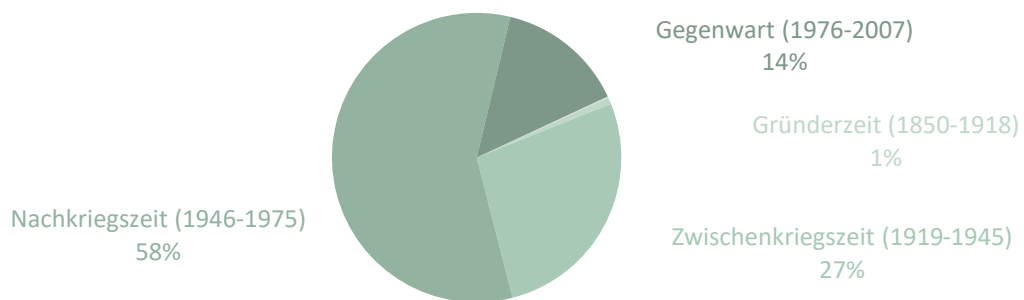


Abbildung 8: Alter der Wohneinheiten von Wiener Wohnen

Seit 2012 vergibt die Stadt Gemeindewohnungen zum Wiener Richtwert von aktuell 5,81 €/m² für die beste Ausstattungskategorie. Inklusive Betriebskosten und Umsatzsteuer bedeutet das eine **Kaltmiete** von ca. 8,50 €. ²³⁵ Die Zusammensetzung und Höhe der Mieten werden seitens Wiener Wohnen nicht veröffentlicht. Simons und Tielkes berechneten den durchschnittliche Bestandsmietzins aus dem Prüfungsbericht des österreichischen Rechnungshofes für das Jahr 2015 sowie dem Mikrozensus mit 3,91€/m² nettokalt. Inklusive Betriebskosten und Umsatzsteuer bedeutet das eine Kaltmiete von ca. 6,80 €/m². Bei einer Ist-Miete von 3,91 €/m² beträgt die Differenz zur Richtwertmiete (5,81€/m²) ca.

²³¹ vgl. Winkler, "Der Gemeindebau - Eine Institution macht Geschichte Teil 1."

²³² vgl. o.V., "Gemeindebau Neu," Stadt Wien - Wiener Wohnen, aufgerufen am 05.08.2020, <https://www.wienerwohnen.at/gemeindebauneu.html>.

²³³ vgl. o.V., "GESIBA," Wien Holding GmbH, aufgerufen am 04.08.2020, <https://www.wienholding.at/Unternehmen/GESIBA>.

²³⁴ vgl. Franziska Zoidl und Martin Putschögl, "Neue Gemeindewohnungen läuten neue Ära im Wiener Wohnbau ein," *Der Standard* (2019), <https://www.derstandard.at/story/2000110640682/neue-gemeindewohnungen-laeuten-neue-aera-im-wiener-wohnbau-ein>.

²³⁵ vgl. ebd.

1,90€/m². Altverträge, die vor Einführung des Richtwertmietensystems im Jahre 1994 bestanden, wurden nicht an das Richtwertmietensystem angepasst. Die Mieten werden bei diesen Verträgen nach wie vor nach dem Kategoriemietzins berechnet. Daher weisen fast zwei Drittel der Wohnungen noch Kategoriemietzinsen auf, die zwischen 0,90 €/m² (Kategorie D) und 3,60 €/m² (Kategorie A) liegen und jährlich aktualisiert werden.²³⁶

Die **Mietzinsreserve** wird bei Wiener Wohnen objektspezifisch zugeführt, zu jedem Gebäudeobjekt führt Wiener Wohnen ein eigenes Konto, auf welchem die Beiträge gesammelt werden, um sie für Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen des Objektes einzusetzen. Der Rechnungshofbericht bestätigt, dass Wiener Wohnen 2015 ca. 95 Mio.€ Beiträge für Verbesserung, Erhaltung, und Instandhaltung einnahm. Das sind ca. 7,08€/m² pro Jahr. Da für Erhaltungsarbeiten die Einnahmen aus der Mietzinsreserve oftmals nicht ausreichen, kann der Hauptmietzins nach dem MRG bis zu zehn Jahre erhöht werden,²³⁷ was auch Usus bei Wiener Wohnen ist.²³⁸

Der **Wohnungszustand** des Bestandes wird von Wiener Wohnen als akzeptabel bezeichnet. Es gibt 16,7% Kategorie-B-Wohnungen ohne zentrale Heizungsanlage und 17,9% Kategorie-C-Wohnungen ohne zentrale Heizungsanlage und Bad. Es wird jedoch vermutet, dass der Großteil der Mietenden ihre Wohnung auf eigene Kosten renoviert und Bäder eingebaut hat. Diese Wohnungen fallen rechtlich jedoch weiterhin in die Kategorie B bzw. C. Beim Auszug der Mietenden entstehen dadurch Ansprüche seitens dieser. Da ca. 20% der Gemeindewohnungen direkt von Vormietenden vergeben werden und die Mieten der darauffolgenden Mietenden niedrig im Verhältnis zur Ausstattung der renovierten Wohnungen sind, verlangen Vormietende von Nachmietenden häufig Ablösebeträge.²³⁹

In den letzten 10 Jahren wurden über 200 Wohnanlagen saniert, was 13% des Gesamtbestandes entspricht. Diese waren hauptsächlich Bauten aus der Nachkriegs- (58%) und Zwischenkriegszeit (34%). Gleichzeitig sind fast 50%, über 700 Wohnanlagen, die zwischen 400 und 20 Jahre alt sind, noch unsaniert.²⁴⁰ Hier ergibt sich ein großes energetisches Einsparungspotential. Nach Simon und Tielkes erlauben die niedrigen Mieteinnahmen jedoch keine umfangreichen Investitionen in den Wohnungsbestand durch Wiener Wohnen. Die Autoren bemerken, dass die Instandhaltungsausgaben für 2016 mit durchschnittlich 14 €/m² pro Jahr sehr niedrig relativ zum Alter und Zustand des Wohnungsbestandes und der Sozialstruktur der Mieter ausfallen, wodurch sich vermutlich bereits ein **Instandhaltungsstau** aufbaute.²⁴¹ Mitunter deshalb werden in dieser Arbeit Dekarbonisierungsmaßnahmen für eine **Portfoliostrategie** der Gemeindewohnungen untersucht.

²³⁶ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht." S.27-29

²³⁷ vgl. §18 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

²³⁸ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht." S.31

²³⁹ vgl. ebd. S.16

²⁴⁰ Eigene Berechnungen nach "Gemeindebaubeschreibungen" (2020), Gesamt-gemeindebaubeschreibungen.xlsx.

²⁴¹ vgl. Harald Simons und Constantin Tielkes, "Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht." S.32f

8. Lösungsansätze für Dekarbonisierungsstrategien

In diesem Kapitel werden Lösungskonzepte zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands aufgezeigt, und Argumente für oder gegen eine Implementierung der notwendigen Maßnahmen im Kontext der Gemeindewohnanlagen von Wiener Wohnen vorgestellt.

8.a Techniksubstitution zur dezentralen Wandlung regenerativer Energien

Die Techniksubstitution als eine Strategie zur Dekarbonisierung beschreibt den Austausch oder die Erneuerung von Komponenten der Haustechnik eines Gebäudes, um durch die Energieproduktion hervorgerufene THG-Emissionen zu reduzieren bzw. zu eliminieren. Dazu wird die Energieerzeugung auf eine Produktion vor Ort, welche auf regenerative Energiequellen basiert, umgestellt. Des Weiteren werden regenerative Energiequellen wie die Erdwärme und die Strahlungsenergie der Sonne genutzt, welche durch ihre Nutzung nicht erschöpft werden bzw. sich im Unterschied zu fossilen und endlichen Energiequellen wie Erdöl, Kohle und Erdgas kurzfristig von selbst erneuern.²⁴² Demnach kann solare Strahlungsenergie in direkter Form, z.B. durch Photovoltaik und Solarthermie oder in indirekter Form von z.B. Wasserkraft, Umgebungswärme, Windenergie und Bioenergie aus Biomasse genutzt werden.²⁴³

i. Dezentrale Wärmeversorgung durch Wärmepumpen

Die Wärmepumpe entzieht dem Grundwasser, der Erdkruste oder der Luft Wärme. Je nach dem heißt sie Wasser- Erd- oder Luftwärmepumpe. Durch Verdichtung wird die Temperatur eines Trägermediums (Wasser, Sole oder Luft) erhöht und die Wärme in den Heizkreislauf abgegeben, wodurch sowohl der Raumwärmebedarf als auch die Warmwasserbereitung bewerkstelligt werden kann.²⁴⁴ Im Regelfall haben Brauchwasserwärmepumpen keine Heizungsfunktion, sondern nutzen die bereitgestellte Wärme ausschließlich um Wasserspeicher zu erwärmen.²⁴⁵ Die für den Betrieb der Wärmepumpe eingesetzte Menge Strom erbringt zirka das Dreifache an Wärmeleistung.²⁴⁶ Wärmepumpen können in unterschiedlichen Heizsystemen eingesetzt werden: Eine zentrale netzgebundene Wärmeversorgung wie die Fernwärme kann durch Wärmepumpen versorgt werden, wie es aktuell in Wien Simmering durch die Wien Energie der Fall ist. Ebenso können Gebäude durch vor Ort installierte Wärmepumpen versorgt werden.²⁴⁷

Die **Effizienz** einer Wärmepumpe, das Verhältnis von Wärmegewinn zu Stromverbrauch über ein Betriebsjahr, wird durch die Jahresarbeitszahl (JAZ) angegeben. Die Jahresarbeitszahl ist Verhältnis der in einem Jahr gelieferten Wärme zu der in einem Jahr benötigten Antriebsenergie einer Wärmepumpe.²⁴⁸

²⁴² vgl. o.V., "Erneuerbare Energien in Österreich."

²⁴³ vgl. o.V., "Biomasse."

²⁴⁴ vgl. Matthias Schimmel et al., "Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050." S.18

²⁴⁵ vgl. o.V., "Brauchwasser aus Warmwasser-Wärmepumpen," Wärmepumpe Austria, <https://www.waermepumpe-austria.at/warmwasserbereitung-mit-waermepumpen>.

²⁴⁶ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen, Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien, 2014). S.10

²⁴⁷ vgl. o.V., "Neue Herzsclagader für die Wiener Fernwärme geht ans Netz," Presseaussendung, 06.03.2019.

²⁴⁸ vgl. Rüdiger Paschotta, "Wärmepumpe," RP-Energie-Lexikon, RP Photonics Consulting GmbH, aufgerufen am 29.05.2020, <https://www.energie-lexikon.info/waermepumpe.html>.

Je höher die JAZ ist, desto effizienter ist die Wärmepumpe.²⁴⁹ Die Effizienz ist höher, wenn die Temperatur der Quelle hoch und die Durchflusstemperatur des Heizsystems niedrig ist.²⁵⁰ Deshalb wird bei Bestandsgebäuden mit schlechter Wärmedämmung und einem Wärmeabgabesystemen mit hohen Durchflusstemperaturen die Funktion der Wärmepumpe eingeschränkt.²⁵¹ Dennoch sind Wärmepumpen im Bestand kostengünstiger und effizienter als andere Energiesysteme, wie der CO₂-Emissions- und Heizkostenvergleich der österreichischen Energieagentur bestätigt.²⁵² Bei Vorlauftemperaturen unter 50°C können Wärmepumpen den Heizbetrieb allein übernehmen. Bei höheren Vorlauftemperaturen können Wärmepumpe im Bivalenzbetrieb verwendet werden, indem sich ab einer gewissen Außentemperatur ein weiteres Heizsystem zuschaltet, welches in der Lage ist, höhere Vorlauftemperaturen bereitzustellen und so den restlichen Wärmebedarf zu decken.²⁵³ Wärmepumpen können im Allgemeinen auch als Hybridwärmepumpen in kombinierten Systemen verwendet werden.²⁵⁴

Erdwärmepumpen gewinnen Wärme über Erdkollektoren, die in ca. 1m Tiefe verlegt werden oder über Sonden, die bis zu 300m tief in die Erde vordringen.²⁵⁵ Pro kW Heizleistung muss mit 25 Laufmeter der Sonde gerechnet werden. Die Verlegung der Rohrleitungen für Flachkollektoren beansprucht viel Platz und ist deshalb grundsätzlich nicht für den urbanen Raum geeignet.²⁵⁶ Ein Trägermedium, wie z.B. das Wasser-Frostschutzgemisch Sole, wird durch die Flachkollektorleitungen oder durch die Sonden in das Erdreich geführt. So kann entweder die Sonnenenergie, welche den Boden oberflächennah aufheizt, mithilfe von Flachkollektoren oder die Erdwärme, welche aus dem Zerfall natürlicher Radionuklide im Gestein der Erdkruste sowie aus dem Wärmeaustausch mit dem Erdinneren stammt, anhand von Sonden genutzt werden.²⁵⁷

Grundwasserwärmepumpen gewinnen in 5-20m Tiefe Wärme aus dem Grundwasser und erfordern weniger Baugrundfläche als Erdwärmepumpen. Für eine Umsetzung in Österreich muss die Grundwassernutzung wasserrechtlich bewilligt werden.²⁵⁸ **Luftwärmepumpen** überführen die Wärme der Außenluft oder der Abluft an ein Trägermedium, indem sie Luft durch einen Ventilator über einen Lamellen-Wärmeüberträger fördern. Sie können entweder als Splitanlage im Freien, oder in Form einer gebäudeseitigen Kompaktanlage errichtet werden.²⁵⁹

Wärmepumpen decken nach wie vor weniger als 3% des globalen Heizbedarfs ab, wobei die Verkaufszahlen in den letzten zehn Jahren rasant anstiegen. Der größte Teil dieses Wachstums ist jedoch auf den höheren Verkauf von reversiblen Einheiten zurückzuführen, die ebenso als Kühlungsgerät verwendet werden können.²⁶⁰ Die **Gebäudekühlung** gewinnt mit steigenden Temperaturen und häufiger

²⁴⁹ vgl. Matthias Schimmel et al., "Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050." S.18

²⁵⁰ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.21f

²⁵¹ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." S.37

²⁵² vgl. o.V., "Heizkostenvergleich: CO₂-Emissionen," Österreichische Energieagentur, 2020, aufgerufen am 19.06.2020, <https://www.energyagency.at/fakten-service/heizkosten/co2-emissionen.html>.

²⁵³ vgl. o.V., "Sanierung mit der Wärmepumpe - kein Problem!," Wärmepumpe Austria, aufgerufen am 07.06.2020, <https://www.waermepumpe-austria.at/waermepumpe-in-der-sanierung>.

²⁵⁴ vgl. Matthias Schimmel et al., "Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050." S.18

²⁵⁵ vgl. o.V., "Geothermie," Erneuerbare Energie Österreich, 13.08.2020, <https://www.erneuerbare-energie.at/geothermie>.

²⁵⁶ vgl. David Stuckey, "Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie von Wärme- und Kälteversorgungssystemen für Wiener Gründerzeithäuser, auf Basis von erneuerbaren Umweltenergien." S.112

²⁵⁷ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.19

²⁵⁸ vgl. "Wasserrechtsgesetz 1959" Number WRG, Wasserrechtsgesetz 1959 (BGBl. Nr. 215/1959)

²⁵⁹ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.19f

²⁶⁰ vgl. John Dulac et al., "Tracking Buildings, IEA (Paris, 2019), <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings>.

auftretenden Hitzetagen im Sommer auch in Österreich an Aktualität. Die meisten Wärmepumpensysteme haben den Vorteil, dass sie bei Berücksichtigung eines Kühlbedarfs auch einen Kühlbetrieb ausführen können, wie Systeme mit freier Kühlung oder Systeme mit der Möglichkeit einer hydraulischen Umschaltung in den Kühlbetrieb. Durch eine Doppelnutzung der Wärmepumpe als Heiz- und Kühlgerät werden Investitionskosten verringert, da die Anschaffung eines zusätzlichen Kühlgeräts wegfällt.²⁶¹

Argumentation: Dezentrale Wärmeversorgung durch Wärmepumpen

Die durch den Betrieb ausgelösten THG-Emissionen von Wärmepumpen sind von der JAZ der Wärmepumpe sowie vom Anteil der erneuerbaren Energie des verwendeten Stroms abhängig. Die errechneten CO_{2eq}-Emissionen von Biomasseheizungen und Solarthermieanlagen sind geringer als die CO_{2eq}-Emissionen von Wärmepumpen, welche mit regulärem Netzstrom (österreichischer Strommix) betrieben werden, da die indirekten Emissionen der Stromerzeugung in den Elektrizitätskraftwerken zu berücksichtigen sind.^{262,263} Somit bestimmt der Energieträger(mix) der Stromerzeugung die indirekten Emissionen (grauen Emissionen) des Wärmepumpensystems.²⁶⁴ Deshalb müssen Wärmepumpen, mit **Strom aus erneuerbaren Energiequellen** betrieben werden, um zur Dekarbonisierung beizutragen. Wenn Wärmepumpen außerdem ihre volle Effizienz ausschöpfen können, tragen sie zusätzlich zur **Kopplung des Strom- und Wärmesektors** und zur Steigerung der Effizienz bei, wodurch wiederum THG-Emissionen reduziert werden. Der erhöhte Strombedarf für Wärmepumpen zu den gleichen Tages- und Jahreszeiten, an denen ohnehin bereits ein hoher Strombedarf anfällt, stellt jedoch ein Hindernis für den Betrieb von Wärmepumpen mit erneuerbarem Strom dar.²⁶⁵

Erdwärmepumpen sind im Betrieb grundsätzlich effizienter als **Luftwärmepumpen**,²⁶⁶ zudem können Luftwärmepumpen Lärmprobleme und Hitzeinseln bei einem Kühlbetrieb im Sommer auslösen.²⁶⁷ Jedoch ist die Installation von Erdwärmepumpen aufgrund der erforderlichen Erdbauarbeiten kostenintensiver. Des Weiteren ist die Verfügbarkeit von Erdwärme, insbesondere im Stadtgebiet begrenzt und Bäume, U-Bahn-Tunnel und Altlasten können die Installation blockieren. Trotz der höheren Investitionskosten ist die Installation von Erdwärmepumpen als dezentrale Wärmeversorgung in den meisten Fällen effizienter, wenn die eingesetzten finanziellen Mittel und die eingesparten CO_{2eq}-Emissionen betrachtet werden.²⁶⁸

Falls eine Installation von Erdwärmepumpen aufgrund lokaler Bedingungen nicht möglich ist, kann die Installation einer Luftwärmepumpe in Betracht gezogen werden. Ein gängiges Modell dafür ist die Installation einer Luftwärmepumpe-Außengerät im Dachgeschoß, welche das Heizwasser erhitzt. Wohnungsseitig wird eine kleine Wärmepumpe oder eine Elektro-Durchlauferhitzer eingebaut, der anstelle einer Gas-Kombi-Therme das Brauchwasser erwärmt. So kann die dezentrale Wärmepumpe als

²⁶¹ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.24-27

²⁶² vgl. Rüdiger Paschotta, "Dekarbonisierung."

²⁶³ vgl. Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.27f

²⁶⁴ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.100-118

²⁶⁵ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." S.39

²⁶⁶ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.115-118

²⁶⁷ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." S.37f

²⁶⁸ vgl. ebd. S.36ff

Booster²⁶⁹ aus dem Heizungsverteilsystem fungieren, um die Heizleistung an den Wärmebedarf anzupassen.^{270,271}

Neben der Errichtung der Wärmepumpe müssen zusätzliche Anpassungen unterschiedlichen Ausmaßes je nach Gebäude vorgenommen werden, damit das Heizsystem in Betrieb gehen kann. Um die Wohnungen mit Wärmepumpen zu versorgen, müssen die einzelnen Wohnungen an ein Gebäudezentrales Heizsystem angeschlossen werden. Mehr als ein Drittel der ab 1945 errichteten Wohnungen Wiener Wohnens wird jedoch über **Gebäude-dezentrale Heizsysteme**, wie Gasetagenheizungen, Einzelöfen oder Gaskonvektoren, welche sich in den einzelnen Wohnungen befinden, versorgt.²⁷² Demnach müssen Wärmeleitungen in diesen Wohnanlagen neu verlegt werden, um die Wohnungen an das zentrale Heizsystem anzuschließen.

Laut King und Trübestein macht der Einsatz von Wärmepumpen nur Sinn, wenn Gebäude mit **niedrigen Temperaturen** geheizt werden,²⁷³ da die Effizienz der Wärmegewinnung bei hohen Durchflusstemperaturen abnimmt.²⁷⁴ Im Neubau liegen die Vorlauftemperaturen bei Verwendung von Wärmepumpen üblicherweise bei 28-35°C. In den meisten zwischen 1930 und 1980 errichteten Bauten wurden jedoch Hochtemperatur-Heizkörper (80-100°C) verbaut. Erst seit ca. 1980 wurden Mitteltemperatur-Heizkörper und teilweise **Flächenheizsysteme** in Form von Fußbodenheizungen eingesetzt.²⁷⁵ In den meisten Fällen können die **Radiatorenheizungen** weiterverwendet werden, vorausgesetzt die Radiatoren sind für Vorlauftemperaturen unter 55°C, der Einsatzgrenze herkömmlicher Wärmepumpen, geeignet.²⁷⁶ Falls dies nicht der Fall ist, muss das Heizabgabesystem angepasst werden. Dazu werden in wärmebedürftigen Räumen Niedertemperatur-Heizkörper implementiert bzw. Radiatoren durch Niedertemperatur-Heizkörper ersetzt. Eine weitere Möglichkeit ist die Anpassung des gesamten Heizsystems durch den Einbau von Flächenheizungen, wie z.B. Fußboden-, Decken- oder Wandheizungen.²⁷⁷

Neben der Problematik, dass **Eingriffe an Wärmeabgabesystemen** in Mietwohnungen die Zustimmung der Mietenden erfordern, ist der Einbau von Flächenheizsystem sehr teuer und laut einigen Teilnehmern der Delphi-Methode unwirtschaftlich bzw. nicht effizient.²⁷⁸ Dafür können nach erfolgreicher

²⁶⁹ Booster-Wärmepumpen heben die Temperatur vor Ort an. Ein Booster ist ein Verstärker, also eine Vorrichtung zur Erhöhung von Leistung oder Kraft.

²⁷⁰ vgl. o.V., "Betrieb von Wärmepumpen in Kaskade," Greenhouse Media GmbH, letzte Änderung: 19.02.2020, 2020, aufgerufen am 20.04.2020, <https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/betrieb/kaskade.html>.

²⁷¹ vgl. o.V., "Zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe heizt 48 Wohnungen," Baunetz_Wissen, Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz, aufgerufen am 18.06.2020, <https://www.baunetzwissen.de/gebaeudetechnik/tipps/news-produkte/zentrale-luft-wasser-waermepumpe-heizt-48-wohnungen-5585486>.

²⁷² vgl. Statistik Austria "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen, Rechtsgrund für die Wohnungsbenützung und Heizungsart, überwiegende nach Eigentümer des Gebäudes und Großgemeinde", Bauperiode_nach_Wohnungsbeheizung_2001.xlsx.

²⁷³ vgl. Marvin King und Michael Trübestein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.231

²⁷⁴ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." S.37

²⁷⁵ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems," *Energy* 68 (2014). S.4f

²⁷⁶ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.30

²⁷⁷ vgl. ebd. S.23 und vgl. o.V., "Experten-Ratgeber: Technik und Einsatz von Niedertemperaturheizkörpern," Greenhouse Media GmbH, letzte Änderung: 19.10.2016, 2016, aufgerufen am 20.04.2020, <https://www.energie-experten.org/heizung/heizungstechnik/heizkoerper/niedertemperatur-heizkoerper.html>.

²⁷⁸ vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Number MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

Umbaumaßnahme mit geringem zusätzlichen Aufwand über das großflächige Energieabgabesystem die Wohnräume auch im Sommer entsprechend temperiert und gekühlt werden.²⁷⁹

Wenn es technisch nicht möglich ist, die Vorlauftemperatur unter 55°C zu begrenzen, können Kompressions-Wärmepumpen mit **Dampf-Einspritzung** verwendet werden. Diese erreichen auch bei hohem Temperaturniveau hohe Leistungszahlen, indem sie Kältemitteldampf direkt in den Verdichtungsprozess einspritzen. So können Wärmepumpensysteme mit reduziertem Umrüstungsaufwand in Bestandsgebäude implementiert werden.²⁸⁰ Eine weitere Möglichkeit, teure Anpassungen des Wärmeabgabesystems zu umgehen, ist der bivalente Betrieb einer Wärmepumpe, welche bei hohen Heizsystemtemperaturen in Bestandsgebäuden bis zu einer gewissen Außentemperatur allein die Wärme bereitstellt. Wird die erforderliche Temperatur überschritten, schaltet sich das bisherige Heizsystem zu und übernimmt die übrige Wärmeerzeugung.²⁸¹

Bei mehrgeschossigen Wohnbauten ist es aufgrund der höheren notwendigen Vorlauftemperaturen von 65°C sinnvoll, **Warmwasser** durch eine separate Wärmepumpe bereitzustellen. Der Warmwasserspeicher kann durch die Warmwasserwärmepumpe selbstständig, oder unter Einbindung einer Solarthermieanlage versorgt werden.²⁸²

ii. Dezentrale Stromversorgung durch Photovoltaikanlagen

Photovoltaik (PV) bezeichnet die aktive Nutzung von Sonnenenergie zur Gewinnung von elektrischem Strom. Ein PV- oder Solarmodul besteht aus mehreren Solarzellen, welche Sonnenstrahlen in elektrische Energie umwandeln. PV-Paneele können auf dem Dach, vertikal auf Fassaden und in Höfen als dezentrale Erzeugungsanlagen aufgestellt werden oder als Großkollektoren auf Feldern Energie zentral für viele Abnehmende erzeugen.²⁸³ Bestehende Gebäudeoberfläche eignen sich besonders gut für eine Nutzung von PV. Module sind in unterschiedlichen Abmessungen, Gestaltung und mit verschiedenen technischen Parametern verfügbar. 1% der installierten PV-Module sind gebäudeintegrierte PV-Module, welche z.B. Fassaden- oder Dachbauteile ersetzen.²⁸⁴

Grundsätzlich bestimmt die **Fläche der Kollektoren**, wie viel Energiemenge produziert wird, wobei regionale Unterschiede der jährlichen Sonneneinstrahlung ebenso Einfluss auf die produzierte Energiemenge haben.²⁸⁵ Für eine maximale Leistung von 1kWp werden ungefähr 7-10m² Modulfläche benötigt. PV-Anlagen auf Dächern von mehrgeschossigen Wohnbauten können den Strombedarf der Bewohnenden decken, wenn das Gebäude nicht mehr als vier Geschosse hat.²⁸⁶ Durch die Bestimmungen im EIWOG §16 kann der PV-Strom anteilig auf einzelne Wohneinheiten übertragen werden, wobei

²⁷⁹ vgl. Ralf Dott, "Energieeffizientes Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen, Institut Energie am Bau - Fachhochschule Nordwestschweiz (Muttentz, 2009). S.6

²⁸⁰ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.30

²⁸¹ vgl. o.V., "Sanierung mit der Wärmepumpe - kein Problem!."

²⁸² vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.62f

²⁸³ vgl. Matthias M. Sadi, "Energetisches Einsparungspotential durch den Einsatz passiver und aktiver Solarelemente am Beispiel des Sozialen Wohnbaus der Stadt Wien" (Universität für Bodenkultur Wien, 2019).

²⁸⁴ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies (MODER, 07.10.2016). S.33 und S.38

²⁸⁵ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing."

²⁸⁶ vgl. Hans-Jörg Bullinger und Brigitte Röthlein, "Morgenstadt: wie wir morgen leben: Lösungen für das urbane Leben der Zukunft" Prefix *Morgenstadt: wie wir morgen leben: Lösungen für das urbane Leben der Zukunft* (Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2012).

Regeln zur Aufteilung der erzeugten Energie von Gemeinschaftsanlagen in einem Vertrag über die Errichtung und den Betrieb der Anlage festgelegt werden müssen.²⁸⁷

Die **Installationskosten** von PV-Anlagen sinken zunehmend, während die Leistung der Anlagen steigt.²⁸⁸ Außerdem sinken die grauen Emissionen von Solarzellen, da ihre Herstellung immer effizienter wird.²⁸⁹ Grundsätzlich kann zwischen zwei Technologien zur Herstellung von Solarzellen unterschieden werden: Den energetisch aufwendigeren kristallinen Solarzellen und den Dünnschichtmodulen.²⁹⁰ Durch den Preisverfall von kristallinen Solarzellen werden Dünnschichtmodule immer mehr vom Markt verdrängt: 2019 nahmen kristalline Solarzellen 94% des weltweiten PV-Produktionsvolumens ein.²⁹¹

Strom aus PV-Anlagen mit einer hohen Lebensdauer weist eine geringe **CO₂-Bilanz** auf: Bei einer verhältnismäßig gering berechneten Lebensdauer von 20 Jahren²⁹² werden 20g CO₂/kWh bei Dünnschicht-Solarzellen, bzw. 40-60 g CO₂/kWh bei kristallinen Solarzellen ausgestoßen.²⁹³ Der Bundesverband *Photovoltaic Austria* rechnet für PV-Anlagen generell mit nur 15g CO₂/kWh Emissionsausstoß.²⁹⁴ Um die Herstellungenergie weiter auszugleichen, hat sich PV-Cycle, ein Verband von europäischen PV-Herstellern, verpflichtet, Abfälle von PV-Paneelen kostenfrei zurückzunehmen. Es sollen mehr als 85 % des Glases, des Aluminiums und der Halbleitermaterialien zurückgewonnen werden, und dabei sogar Gewinne erzielt werden.²⁹⁵

Argumentation: Dezentrale Stromversorgung durch Photovoltaikanlagen

Eine höhere Wirtschaftlichkeit wird erreicht, wenn Wärmepumpen den Strom nutzen, welcher von PV-Anlagen vor Ort erzeugt wird, da so der Eigenverbrauch des erzeugten PV-Stroms erhöht wird.²⁹⁶ Gemeinschaftlich genutzte PV-Anlagen auf Mehrparteienhäusern weisen von sich aus zwar bereits eine höhere Eigenverbrauchsquote als z.B. Anlagen auf Einfamilienhäusern auf, da sie aufgrund der begrenzten Dachfläche nicht mehr produzieren können, wenn dabei noch eine **Wärmepumpe** betrieben wird, oder die erzeugte Energie gespeichert wird, können bis zu 70% des produzierten Stroms durch die Bewohnenden verbraucht werden.²⁹⁷ Wird jedoch zum Betrieb einer WP bei herkömmlichen Heizungsanlagen der Strombedarf aus nicht regenerativ erzeugtem Strom gedeckt, kann der Ausstoß von THG sogar erhöht sein.²⁹⁸

²⁸⁷ vgl. "Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird" Number EWOG 2010, Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (BGBl. I Nr. 110/2010)

²⁸⁸ vgl. Edmund Green et al., "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050," (2018). S.62f

²⁸⁹ vgl. D. Lübbert, "CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich" Prefix *CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich* (Dt. Bundestag, Wiss. Dienste, WD 8, 2007).
<https://www.bundestag.de/resource/blob/406432/70f77c4c170d9048d88dcc3071b7721c/wd-8-056-07-pdf-data.pdf>. S.17f

²⁹⁰ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies." S.32

²⁹¹ vgl. Simon Philipps und Werner Warmuth, "Photovoltaics report, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE (Freiburg, 2020). S.21

²⁹² vgl. David Stuckey, "Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie von Wärme- und Kälteversorgungssystemen für Wiener Gründerzeithäuser, auf Basis von erneuerbaren Umweltenergien."

²⁹³ vgl. D. Lübbert, "CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich. S.29

²⁹⁴ vgl. o.V., "Daten und Fakten zur Photovoltaik & Stromspeicherung."

²⁹⁵ vgl. Stefan Oehler, "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung." S.139

²⁹⁶ vgl. Heinrich Huber et al., "Dauerhaft umweltschonend heizen!," (Wien: 2014).

²⁹⁷ vgl. Leonhard Friedrich Peböck, "Photovoltaik auf Mehrparteiengebäuden: Wirtschaftliche Bewertung der Nutzenzuweisung einer gemeinschaftlich genutzten Photovoltaikanlage auf einem Mehrparteiengebäude in Österreich." S.36f

²⁹⁸ vgl. S. Rasoul Asaee et al., "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings." S.92

Durch eine **Sektorkopplung**, wie dem Betreiben der gebäudeeigene Wärmepumpe mit PV-Strom, minimiert sich außerdem die Volatilität erneuerbarer Energiequellen.²⁹⁹ Da die PV-Anlage ausschließlich tagsüber produziert, ist eine effiziente Sektorkopplung laut Teilnehmer #4 gegeben, wenn auch die Wärmepumpe gerade dann läuft. Da die Energieanforderung der Nutzenden oft terminlich verschoben ist, optimiert die Anordnung eines Energietagespeicher die Sektorkopplung. So wird die Wärmepumpe bei Strom aus Eigenproduktion bzw. Vorhandensein von kostengünstigem Strom betrieben und die Energie steht bereit, wenn Bewohnende sie brauchen. Aus diesem Grund sollte neben einer Sektorkopplung von Wärmepumpen und PV-Eigenstromproduktion ein Tagesspeicher in Form eines **Wärmespeichers** errichtet werden.

In Wien sind ca. 64% der Dachflächen für eine Nutzung von PV bzw. Solarthermie geeignet, wobei die das Potenzial für eine PV-Nutzung sehr gebäudespezifisch ist und von Faktoren wie der Dachgeometrie und der lokalen Verschattung abhängt.³⁰⁰ Durch die Beschränkung des Flächenpotenzials für PV im urbanen Bereich, können dezentrale PV-Anlagen in Wohnhausanlagen den Bedarf an Haushaltsstrom der Mietenden nicht allein abdecken. Nichtsdestotrotz sollte nicht von einer Installation von PV-Anlagen am Grundstück der Wohnhausanlage abgesehen werden, da nach Conci et al. eine umfangreiche Integration von dezentral produzierter erneuerbarer Energie für eine Dekarbonisierung des Wohngebäudesektors notwendig ist.³⁰¹ Da die Stromerzeugung durch Photovoltaik einen erheblichen Bedarf an Infrastruktur für Leitungen und Speicher bei zentraler Distribution über das Stromnetz benötigt, ist es darüber hinaus kostengünstiger und ökologischer PV dezentral und verbrauchsnahe auf Wohnhausanlagen zur Eigenstromerzeugung zu installieren. So können große Infrastrukturaufwendungen und ein kostspieliger Ausbau der Netze vermieden werden.³⁰²

Eine Herausforderung bei der Installation von PV-Anlagen sowie von Solarthermie-Anlagen bei Sanierungen ist oftmals eine unzureichende Tragfähigkeit des Daches.³⁰³

iii. Solarthermie

Thermische Solaranlagen nutzen die Solarenergie aktiv, indem sie Sonnenstrahlen sammeln und in Wärme umwandeln,³⁰⁴ welche zur Brauchwasserbeheizung, für die Raumwärme oder in einem Kombisystem genutzt wird.³⁰⁵ Unter einem strahlungsdurchlässigen Spezialglas wandelt ein Absorber im Solarkollektor die einfallenden Sonnenstrahlen in thermische Energie um. Diese wird an ein Transportmedium (z.B. Wasser mit Frostschutzmittel) übergeben und bei gebäudeseitig installierten Solarkollektoren mithilfe von elektrischen Umwälzpumpen einem Wärmespeicher oder dem Heizkreislauf zugeführt. Nach der Abkühlung wird das Trägermedium wieder rückgeführt.³⁰⁶

²⁹⁹ vgl. Marvin King und Michael Trübestein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.231

³⁰⁰ vgl. o.V., "Wiener Solarpotenzial," Stadt Wien | Stadtvermessung, aufgerufen am 01.06.2020, <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/wiener-solarpotenzial.html>.

³⁰¹ vgl. Mira Conci et al., "Trade-off between the economic and environmental impact of different decarbonisation strategies for residential buildings," *Building and Environment* 155 (2019). S.143

³⁰² vgl. Günther Brauner, "Die Bedeutung von Gebäuden bei der Energiewende," in *Schweizer Energiefachbuch 2015. Nachhaltig Planen, Bauen und Betreiben* (Kömedia AG, St. Gallen: Köhler, R., 2015). S.13

³⁰³ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies." S.17

³⁰⁴ vgl. D. Lübbert, "CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich." S.17

³⁰⁵ vgl. S. Rasoul Asaee et al., "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings." S.93

³⁰⁶ vgl. Thomas Schabbach und Pascal Leibbrandt, "Solarthermie: wie Sonne zu Wärme wird" Prefix *Solarthermie: wie Sonne zu Wärme wird* (Springer-Verlag, 2014). S.3

Bei Mehrfamilienhäusern, welche den aktuellen thermisch-energetischen Standards entsprechen, kann mit 1m² Kollektorfläche pro Person 50% des Warmwasserbedarfs gedeckt werden.³⁰⁷ Wenn Warmwasser durch Solarthermie aufbereitet wird, sind Wärmespeicher wie Schichtenspeicher und sehr niedrigen Rücklauftemperaturen aus dem Verteilsystem erforderlich. Ein Schichtenspeicher vereint Warmwasser aus Wärmequellen unterschiedlicher Temperaturen, ohne, dass dieses vermischt, indem unterschiedliche Warmwasserschichten im Speicher gebildet werden.³⁰⁸

Neben Solarkollektoren, welche zur dezentralen Wärmeproduktion genutzt werden, können solarthermische Kraftwerke mit hohen Temperaturen ebenso zur Stromerzeugung eingesetzt werden.³⁰⁹ Dabei wird die produzierte Wärme in Dampf umgewandelt, welcher eine Turbine antreibt und so die mechanische Energie in elektrische Energie wandelt.³¹⁰

Argumentation: Solarthermie

In Gebäuden mit hohen thermischen Verlusten können solarthermische Kollektoren nicht als alleiniges Heizsystem verwendet werden und werden meist nur zur Erwärmung des Brauchwassers und teilweise zur Heizungsunterstützung genutzt. Wenn die Solaranlage ausreichend Energie für die Warmwasserbereitung liefert, können Heizsysteme wie Wärmepumpen außerhalb der Heizperiode abgeschaltet werden, um ihre Lebensdauer zu erhöhen.³¹¹ Schabbach und Wesselak betonen, dass thermische Solaranlagen grundsätzlich mit einer weiteren Wärmeerzeugungsanlage zu kombinieren sind, damit der Heizbedarf gedeckt werden kann. Deshalb werden laut den beiden Autoren die Installationskosten von Wärmeerzeugungssystemen durch eine zusätzliche Nutzung solarthermischer Kollektoren auf Wohnhäusern nicht vermindert.³¹² Solaranlagen, welche zur **Heizungsunterstützung** verwendet werden, stoßen im Betrieb die meisten THG-Emissionen durch den Stromverbrauch der Kreislaufpumpe aus. Graue Emissionen von Solaranlagen entstehen v.a. durch die Gewinnung von Kupfer und weiteren Rohstoffen für die Herstellung der Anlagen.³¹³

Aufgrund der Effizienz- und Kostenverbesserung der PV sowie der Komplexität der Einbindung von Solarthermie in den Netzbetrieb, wird die Solarthermie immer mehr von der PV verdrängt.³¹⁴ Dennoch stellt die Solarthermie eine technisch ausgereifte Technologie dar, deren Anwendung als dezentrale Energieerzeugungsanlage im urbanen Gebiet sinnvoll ist.³¹⁵ Da Aufdach-Solarthermie-Anlagen eine gewisse Dachfläche einnehmen, können sie in **Konkurrenz zu Photovoltaik-Anlagen** stehen, welche meist schon die verfügbaren Dachflächen von Wiener Wohnbauten strapazieren, um z.B. die Heizanlage des Gebäudes mit Strom aus erneuerbaren Quellen zu versorgen. Eine PV-Anlage in Kombination mit einer Wärmepumpe bringt laut Teilnehmer #3 je nach Wohnanlage mind. gleich hohe Energieerträge wie eine Solarthermie und ist einfacher zu betreiben. Zudem scheitert laut Teilnehmer #5 die

³⁰⁷ vgl. Thomas Kreitmayer et al., "Warmwasser effizient bereitstellen, Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien, 2016). S.37f

³⁰⁸ vgl. o.V., "Schichtenspeicher: Funktionsweise, Varianten & Preise," Greenhouse Media GmbH, letzte Änderung: 02.09.2019, aufgerufen am 13.06.2020, <https://www.energie-experten.org/heizung/heizungstechnik/pufferspeicher/schichtenspeicher.html>.

³⁰⁹ vgl. D. Lübbert, "CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich." S.17

³¹⁰ vgl. Martin Dirr, "Technologische und ökonomische Rahmenbedingungen," in *Strategische Planung eines Kreislaufwirtschaftssystems für Photovoltaikmodule* (Wiesbaden: Springer Gabler, 2017).

³¹¹ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.28f

³¹² vgl. Thomas Schabbach und Viktor Wesselak, "Wärmebereitstellung," in *Energie: Den Erneuerbaren gehört die Zukunft* (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2020). S.151

³¹³ vgl. Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.25f und S.48

³¹⁴ vgl. Edmund Green et al., "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050." S.63

³¹⁵ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies." S.99

Nutzung von Solarthermie meist an den nicht vorhandenen Raumkapazitäten für notwendige Wärmespeicher bzw. für erforderliche Leitungen in den Wohngebäuden.

Ein großer Vorteil dezentraler Solaranlagen ist, dass sie in Nahwärmenetze einspeisen können.³¹⁶ Unter den befragten Experten wurde kontrovers diskutiert, ob der Wärmeertrag einer Solarthermie-Anlage generell ausreicht, um Wohnanlagen im sozialen Wohnbau mit Warmwasser zu versorgen. Um eine konkrete Aussage zu treffen, ist bedarf es zusätzlicher Untersuchungen.

iv. Kleinwindkraftanlagen

Obwohl kleine hausseitig installierte Windräder signifikant zur Energiewende beitragen können, spielen sie momentan eine untergeordnete Rolle. Sie sind technisch noch zu wenig ausgereift und Herausforderungen wie z.B. die Übertragung der Vibration der, am Gebäude montierten Windräder, müssen noch gelöst werden.³¹⁷ Zudem produzieren im urbanen Bereich aufgestellte Windräder weniger als die typisierte vorgegebene Energie, da im Stadtgebiet weniger Wind als im ländlichen Gebiet aufkommt.³¹⁸

v. Biomasseheizungen

Biomasse stammt aus Land- und Forstwirtschaft sowie aus Abfällen und kann flüssig (Biotreibstoffe), fest (Stückholz, Hackschnitzel oder Pellets) oder gasförmig als Biogas verwendet werden. Pellets werden aus Reststoffen der Holzverarbeitenden Industrie, wie Sägespänen und Hackschnitzeln hergestellt. Hackschnitzel werden aus maschinell zerkleinertem Waldrestholz, Schwachholz oder aus Holz von Durchforstungs- und Landschaftspflegemaßnahmen produziert. Da Hackschnitzel auch zur Herstellung von Holzwerkstoffen und Zellstoff, für z.B. die Dämmstoffherstellung verwendet werden, besteht eine Nutzungskonkurrenz zur Verwendung für Biomasseheizanlagen.³¹⁹

Bei der Verbrennung von Biomasse entsteht Wärme, welche ebenso zur Dampferzeugung verwendet werden kann, um eine Turbine anzutreiben und Strom zu erzeugen. Demnach kann mit der Verbrennung von Biomasse sowohl Wärme als auch Strom erzeugt werden.³²⁰ Energie aus Biomasse wird hauptsächlich in dezentralen Anlagen zur Raumheizung verwendet und in geringem Ausmaß zur Prozesswärme für die Holzverarbeitenden Industrie.³²¹

Argumentation: Biomasseheizungen

Beim Verbrennen von Biogas wird ähnlich viel CO₂ an die Atmosphäre abgegeben, wie bei der Verbrennung von Erdgas. Der Unterschied liegt jedoch in der Einlagerung des CO₂ im Vorhinein: Während bei fossilen Brennstoffen durch die Überdeckung mit Gesteinsschichten der Pflanzen mit Kohlenstoffeinlagerung diese dem atmosphärischen Kreislauf entzogen wurden, wird bei der Verbrennung von Biomasse der CO₂-Kreislauf von Einlagerung und Freisetzung kurzfristig geschlossen. Würde die Biomasse

³¹⁶ vgl. ebd. S.17

³¹⁷ vgl. ebd. S.43

³¹⁸ vgl. Edmund Green et al., "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050." S.63

³¹⁹ vgl. Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.22f

³²⁰ vgl. o.V., "Biomasse."

³²¹ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." S.34

nicht verbrannt, würde das im Verbrennungsprozess emittierte CO₂ sonst durch Kompostierung, Verfaulen oder Gärung freigesetzt werden.³²²

Graue Emissionen in der landwirtschaftlichen Herstellung der Biomasse entstehen vorwiegend durch Erdöl-betriebene Landmaschinen sowie bei der Herstellung von Dünge- und Pflanzenschutzmittel für die nachwachsenden Rohstoffe. Die Biomasseproduktion könnte demnach CO₂-frei werden, jedoch ist das laut Lübbert eine unrealistische Annahme. Die CO₂-Bilanz von Biomasse ist somit nicht nur von den verwendeten Pflanzen, sondern auch von deren Vegetationszone, den klimatischen Bedingungen und der Wirtschaftsweise der Landwirt*innen abhängig.³²³

Die Produktionspotenziale von Biomasse sind begrenzt und z.B. in Deutschland bereits weitgehend ausgeschöpft. Schabbach und Wesselak beurteilen den sich entwickelnden globalen Biomasse-Markt als kritisch, da die vorherrschende Konkurrenz zwischen Nahrungs- und Futtermittelproduktion und der Energiepflanzenproduktion sowie die Zerstörung von Regenwäldern oder anderer naturnaher Ökosysteme durch die Herstellung von Biomasse bereits problematische Dimensionen annimmt.³²⁴ Deshalb sollten laut Dunkelberg und Weiß dezentrale Biomasseheizungen ausschließlich bei Gebäuden zum Einsatz kommen, wo andere erneuerbare Heizsysteme wie Wärmepumpen nicht errichtet werden können.³²⁵

vi. Energiespeicher

Energiespeicher unterstützen regenerative Energiesysteme, um zeitliche Unterschiede zwischen Energieproduktion und Energiebedarf sowie Schwankungen der Energieproduktion von erneuerbaren Energiequellen auszugleichen. Energie kann elektrisch, thermisch oder chemisch gespeichert werden, um Angebot und Nachfrage auf täglicher, wöchentlicher oder saisonaler Basis auszugleichen.³²⁶ Des Weiteren können durch Speichertechnologien Emissionen durch Leitungsverluste verringert werden.

Große Energiespeicher für elektrische Energie gewinnen durch die Energiewende zunehmend an Bedeutung. Elektrische Energie kann sowohl direkt in Kondensatoren und supraleitenden Spulen als auch in Form chemischer Energie in Akkumulatoren oder als Wasserstoff bzw. Methan und in Form mechanischer Energie gespeichert werden.³²⁷ Momentan sind Lithium-Ionen-Batteriespeicher weltweit am weitesten verbreitet und machen auch den Großteil der neu installierten Energiespeicher aus.³²⁸ Aquiferspeicher sind große saisonale Speicher, welche momentan erforscht werden. Sie speichern Abwärme, Solarwärme oder Kälte innerhalb von unterirdischen Gesteinsschichten, wo Wärme oder Kälte je nach Bedarf entnommen werden kann.³²⁹

Nach dem EU-Projekt *Mobilization of innovative design tools for refurbishing of buildings at district level* sollten thermische und elektrische Speicher **quartiersübergreifend** und nicht für einzelne Gebäude realisiert werden. Die Autor*innen erörtern dafür Möglichkeiten wie

³²² vgl. D. Lübbert, "CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich." S.19f

³²³ vgl. ebd. S.19f

³²⁴ vgl. Thomas Schabbach und Viktor Wesselak, "Stromerzeugung und -speicherung." S.106

³²⁵ vgl. Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.46

³²⁶ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies." S.55

³²⁷ vgl. Thomas Schabbach und Viktor Wesselak, "Stromerzeugung und -speicherung." S.112

³²⁸ vgl. o.V., "Energy Storage, IEA (Paris, 2020), <https://www.iea.org/reports/energy-storage>.

³²⁹ vgl. o.V., "Aquiferspeicher," Baunetz_Wissen_Glossar, Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz, aufgerufen am 18.04.2020, <https://www.baunetzwissen.de/glossar/a/aquiferspeicher-2482801>.

Wasserstoffspeicherlösungen mit Brennstoffzellen, Einspeisungen in das Erdgasnetz und Power-to-Gas-Technologien.³³⁰ Des Weiteren werden Ansätze zu Solarkraftwerken, die auch Strom speichern, untersucht.³³¹

Bei Betrieb einer Erdwärmepumpe kann überschüssige Kälte oder Wärme im Erdsondenfeld gespeichert und später regeneriert werden, wodurch ein saisonaler Speicher für einzelne oder mehrere Gebäude entsteht.³³² Für netzunabhängige Energieversorgungssysteme bzw. energieautarke Gebäude sind **dezentrale Speicher am Grundstück** unumgänglich. Ein Beispiel für zusätzliche dezentrale Stromspeicher stellen E-Autos dar, welche in Zukunft voraussichtlich vermehrt in Wohngebäude integriert werden.³³³

Da die Speicherung von Strom aktuell teurer ist als der Bezug von Netzstrom, ist es ökonomisch sinnvoller, abrufbare Wärme zu speichern. **Thermische Speicher** im Wohnbereich werden entweder zur Energie- oder zur Trinkwasserspeicherung verwendet, während allgemeine Energiespeicher ausschließlich Energie für das Heizungssystem speichern oder das Trinkwasser erwärmen. Trinkwasserspeicher halten warmes Wasser für den täglichen Gebrauch bereit und haben ein höheres Korrosionspotenzial sowie höhere hygienische Anforderungen. Da sie nur den halben Tagesbedarf an Warmwasser enthalten sollen, werden sie üblicherweise kleiner dimensioniert als Energiespeicher, welche als Pufferspeicher dienen. Diese werden ab Speichergrößen von mehr als 500l ausgeführt und können auch andere Speichermedien als Wasser enthalten. Spezielle Bauformen von thermischen Speichern sind Schichtenspeicher, Kombispeicher und Tank-in-Tank-Speicher. Bei allen Speicherformen ist die Art und Dicke der Speicherdämmung sowie die Temperaturdifferenz zwischen Speicher und Umgebungstemperatur ausschlaggebend für die Höhe der Energieverluste. Damit Speicherverluste vorab minimiert werden, kann die vorgegebene Dämmstärken von 10 cm erhöht werden, Schichtenspeicher verwendet werden, die Temperaturdifferenz zwischen Aufstellungsort und Speicher reduziert werden, oder bei Systemen mit getrennter Bereitstellung von Warmwasser und Heizung können Energiespeicher und Trinkwasserspeicher kombiniert werden.³³⁴

Argumentation: Energiespeicher

Energiespeicher sollten zum Ausgleich von Energieproduktion und -nachfrage bzw. zum Abfedern von Schwankungen eingesetzt werden. Da Wärmespeicher bei einer Wärmepumpenversorgung bzw. auch für die Warmwasserbereitung haustechnisch ohnehin notwendig sind und Stromspeicher für Wohngebäude derzeit noch nicht wirtschaftlich sind, sollten Tagesspeicher in Form von Wärmespeicher in Wohnanlagen installiert werden. Diese können durch den Betrieb der Wärmepumpe mit überschüssig erzeugtem PV-Strom beheizt werden und bei Bedarf entleert werden.

³³⁰ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies." S.102

³³¹ vgl. Thomas Schabbach und Viktor Wesselak, "Stromerzeugung und -speicherung." S.121

³³² vgl. Interview vom 04.02.2020 mit Stefan Sattler, "Fachplaner für erneuerbare Energien," Stadt Wien | MA20 Energieplanung, interviewed von Anna Lindorfer.

³³³ vgl. Edmund Green et al., "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050." S.62f

³³⁴ vgl. Thomas Kreitmayer et al., "Warmwasser effizient bereitstellen." S.28-31

8.b Weitere Technologien zur Unterstützung der Dekarbonisierung

i. Grünes Gas

Bei der Dekarbonisierung des Wärmesektors ist in den meisten erneuerbaren Heizszenarien ein Restgasbedarf vorgesehen, welcher durch CO₂-neutrale erneuerbare Energieträger wie Biomethan oder regenerativen Wasserstoff gedeckt werden soll. Es ist dabei zu bedenken, dass das Potenzial für Biomethan in Österreich begrenzt ist und es weitere von Gas abhängige Sektoren gibt, wie den Verkehrs- und Industriesektor, welche schwieriger als der Gebäudesektor zu dekarbonisieren sind und ebenso regenerativen Wasserstoff als Ersatztechnologie benötigen werden.³³⁵

Während bei einer Raumwärmeproduktion durch Wasserstoff 45% des eingesetzten Stroms in Wärme umgesetzt wird, liefert eine Wärmepumpe einen Energieertrag von 285%. Nach Rosenow gibt es außerdem kostengünstigere Technologien um die Wärmebereitstellung zu dekarbonisieren, wie z.B. die Elektrifizierung und die Energiebedarfsreduktion. Wasserstoff kann jedoch eine Rolle für den saisonalen Ausgleich von anderen erneuerbaren Energieträgern spielen.³³⁶

ii. Wärmerückgewinnung

Wärme kann aus unterschiedlichen Quellen rückgewonnen werden, wobei die Hauptquellen für Wärmerückgewinnung in Wohngebäuden Abluft und Abwässer sind. Aus Abwasser kann in Kombination mit Wärmepumpen oder Wärmetauschern Wärme rückgewonnen werden und zur Gebäudeheizung oder zur Warmwasseraufbereitung verwendet werden.³³⁷ Zur Rückgewinnung der Wärme aus dem hauseigenen Abwasserkanal oder aus der Kanalisation des Abwasserbetreibers wird ein Wärmeüberträger in die Rohrleitungen eingelegt oder Kanalelemente mit integrierten Wärmeüberträgern eingesetzt. Ein Wärmeüberträger wird in einen Sammelschacht im Ablauf der Kläranlage angebracht, wenn Wärme aus gereinigtem Abwasser gewonnen wird.³³⁸

Die thermische Energie der Abluft kann mithilfe von Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen wiedergenutzt werden. Dazu wird der Wärmeinhalt der Abluft auf die angesaugte Außenluft übertragen.³³⁹ Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung finden v.a. in energieeffizienten Gebäuden Anwendung. Sie erfordern jedoch ausreichend Platz für die Anlage sowie die Errichtung von Rohrleitungen und weisen dementsprechend hohe Installationskosten auf.³⁴⁰

iii. Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologien (KWK) ermöglichen die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Elektrizität, wodurch der Umwandlungsprozess im Vergleich zu konventionellen thermischen

³³⁵ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.2f und S.56f

³³⁶ vgl. Jan Rosenow, "Why we should go for electrification and not hydrogen in heating" (Präsentation im Rahmen von "Cooling down Europe's heating system", online, 30.06.2020).

³³⁷ vgl. Heike Erhorn-Kluttig et al., "EU-Projekt MODER – Mobilisierung von innovativen Design Tools für die Sanierung von Gebäuden auf Quartiersebene, Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2019). S.29

³³⁸ vgl. Herbert Angrüner et al., "Technologieleitfaden Wärmepumpen." S.21f

³³⁹ vgl. Burkhard Schulze Darup et al., "Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10 (Osnabrück: Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU, 2010). S.33 und S.49

³⁴⁰ vgl. Edmund Green et al., "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050." S.62f

Erzeugungstechnologien effizienter wird. Bei KWK-Anlagen werden ca. 58% der Wärme in Elektrizität umgewandelt, während es bei herkömmlichen Umwandlungsprozessen nur ca. 36% der Energie sind. KWK-Anlagen können in fossilen sowie erneuerbaren Kraftwerke implementiert werden, wie z.B. bei Solarthermieanlagen, oder um Abwärme aus Industrieprozessen zu schöpfen.³⁴¹ Im Vergleich zur separaten Produktion von Strom und Wärme, können KWK-Anlagen fast ein Drittel mehr Energie produzieren, was auch ökonomische Vorteile mit sich bringt, da erzeugte Wärme über das ganze Jahr in Form von Strom genutzt werden kann.³⁴² Die Kraft-Wärme-Kopplung gilt als eine ausgereifte Technologie, deren Einsatz eine hohe Wirtschaftlichkeit aufweist, insbesondere bei quartiersübergreifender Verwendung.³⁴³

iv. Anschluss an das Fernwärmenetz

Das Fernwärmenetz ist ein Rohrleitungsnetz, welches Wärme über ein Trägermedium (meistens Wasser) zu Gebäuden transportiert. Dort wird es zur Beheizung und für die Bereitstellung von Warmwasser genutzt.³⁴⁴ In Wien befinden sich in den versorgten Gebäuden oder an zentralen Orten Umformerstationen, welche das Wasser aus dem Fernwärmenetz aufnehmen und an den gebäudeseitigen Heizkreislauf mit niedrigeren Temperaturen abgeben.³⁴⁵

In Österreich werden 24% der Wohneinheiten mit Nah- oder Fernwärme versorgt. Die Nahwärme versorgt Gebäude im Vergleich zur Fernwärme über sehr kurze Distanzen. Die über 600 österreichischen Fernwärme-Versorgungsunternehmen reichen von großen städtischen Versorgungsbetrieben bis zu kleinen regionalen Betrieben. Die *Wien Energie GmbH* betreibt als städtisches Fernwärmeversorgungsunternehmen Wiens das mit Abstand größte Netz Österreichs und versorgt 400.000 Haushalte mit Fernwärme in Wien und Umgebung. In kleineren Städten und Ortschaften versorgen oftmals kleine Netzbetreiber lokale Abnehmende mit Wärme, die meist aus Biomasseanlagen stammt.³⁴⁶ In China, Europa und Russland decken Fernwärmesysteme einen großen Teil des Wärmebedarfs ab. Die Zahl der weltweiten Neuanschlüsse ist zwischen 2010 und 2020 um 3,5% pro Jahr gestiegen, was insbesondere auf China zurückzuführen ist.³⁴⁷

Argumentation: Anschluss an das Fernwärmenetz

Lund et al. erachten die Nutzung der Fernwärme als signifikant, um ein **nachhaltiges Energiesystem** zu schaffen, jedoch muss sich die Fernwärmetechnologie nach den Autor*innen dafür noch stark weiterentwickeln.³⁴⁸

³⁴¹ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies."

³⁴² vgl. Yangang Xing et al., "Zero carbon buildings refurbishment—A Hierarchical pathway," *Renewable and sustainable energy reviews* 15, no. 6 (2011). S.3233

³⁴³ vgl. Edmund Green et al., "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050." S.62f

³⁴⁴ vgl. Rüdiger Paschotta, "Fernwärme," RP Photonics Consulting GmbH, aufgerufen am 20.06.2020, <https://www.energielexikon.info/fernwaerme.html>.

³⁴⁵ vgl. o.V., "Fernwärme," Wien Energie GmbH, aufgerufen am 23.06.2020, <https://positionen.wienenergie.at/themen/waermewende/fernwaerme/>.

³⁴⁶ vgl. Richard Büchele et al., "Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung," TU Wien und Ecofys (Wien, 2015).

³⁴⁷ vgl. o.V., "Heating, IEA (Paris 2020), <https://www.iea.org/reports/heating>.

³⁴⁸ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.3

In Bereichen mit **hohen Wärmedichten** spielt die Fernwärme laut Kranzl et al. eine wichtige Rolle für die Gebäudedekarbonisierung, da der Energiebezug von Bestandsbauten beim Anschluss an das Fernwärmenetz müheloser auf regenerative Energiequellen umgestellt werden kann, als einzelne Wohnanlagen dezentral mit regenerativer Energie zu versorgen.³⁴⁹ Außerdem müssen beim Fernwärmeanschluss nach Teilnehmer #1 nur geringe Änderungen in Kund*innenanlagen vorgenommen werden. Leerstandswohnungen sowie neuvermietete Wohnungen werden bei einem **Neuanschluss der Wohnanlage** an das Fernwärmenetz angeschlossen, Mietende müssen jedoch nach §18 MRG und §1098 ABGB wohnungsseitigen Umbauarbeiten, wie das Erneuern eines Heizsystems, zustimmen.³⁵⁰ Bei Wohnanlagen, welche im Nachhinein an das Fernwärmenetz angeschlossen wurden, haben durchschnittlich 51% der Mietenden einem Anschluss zugestimmt. Wenn davon ausgegangen wird, dass 4,25% der Wohnungen von Wiener Wohnen leer stehen, lässt sich darauf schließen, dass im ersten Jahr ca. 55% der Wohneinheiten einer Wohnanlage an die Fernwärme angeschlossen werden.³⁵¹ Bei einer jährlichen Fluktuationsrate von 6% bei Gemeindewohnungen sind folglich nach 10 Jahren 85% der Wohneinheiten und nach 15 Jahren alle Wohneinheiten einer Wohnanlage angeschlossen.³⁵²

Die monatlichen Kosten einer Fernwärmeversorgung (0,9€/m²) verhalten sich nach aktuellen Preisen im Vergleich zu Erdgas (0,73€/m²), Wärmepumpen ohne PV (0,47€/m²) oder Wärmepumpen in Kombination mit PV (0,21€/m²) bei einer durchschnittlich 59,1m² großen Wohneinheit von *Wiener Wohnen* wie folgt: 53,19€ Fernwärme, 43,14€ Gas, 27,78€ Wärmepumpe und 12,41€ Wärmepumpe mit PV.^{353,354} Dies bedeutet eine **Energiekostensteigerung** für die Mietenden bei Anschluss an die Fernwärme. Deshalb ist anzunehmen, dass sich die Bereitschaft für ein Wechsel auf Fernwärme seitens der Mietenden im Vergleich zu vorher durchgeführten Neuanschlüssen nicht erhöht, obwohl Errichtungs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten wegfallen, welche bei anderen Energiesystemen teilweise durch Mietende refinanziert werden.

In dicht besiedelten Gebieten, wo nicht ausreichend Potenzial für dezentrale erneuerbare Wärmequellen besteht, eignet sich Fernwärme im Regelfall sehr gut zur Energieversorgung, außerdem hat eine Fernwärmeversorgung bei Altbauten, welche im innerstädtischen Bereich häufig sind, den Vorteil, eine Wärmeversorgung auf **Hochtemperatur** bereitstellen zu können.³⁵⁵ Die hohen Wärmedichten im urbanen Gebiet sind außerdem ein Vorteil für die Fernwärmeversorgung, da zur Reduktion von Netzverluste die Anschlussrate in einem bestimmten Bereich, gebündelt werden muss, was wiederum zu einer größeren Wirtschaftlichkeit des Fernwärmenetzes beiträgt.³⁵⁶ In dünn besiedelten Gebieten ist der **Aufbau einer Fernwärmeinfrastruktur** jedoch mit beträchtlichen Kosten verbunden, wie z.B. Kosten für das Verlegen neuer Wärmeleitungsrohre, welche ca. 1.500-2.000€/Laufmeter betragen.³⁵⁷

³⁴⁹ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S. 13

³⁵⁰ vgl. §18 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981) und vgl. "Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch" Number ABGB, Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch (JGS Nr. 946/1811)

³⁵¹ vgl. Josef Gebhard, "Fast 9000 leer stehende Gemeindewohnungen," *Kurier*, 11.05.2018, *Kurier* <https://kurier.at/chronik/wien/fast-9000-leer-stehende-gemeindewohnungen/400034314>

³⁵² vgl. o.V., "Mikrozensus 2017, Statistik Austria (Wien, 2018).

³⁵³ vgl. o.V., "Wohnen 2018, Mikrozensus–Wohnungserhebung und EU-SILC."

³⁵⁴ vgl. Georg Trnka, "Der aktuelle Heizkostenvergleich," Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency, 2019/2020, aufgerufen am 20.04.2020, <https://www.energyagency.at/fakten-service/heizkosten>.

³⁵⁵ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." S.36f

³⁵⁶ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.3

³⁵⁷ vgl. Matthias Schimmel et al., "Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050." S.16

Demnach ist je nach Standort zu prüfen, ob ein Anschluss einer Wohnhausanlage an das Fernwärmenetz wirtschaftlich sinnvoll ist und aufgrund der Konditionen des Leitungsnetzes technisch möglich ist.

Da die Höhe der THG-Emissionen einer Wohneinheit bei Anschluss an die Fernwärme von den Primärenergiequellen der Fernwärmeerzeugung abhängt, müssen, je mehr Wohnhausanlagen an die Fernwärme angeschlossen werden, umso mehr erneuerbare Energiequellen für die Produktion der Fernwärme erschlossen werden.³⁵⁸ Demnach ist zur Dekarbonisierung des Wohnungsbestandes Wiener Wohnens durch teilweisen Anschluss an die Fernwärme eine **Dekarbonisierung der gesamten Fernwärmeerzeugung** notwendig,³⁵⁹ was eine große Herausforderung für *Wien Energie* bedeutet, da aktuell nur 18% der durch Wien Energie bereitgestellten Fernwärme aus erneuerbaren Energiequellen stammt.^{360,361}

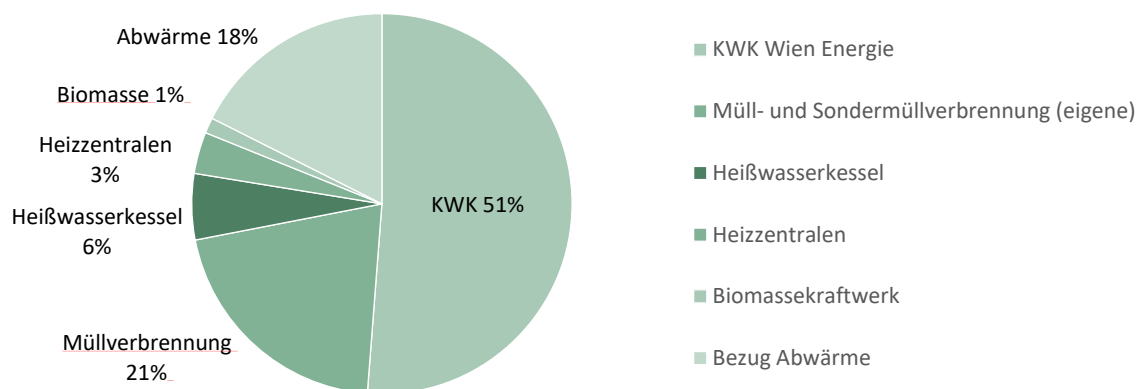


Abbildung 9: Zusammensetzung Fernwärme Wien, vgl. Martin Höller, „Fernwärmeabsatz 2018“ (2020)

Intelligente Fernwärmenetze nach Lund et al. sind effiziente Verbundnetze, welche ausschließlich erneuerbare Energiequellen nutzen und von zentralen Kraftwerken als auch von dezentralen Wärme- oder Kälteanlagen versorgt werden.³⁶² Zur optimalen Ausnutzung erneuerbarer Energien bei der Integration in ein intelligentes Fernwärmenetz muss die Netztemperatur niedrig sein und Verluste durch Wärmerückgewinnungstechnologien ausgeglichen werden.³⁶³ Die Fernwärme in Wien hat jedoch Vorlauftemperatur bis zu 150°C (z.T. bis zu 160°C³⁶⁴), welche im Vergleich zu anderen Städten sehr hoch sind.³⁶⁵ Hartl et al. erachtet jedoch eine Integration von Wärmepumpen in das Fernwärmenetz unter Umständen bei **Vorlauftemperaturen** bis zu 120°C als möglich.³⁶⁶ Eine Temperaturabsenkung des gesamten Fernwärmenetzes ist nach Teilnehmer #3 mit großen Eingriffen im Fernwärmenetz verbunden,

³⁵⁸ vgl. S. Rasoul Asaee et al., "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings." S.97

³⁵⁹ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.3

³⁶⁰ Kraftwerk Simmering: Gas- und Dampfturbinen, Gas- und Dampfkraftwerk Leopoldau, Müllverbrennungsanlage Spittelau

³⁶¹ vgl. Martin Höller, "Fernwärmeabsatz (2018): 5.868 GWh," in *Power Point*, ed. 2020-03-09_TUWien-Dekarbonisierung Bestandsimmobilien Wohnen in Wien_16-9_final (Wien: Wien Energie, 24.06.2020).

³⁶² vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.9

³⁶³ vgl. ebd. S.3

³⁶⁴ vgl. o.V., "Fernwärme."

³⁶⁵ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.6

³⁶⁶ vgl. Micheal Hartl et al., "Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen," *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 8 (2016), <https://www.enfos.at/download/rest/lit-02-waermepumpenroadmap-2016.pdf>. S.49

wie z.B. der Neuerrichtung wesentlicher Rohrstränge. Jedoch wird laut #3 ausschließlich das Primärnetz mit bis zu 145°C betrieben, während die Hälfte der Abnehmenden Wärme aus Sekundärnetzen beziehen, welche mit Temperaturen von 63-90°C betrieben werden, wodurch eine Einbindung von erneuerbaren Energietechnologien ermöglicht wird.

Eine weitere Herausforderung bei der Umstellung auf Niedertemperaturwärme ist die **Wärmebelieferung des Bestandes**, da eine Wärmebedarfsreduktion der einzelnen Gebäude durch thermische Sanierungen erforderlich ist.³⁶⁷ Ergänzend müssen Wärmeabgabesysteme angepasst werden und Hochtemperaturradiatoren durch Fußboden- oder Wandheizungen bzw. durch großflächige Heizkörper ersetzt werden.³⁶⁸ Im Grunde genommen entstehen durch die Integration von erneuerbaren Energiequellen in die Fernwärmeerzeugung ähnliche Herausforderungen für notwendige Anpassungen von Wärmeabgabesysteme im Gebäudebestand wie durch die Umstellung auf dezentrale erneuerbare Energieerzeugungssysteme. Anders als bei der Umstellung auf ein dezentrales Niedertemperaturheizsystem können bei Anschluss an das Fernwärmenetz jedoch anstelle einer Anpassung der Wärmeabgabesysteme ebenso **dezentrale Booster-Wärmepumpen** die Betriebstemperatur des Fernwärmenetzes auf die benötigten Betriebstemperatur des Gebäudes vor Ort anheben.³⁶⁹

Um die Fernwärmeerzeugung Wiens zu dekarbonisieren, wird mit Lösungen wie Abwärme aus Abwasserkanälen und Nahwärmenetzen gearbeitet.³⁷⁰ Des Weiteren kann die Geothermie zur Abdeckung der Grundlast, die Müllverbrennung und Großwärmepumpen zur Abdeckung des Mittellastbereichs bei niedrigen Netztemperaturen, Biomasse-Heizkraftwerke und Solarthermie herangezogen werden. Verbrauchsspitzen sollen laut Schimmel et al. durch erneuerbares Gas abgedeckt werden.³⁷¹

Die **Müllverbrennung** wird jedoch in Zukunft kostenintensiver sein, zudem wird bei einer angestrebten gesteigerter Kreislaufwirtschaft weniger Abfall verfügbar sein.³⁷² Des Weiteren emittiert die Wärmegewinnung aus Müllverbrennung ebenso CO₂ und kann deshalb nicht zur Dekarbonisierung der Fernwärme eingesetzt werden.³⁷³ **Biomasse** hat, wie bereits im Kapitel v. Biomasseheizungen erwähnt, grundsätzlich keine neutrale CO₂-Bilanz, stellt die teuerste, ressourcen- und flächenintensivste Variante der erneuerbaren Energieträger dar und trägt zu Biodiversitätsverlusten sowie Bodenrückgang bei.³⁷⁴ Deshalb sind Biomasse-Anlagen nicht zur Dekarbonisierung der Fernwärme geeignet. Technologien zur Erzeugung von **erneuerbarem Gas** in Form von Biogas, erneuerbarem Methan oder Wasserstoff sind noch nicht ausgereift,³⁷⁵ zudem steht der Wärmebedarf von Privathaushalten, wie bereits im Kapitel i. Grünes Gas erwähnt, in Konkurrenz zu Produktionsbetrieben und Verkehrslösungen, welche

³⁶⁷ vgl. Bernd Vogl et al., "Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien." S.12

³⁶⁸ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.3

³⁶⁹ Die Booster-Wärmepumpe verwendet das Niedertemperaturnetz mit geringen Vorlauftemperaturen als Quelle, um jene Temperaturen bereitzustellen, welche zum Betrieb des Heizsystems im Bestandsgebäude benötigt werden. vgl. Micheal Hartl et al., "Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen." S.49

³⁷⁰ vgl. Bernd Vogl et al., "Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien." S.12

³⁷¹ vgl. Matthias Schimmel et al., "Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050." S.17ff

³⁷² vgl. ebd. S.17

³⁷³ vgl. Therese Schwarzböck et al., "Anteil erneuerbarer Energien und klimarelevante CO₂-Emissionen aus der thermischen Verwertung von Abfällen in Österreich," *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 68, no. 9-10 (2016). S.415

³⁷⁴ vgl. D. Lübbert, "CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich.

³⁷⁵ vgl. Lukas Kranzl et al., "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing."

bei der Versorgung mit erneuerbarem Gas bevorzugt werden.³⁷⁶ Daher ist es schwierig, Annahmen über eine Wärmeversorgung durch erneuerbares Gas zu treffen.

Demnach sind Geothermieanlagen zur Abdeckung der Grundlast sowie Großwärmepumpen, Abwärmenutzung und Solarthermieanlagen die erneuerbaren Energieträger, welche für eine vollständige Dekarbonisierung der Fernwärme am besten geeignet sind. Für eine **vollständige Dekarbonisierung der Fernwärme** müssen diese großmaßstäblich angewendet werden. Neben einer kritischen Betrachtung der Energiequellen ist ebenso der benötigte **Zeitraum** zu beachten. Die Stadt Wien setzte sich mit der Smart City Rahmenstrategie das Ziel, bis 2030 den Wiener Endenergieverbrauch zu 30% und bis 2050 zu 70% aus erneuerbaren Energien zu decken.³⁷⁷ Im Klimaübereinkommen von Paris wurde die Begrenzung der globalen Erwärmung deutlich unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Temperaturniveau bzw. das Fortsetzen der Bemühungen einer Begrenzung auf 1,5°C vereinbart,³⁷⁸ wofür eine Reduktion der THG-Emissionen auf netto-null bis Mitte des Jahrhunderts notwendig ist.³⁷⁹

Das macht u.a. deutlich, dass die in der Smart City Rahmenstrategie festgelegten Ziele nicht im Einklang mit dem Übereinkommen von Paris stehen. In der Strategie wird außerdem bemerkt, dass teilweise die Verfügbarkeit von Quellen, wie z.B. der Tiefengeothermie, noch geprüft werden muss.³⁸⁰ Entscheidend im Kontext dieser Arbeit ist jedoch, ob die Fernwärmeerzeugung in den nächsten 10 Jahren dekarbonisiert wird, damit die Primärenergieerzeugung der Wohnungen CO₂-neutral erfolgt.

³⁷⁶ vgl. o.V., "Wien: Das Ende naht für Ölkessel und Gasheizung," Herbert Starmühler, 2020, aufgerufen am 07.05.2020, <https://www.energie-bau.at/heizen-kuehlen/3216-wien-klimazonen-ohne-oelkessel-und-gasheizung>.

³⁷⁷ vgl. Ina Homeier et al., "Short Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. S.27

³⁷⁸ vgl. UN Climate Change Newsroom, "Historic Paris Agreement on Climate Change-195 Nations Set Path to Keep Temperature Rise Well Below 2 Degrees Celsius," (2015).

³⁷⁹ vgl. Valérie Masson-Delmotte et al., "1,5 °C globale Erwärmung - Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger, IPCC (2018). S.16

³⁸⁰ vgl. Ina Homeier et al., "Short Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. S.26f

8.c Bauliche Adaptionen von Geschosswohnbauten

i. Thermische Gebäudesanierungen zur Energiebedarfsreduktion

Um durch eine thermische Gebäudesanierung Energieverluste im Winter zu reduzieren und Wärmeansammlungen im Sommer zu vermeiden, wird die Gebäudehülle thermisch optimiert, Wärmebrücken³⁸¹ ausgebessert und ihre Luftdichtheit erhöht.^{382,383} Neben einer Bedarfsreduktion an Heizenergie werden durch Dämmmaßnahmen auch langfristig Heizkosten eingespart. Zudem erhöhen Wärmedämmungen den Innenraumkomfort, da die Oberflächentemperaturen von Wänden und Glasscheiben erhöht wird, wodurch die Strahlungskälte und der Kaltluftabfall reduziert werden. Weitere Vorteile von Wärmedämmungen sind der Schutz der Bausubstanz, die Vermeidung von Kondensat durch höhere Oberflächentemperaturen und die Reduktion des Schimmelrisikos in Bauteilen.³⁸⁴ Die thermische Optimierung erfolgt in den meisten Fällen durch Dämmmaßnahmen an Außenwänden, der obersten Geschossdecke, des Daches, von Kellerdecken oder durch die Sanierung von Fenstern und Außentüren. Im Folgenden werden die am häufigsten angewendeten Maßnahmen zur thermischen Sanierung beschrieben.

In den meisten Fällen werden die **Außenwände** auf der Außenseite isoliert. Dies stellt die effektivste Dämmmaßnahme dar, weil die Wärmeverluste der Gebäudehülle über die Außenwände am höchsten sind. Dafür werden Materialien auf der bestehenden Wand befestigt, was im Regelfall durch ein kostengünstiges jedoch oftmals nicht ökologisches Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) ausgeführt wird. Damit die Fassadenstruktur erhalten bleibt, werden bei der Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden häufig Innenwanddämmungen angebracht. Der Vorteil von Außenwanddämmungen ist jedoch, dass kein Nutzflächenverlust im Inneren entsteht und im Vergleich zu Innenraumdämmungen das Kondensationsrisiko minimiert wird.^{385, 386}

Über ungedämmte Kellerdecken bzw. über ungenügend gedämmte Fußbodenaufbauten nicht unterkellerten Wohnbereiche kann Wärme aus Wohnräumen fast ungehindert in das Erdreich fließen, weshalb **Kellerdecken** gedämmt werden. Für eine hohe Wirksamkeit muss die Isolation an der Unterseite angebracht werden. Dazu muss die Decke zuerst freigelegt werden, was sehr aufwendig und teuer ist. Deshalb werden in den meisten Fällen Innendämmung angewendet, wozu in der Praxis im Regelfall Polysterol auf Kellerdecken oder Estrichböden aufgebracht wird.³⁸⁷ Eine spürbare Senkung der Heizkosten tritt ab ca. acht Zentimeter Dämmstärke in erdnahen Wohnräumen ein.³⁸⁸

Die Dämmung des **Daches** ist aus energetischer Perspektive nur sinnvoll, wenn der Dachraum beheizt wird. Ansonsten sollte die oberste Geschossdecke als Begrenzung der thermischen Hülle gedämmt

³⁸¹ Eine Wärmebrücke ist ein Bereich in der Gebäudehülle, der Wärme stärker leitet und so zu einem höheren Wärmeaustausch zwischen innen und außen beiträgt.

³⁸² vgl. Florian Kops, "Auswirkungen städtebaulicher Strukturen in Wien auf die Energieeffizienz sowie die Wirtschaftlichkeit thermischer Sanierungsmaßnahmen" (uniwien, 2014). S.24

³⁸³ vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung, Klima- und Energiefonds (Wien, 2009). S.35

³⁸⁴ vgl. Stefan Oehler, "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung." S.157

³⁸⁵ vgl. Florian Kops, "Auswirkungen städtebaulicher Strukturen in Wien auf die Energieeffizienz sowie die Wirtschaftlichkeit thermischer Sanierungsmaßnahmen." S.24f

³⁸⁶ vgl. Yangang Xing et al., "Zero carbon buildings refurbishment—A Hierarchical pathway." S.3231

³⁸⁷ vgl. Florian Kops, "Auswirkungen städtebaulicher Strukturen in Wien auf die Energieeffizienz sowie die Wirtschaftlichkeit thermischer Sanierungsmaßnahmen." S.24f

³⁸⁸ vgl. Nicole Richter, "Maßnahmenplanung zur Steigerung der Energieeffizienz beim Bauen im Bestand." S.32

werden. Bei einer Dämmung des Daches werden die Zwischenräume der Sparren mit Dämmmaterial ausgefüllt oder Dämmstoffe wie Steinwolle und Polyurethan von unten angebracht.³⁸⁹

Neben der Dämmstärke beeinflusst auch die **Qualität der Dämmmaterialien** die Effektivität der Dämmung. Mit hochwertigen Dämmstoffen können Dämmstärken von 10cm und weniger realisiert werden, wobei diese vergleichsweise teuer sind.³⁹⁰ Dabei können anorganische Dämmstoffe wie Glaswolle, Steinwolle, Gipschaum, geschäumte Materialien und Perlite angewendet werden, oder organische Stoffe wie Holz, Kork, Zellulose, Flachs, Stroh, Schilf, Seegras, Wolle und Baumwolle. Bei der Materialwahl müssen ebenso Anforderungen an den Brandschutz beachtet werden. Eine Dampfbremse in Form einer Folie oder eines reißfesten Papiers ist ein notwendiges Element im Konstruktionsaufbau, um die Luftdichtheit zu gewährleisten und den Wasserdampf aus den Innenräumen von der Dämmebene abzuhalten.³⁹¹

Fenster und Außentüren sind energetische Schwachstellen der Gebäudehülle, weshalb Fenstersanierungen den Energiebedarf des Hauses durch die Verbesserung der Luftdichtheit und die Verringerung des unkontrollierten Luftaustausches drastisch reduzieren können.³⁹² Maßnahmen der thermischen Fenstersanierung sind der Austausch der Verglasung mit einer Isolierverglasung oder einer Dreifach-Wärmeschutzverglasung u.a. mit Wärmedämmbeschichtungen auf der Glasfläche und einer Gasfüllung im Scheibenzwischenraum sowie die Dämmung und luftdichte Ausführung des Rahmens. Meistens wird das gesamte Fensterelement erneuert, da energetisch leistungsstarke Verglasungen durch ihr höheres Gewicht oft nicht von den bestehenden Fensterrahmen gehalten werden können. Ein weiterer Grund für einen Komplettaustausch ist die verbesserte Rahmendämmung bei neuwertigen Fensterelementen, welche zur thermischen Dichtheit der gesamten Fensterkonstruktion beiträgt. Ein geplantes Aufbringen einer Wärmedämmung oder andere Änderungen im Außenwandaufbau sollten zeitgleich mit einem Fenstertausch erfolgen, da an den Laibungen sonst Wärmebrücken entstehen können. Zudem ist das Aufbringen von Wärmedämmung zu einem späteren Zeitpunkt als der Fenstertausch mit einem größeren Arbeitsaufwand verbunden.³⁹³

Thermische Sanierungen zur Energiebedarfsreduktion können in unterschiedlichen Standards ausgeführt werden. Die OIB Richtlinie 6 teilt mit dem Instrument des **Energieausweises** Gebäude in Klassen nach ihrem Heizwärmebedarf pro m²-Brutto-Grundfläche ein.³⁹⁴ Drei international relevante Gebäudestandards wurden in der Richtlinie je einer Kategorie zugeordnet: Niedrigenergiehaus B, Niedrigstenergiehaus A und A+ und Passivhaus A++.

Der **Passivhaus-Standard** ist ein freiwilliger Energieeffizienzstandard,³⁹⁵ der einen maximalen HWB von 15 kWh/m²a vorschreibt und einen maximalen Gesamtprimärenergiebedarf von weniger als 120 kWh/m²a.³⁹⁶ Um ein bestehendes Gebäude auf den Passivhaus-Standard zu bringen, wird die Gebäudehülle thermisch saniert und üblicherweise eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

³⁸⁹ vgl. Florian Kops, "Auswirkungen städtebaulicher Strukturen in Wien auf die Energieeffizienz sowie die Wirtschaftlichkeit thermischer Sanierungsmaßnahmen." S.24f

³⁹⁰ vgl. Stefan Oehler, "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung." S.157

³⁹¹ vgl. Nicole Richter, "Maßnahmenplanung zur Steigerung der Energieeffizienz beim Bauen im Bestand." S.26f

³⁹² vgl. ebd. S.28f

³⁹³ vgl. Yangang Xing et al., "Zero carbon buildings refurbishment—A Hierarchical pathway." S.3231

³⁹⁴ vgl. Österreichisches Institut für Bautechnik, "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-009/15"

³⁹⁵ vgl. o.V., "Let's speak sustainable construction." S.105

³⁹⁶ vgl. Yangang Xing et al., "Zero carbon buildings refurbishment—A Hierarchical pathway." S.3231

eingebaut.³⁹⁷ So wird bei einer Sanierung auf Passivhaus-Standard der HWB üblicherweise bis zu 90% verringert.³⁹⁸

Ab 2021 müssen durch die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie alle neu errichteten Gebäude in der EU dem **Niedrigstenergiegebäudestandard** entsprechen. Bestandsbauten sollen an diesen Standard möglichst nah herankommen und Wohngebäude müssen in Österreich laut OIB Richtlinie 6³⁹⁹ bei größeren Renovierungen Obergrenzen für den HWB einhalten. Ab 2021 darf der HWB_{Ref,RK} nicht größer als $17 \times (1+2,9/l_c)$ sein.⁴⁰⁰ Die Einhaltung des Niedrigstenergiegebäude- Standards ist u.a. ein Kriterium für einen Förderentscheid der thermisch-energetischen Sanierungsförderung in Wien.⁴⁰¹

Bei thermischen Gebäudesanierungen muss beachtet werden, dass Sanierungszyklen meist länger als 50 Jahre betragen, weswegen Sanierungen nach Oehler ausschließlich in hoher Qualität durchgeführt werden sollten. Vor der Sanierung kann ein schlechter Gebäudezustand in Kauf genommen werden, damit es zu keinem Lock-In-Effekt kommt, wodurch z.B. schlecht gedämmte Bauteile 30-50 Jahre lang nicht saniert werden könnten.⁴⁰²

Argumentation: Thermische Sanierung zur Energiebedarfsreduktion

Beim Energieausweis und dem Niedrigstenergiegebäudestandard wird vorwiegend der Energiebedarf bzw. dessen Reduktion durch thermische Sanierungen berücksichtigt. Lampert und Schieder berichten jedoch, dass im Jahr 2017 in Österreich die größte CO₂-Reduktion in der Wohnhaussanierung durch den Einsatz „klimaschonender Energiesysteme“ wie z.B. Kesseltäusche erwirkt wurde, da sich **Energie-trägerwechsel** bei thermisch unsanierten Gebäuden aufgrund des hohen Energiebedarfs für die Wärmebereitstellung stark auf deren CO₂-Bilanz auswirken.⁴⁰³

Nichtsdestotrotz ist neben einer Einsparung von THG-Emissionen im Gebäudebetrieb durch den Tausch des Energieversorgungssystem eine **dauerhafte Reduktion des Energiebedarfs** notwendig, u.a. wird dadurch ein **ökonomischer Rebound-Effekt** verhindert. Dieser kann eintreten, wenn die Energiekosten durch Effizienzverbesserungen sinken und dadurch wiederum die Nachfrage nach der kostengünstigeren Energie steigt.⁴⁰⁴ Demnach muss neben einer Effizienzverbesserung oder einer

³⁹⁷ vgl. o.V., "Häufige Fragen zum Passivhaus – FAQs."

³⁹⁸ vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung." S.35

³⁹⁹ Da das Bauwesen der Landesgesetzgebung unterliegt, gibt es keine einheitliche österreichweite Bauordnung. Jedoch haben die Bundesländer die OIB-Richtlinien in ihren Bauordnungen für verbindlich erklärt. Gemäß den Bestimmungen in den diesbezüglichen Verordnungen der Bundesländer kann jedoch von der OIB-Richtlinie abgewichen werden, wenn nachgewiesen wird, dass ein gleichwertiges Schutzniveau erreicht wird, wie bei Einhaltung der OIB-Richtlinie.

⁴⁰⁰ vgl. Österreichisches Institut für Bautechnik, "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19" S.3

⁴⁰¹ Wird der HWB_{RK,Ref} bei einer Sanierung auf mind. das 1,45-fache eines Niedrigstenergiegebäudes gesenkt, kann eine Förderung beantragt werden. Wird der Niedrigstenergiegebäudestandard erreicht, kann der höchste Förderzuschuss von 170€/m² Nutzfläche beantragt werden. vgl. "Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989" Number Sanierungsverordnung 2008, Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (LGBl. Nr. 2/2009)

⁴⁰² vgl. Stefan Oehler, "Das Konzept der ganzheitlichen Sanierung." S.93

⁴⁰³ vgl. Christopher Lampert und Wolfgang Schieder, "Maßnahmen im Gebäudesektor 2009 bis 2017, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, (Wien, 2019). S.14ff

⁴⁰⁴ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.132

Erneuerung des Energiesystems der Energiebedarf des Gebäudes ebenso reduziert werden.⁴⁰⁵ Dies kann laut Anderl et al. durch eine thermische Sanierung der Gebäudehülle im Rahmen einer Heizungs-erneuerungen am besten gelingen.⁴⁰⁶

Im Normalfall werden thermische Sanierungen und energetische Sanierungen zur Reduktion des Energieverbrauchs des Energieerzeugungssystems auch zusammen durchgeführt. Dabei tragen thermische Sanierungen zur effizienteren passiven Konditionierung von Räumen bei und energetische Sanierungen zur effizienteren aktiven Raumkonditionierung.⁴⁰⁷ Für das gemeinsame Ausführen spricht auch die Gefahr des **technischen Rebound-Effekts**, welcher auftreten kann, wenn thermische Sanierungen ohne parallele Durchführung einer energetischen Sanierung nicht zu den beabsichtigten Verbesserungen führen, da z.B. ein überdimensioniertes Heizsystem oder veraltete Wärmeverteilsysteme den Energieverbrauch nicht senken.⁴⁰⁸

Ein negativer Aspekt von thermischen Sanierungen ist die Erhöhung der **grauen Emissionen**, welche durch eingesetzte Dämmmaterialien sowie anderen Baumaterialien historisch ausgestoßen wurden. Die grauen Emissionen erhöhen den CO₂-Ausstoß pro Bewohner*in für das Gesamtsystem Gebäude.⁴⁰⁹ Da graue Emissionen des Gebäudebestands im Regelfall jedoch deutlich geringer als durch den Gebäudebetrieb hervorgerufene Emissionen sind,⁴¹⁰ zahlt sich laut Stöglehner et al. eine thermische Sanierung des Gebäudebestands in Bezug auf die Emissionsbilanz aus und amortisiert sich relativ kurzfristig. Dabei haben die richtige Materialwahl und die richtigen Dämmstärken einen großen Einfluss, da z.B. der HWB ab einer bestimmten Dämmstärke nur mehr minimal reduziert werden kann.⁴¹¹

Wie bereits erwähnt, können Sanierungen ebenso auf die Erreichung des Passivhausstandards abzielen. Grundsätzlich ist eine **Passivhaus-Sanierungen** bei kompakten Gebäuden am einfachsten, da durch eine simple Gebäudegeometrie die Dämmmaterialien sparsamer und leichter aufgebracht werden können.⁴¹² Es ist demnach in jedem Projekt individuell zu prüfen, ob sich eine Sanierung auf Passivhaus-Standard lohnt. Der Vorteil an Passivhäusern ist, dass sie unabhängig von Heiz- und Kühlanlagen sind und diese durch passive Erträge der Sonneneinstrahlung sowie der Abwärme von Personen und Elektrogeräten obsolet machen.⁴¹³ Der Wegfall der THG-Emissionen durch die Heizungsanlage trägt enorm zur vollständigen Dekarbonisierung des Gebäudes bei. Jedoch bringt eine Sanierung auf Passivhaus-Standard nicht nur Vorteile mit sich: Da ein Passivhaus einen sehr hohen Grad an Luftdichtheit aufweist, ist der Einbau einer **Lüftungsanlage** für das Gebäude notwendig. Um den Restwärmebedarf zu decken und die Lüftungswärmeverluste auszugleichen, muss diese außerdem mit einem

⁴⁰⁵ vgl. Thomas Schluck und Marvin King, "Die energetische Sanierung als Dienstleistung? – Ihre systemische Bedeutung im Kontext unserer zukünftigen Multi-Energie-Systeme," in *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien* (Wiesbaden: Springer, 2019). S.238

⁴⁰⁶ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.131

⁴⁰⁷ vgl. Marc Bättschmann und Niklaus Haller, "Die Optimierung des falschen Weges führt gleichwohl in die falsche Richtung: Über die Rolle der Gebäudetechnik auf dem Weg in den emissionsfreien Betrieb," in *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien* (Wiesbaden: Springer, 2019). S.209

⁴⁰⁸ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.132

⁴⁰⁹ vgl. Vanessa Rauland und Peter Newman, "Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development.

⁴¹⁰ vgl. Panagiotis Chastas et al., "Embodied energy in residential buildings-towards the nearly zero energy building: A literature review." S. 279

⁴¹¹ vgl. Julia Maydl, "Bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen bei Wohnhäusern der Stadt Wien" (Technische Universität Wien, 2007). S.127

⁴¹² vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung." S.35

⁴¹³ vgl. o.V., "Let's speak sustainable construction." S.104

Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung ausgestattet sein.⁴¹⁴ Dadurch können mehr als 75% der Wärme aus der Abluft über eine Wärmeübertragung auf die Frischluft wieder den Innenräumen zugeführt werden.⁴¹⁵ Die Kosten der Lüftungsanlage machen eine Sanierung auf Passivhausstandard zu einer relativ kostenintensiven Dekarbonisierungsmaßnahme.

In manchen Fällen werden **Passivhäuser mit Heizanlagen** ausgeführt, obwohl prinzipiell keine Notwendigkeit besteht.⁴¹⁶ Falls keine Heizanlage vorhanden ist, muss das benötigte **Warmwasser** durch erneuerbare Energieerzeugungsanlagen aufbereitet werden, um einen dekarbonisierenden Effekt zu erzielen. In den meisten Sanierungen auf Passivhaus-Standard werden dazu thermische Solarkollektoren am Dach installiert. Da sich der Warmwasserbedarf bei einer Sanierung auf Passivhaus-Standard nicht verändert, müssen die Kollektoren am Dach eine entsprechend große Fläche einnehmen und stehen somit in Konkurrenz zu PV-Paneelen, welche im Geschosswohnbau mit einer ohnehin im Vergleich zum Bedarf sehr kleinen Dachfläche konfrontiert sind.⁴¹⁷ Dadurch steht für PV-Anlagen um 73 - 89 % weniger Fläche zur Verfügung. Zudem wird aufgrund der kleineren PV-Anlagen mehr Netzstrom zur Stromversorgung benötigt. Jedoch kann es durch ein **PVT-System**, welches Photovoltaik-Solarzellen und thermische Kollektoren in einem Modul vereint, gelingen, Strom und Wärme gleichzeitig zu produzieren und darüber hinaus eine konstante Temperatur im Kollektor zu erreichen. So kann der Stromertrag gesteigert und der Flächenbedarf im Vergleich zu separaten Einzelanlagen um 40% reduziert werden.⁴¹⁸

Obwohl einige Beispiele in Österreich beweisen, dass Sanierungen auf Passivhaus-Standard im sozialen Geschosswohnbau durchaus praktikabel sind, setzen diese einen großen **Informationsaufwand** für die Bewohnenden voraus. Der richtige Umgang mit der Technik und den low-tech Komponenten muss vielen Bewohnenden nähergebracht werden, um Wärmeverluste durch z.B. falsches Lüften zu vermeiden.⁴¹⁹ Neben dem organisatorischen Mehraufwand, erfordert die Beseitigung von Wärmebrücken und das Erstellen der erforderlichen Luftdichtheit einen enormen **monetären Aufwand**. Deshalb raten Hüttler et al. zum Einsatz einzelner Passivhauskomponenten bei Wohngebäudesanierungen. Solche Komponenten umfassen z.B. die Ausführung der Fenster in Passivhausqualität, die Fassadendämmung und die Nachrüstung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und ermöglichen im Vergleich zu Standardsanierungen wesentlich höhere Einsparpotentiale für den Energieeinsatz und den damit verbundenen THG-Emissionen.⁴²⁰

Neben mehreren kritischen Äußerungen der Experten des Delphi-Panels zu regulären Sanierung auf **Passivhaus-Standard**, stehen auch diverse Architekturschaffende in Freiburg dem seit 2011 vor Ort verpflichtenden Passivhaus-Standard für neu errichtete Wohnbauten kritisch gegenüber. Sie stellen die grundsätzliche Logik eines strengen Gebäudestandards infrage, da dieser nicht auf den Gebäudekontext eingeht. Durch eine flexiblere Regelung könnte, so eine*r der Kritisierenden, bei Bauaufgaben auf Gebäudeeigenschaften wie Orientierung, Verschattung und Topografie reagiert werden.⁴²¹ In

⁴¹⁴ vgl. Ingrid Domenig-Meisinger et al., "Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau, Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien (Wien: Innovation und Technologie Bundesministerium für Verkehr, 2007). S.23

⁴¹⁵ vgl. Berthold Kaufmann et al., "Passivhäuser erfolgreich planen und bauen." S.9

⁴¹⁶ vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung." S.23

⁴¹⁷ vgl. ebd. S.36

⁴¹⁸ vgl. Thomas Kreitmayer et al., "Warm!wasser effizient bereitstellen." S. 43 nach Martin Trebersburg et al., New technical solutions for energy efficient buildings. State of the Art Report, The SCI-Network Consortium (2011), www.sci-network.eu.

⁴¹⁹ vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung." S.205

⁴²⁰ vgl. ebd. S.36 und S.203f

⁴²¹ vgl. Sebastian Fastenrath und Boris Braun, "Sustainability transition pathways in the building sector: Energy-efficient building in Freiburg (Germany)." S.348

Österreich ist die Regulierung durch strengere Energiestandards für Sanierungen ebenso kritisch zu hinterfragen: Die CO₂-Reduktion ist in der wohnbaugeförderten umfassenden energetischen Sanierung seit 2009 rückläufig, da strengere Anforderungen an die thermische Qualität eine Abnahme an geförderten Projekten bedingen.⁴²²

Bei Untersuchungen von thermischen Sanierungen an Wiener Gemeindebauten wurde festgestellt, dass sich Investitionen in thermische Gebäudesanierungen in den meisten Fällen innerhalb von 10-18 Jahren durch die langfristige Reduktion der Heizkosten amortisieren.⁴²³ Spätestens nach 30 Jahren sind die Investitionen in die thermische Gebäudesanierung ausschließlich durch die Einsparung der Heizkosten gedeckt.⁴²⁴

Die Höhe der **Sanierungskosten** ist vom aktuellen und vom angepeilten thermisch-energetischen Standard abhängig. Dabei ist eine Sanierung auf den Passivhaus-Standard kostenintensiver als eine Sanierung mit Passivhauskomponenten, welche wiederum teurer als eine Standard-Sanierung ist.⁴²⁵ Grundsätzlich ist bei Sanierungsinvestitionen auf ein gutes Preis-Leistungsverhältnis zu achten, v.a. bei Dämmstärken und dem gewählten Dämmmaterial.⁴²⁶ Bei Passivhäusern ist außerdem zu berücksichtigen, dass aufgrund der Lüftungsanlagen und dezentralen erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen weitere **Wartungskosten** anfallen. Die gemeinnützige Bauvereinigung VOGEWOSI beschloss deshalb gemeinsam mit den Mietenden, die Service- und Wartungskosten der Lüftungsanlage durch eine Umbuchung der eingesparten Energiekosten in einen Instandhaltungsfond zu finanzieren.⁴²⁷

⁴²² vgl. Christopher Lamport und Wolfgang Schieder, "Maßnahmen im Gebäudesektor 2009 bis 2017." S.15

⁴²³ vgl. Julia Maydl, "Bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen bei Wohnhäusern der Stadt Wien." S.127

⁴²⁴ vgl. Maja Lorbek et al., "Resource Conserving Renovation: Energieeffiziente, Ressourcen erhaltende und differenzierte Sanierung historischer europäischer Gebäudebestände." S.29

⁴²⁵ vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung." S.36 und S.203

⁴²⁶ vgl. Julia Maydl, "Bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen bei Wohnhäusern der Stadt Wien." S.127

⁴²⁷ vgl. Walter Hüttler et al., "Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung." S.36 und S.205

ii. Erhöhung der passiven solaren Gewinne

Passive Solargewinne können durch Solarenergie erzielt werden.⁴²⁸ Kurzwellige Sonnenstrahlen durchdringen transparente Gebäudeteile wie Fenster, Sonnenwände, Wintergärten oder transparente Wärmedämmungen und gelangen in die Innenräume, während die daraus entstehende Wärme die Räume weniger leicht verlassen kann.⁴²⁹ Um Wärmegewinne im Gebäude zu erzielen, wird somit weder eine aktive Haustechnik noch Umwälzpumpen, Heizkörper, Elektrogeräte oder Instandhaltungsmaßnahmen benötigt.⁴³⁰ Die bereits erwähnten Passivhäuser haben ihren namentlichen Ursprung von den passiven Erträgen der Sonneneinstrahlung, mit welchen sie neben der Abwärme von Personen und von Elektrogeräten geheizt werden.⁴³¹

Transparente Wärmedämmungen lassen die Solareinstrahlung fast ungehindert durch die Isolierung bis zu einem Absorber, wo sie in Wärme umgewandelt werden. Bei geringer Sonneneinstrahlung geht keine Transmissionswärme aus dem Gebäudeinneren verloren. Bei starker Sonneneinstrahlung wirkt die Wärmedämmung wie ein Radiator, weswegen an heißen Tagen ein Sonnenschutz notwendig ist.⁴³²

Eine **qualitative Verglasung** der Fenster kann Transmissionswärmeverluste teilweise um ein Drittel reduzieren. So kann durch eine 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung eine positive Wärmebilanz ermöglicht werden, wodurch die Wärmeverluste der Fenster geringer als die passiven solaren Gewinne sind. Jedoch sollten auch hier die Sonnenstrahlen im Sommer von einem außenliegenden Sonnenschutz abgeblockt werden, um die solaren Erträge zu steuern.⁴³³

⁴²⁸ vgl. o.V., "Häufige Fragen zum Passivhaus – FAQs."

⁴²⁹ vgl. Matthias M. Sasdi, "Energetisches Einsparungspotential durch den Einsatz passiver und aktiver Solarelemente am Beispiel des Sozialen Wohnbaus der Stadt Wien." S.11

⁴³⁰ vgl. Stefan Oehler, "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung." S.149

⁴³¹ vgl. o.V., "Let's speak sustainable construction." S.104

⁴³² vgl. Matthias M. Sasdi, "Energetisches Einsparungspotential durch den Einsatz passiver und aktiver Solarelemente am Beispiel des Sozialen Wohnbaus der Stadt Wien." S.11

⁴³³ vgl. Stefan Oehler, "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung." S.149-155

iii. Bauliche Nachverdichtung

Nachverdichtungen erhöhen die Bebauungs- oder Einwohnendichte, und nutzen dazu freie Flächen im Bereich bereits bestehender Bebauung.⁴³⁴ Durch bauliche Nachverdichtung können anhand der Bebauung leerer Flächen, dem Aufstockung oder dem Andocken an Bestandsbauten neue Wohn- und Arbeitsräume an vorhandene Gebäude angebunden werden. Nachverdichtung finden bei Wiener Wohnen häufig in Form von Dachgeschoßausbauten bei bestehenden Gemeindebauten statt, oder durch Neubauten am selben Grundstück, wie z.B. durch den Ersatz von Garagen.⁴³⁵

Argumentation: Bauliche Nachverdichtung

Nachverdichtungen schonen Landflächen und sind kostengünstiger als Neubauten, obwohl sie dieselben ökologischen Auflagen haben.⁴³⁶ Zudem weisen neu entstandene Wohneinheiten eine hohe Wohnqualität auf, weshalb Dachausbauten den allgemeinen Wert eines Gebäudes erhöhen.⁴³⁷ Aufgrund der strengen baurechtlichen Auflagen stellen Nachverdichtungen eine relevante stadtplanerische Maßnahme für Energieeinsparungen dar und tragen dazu bei, neue Raumressourcen gemeinsam mit vorhandenem Wohnraum zu dekarbonisieren.^{438,439}

Eine dichte Bebauung urbaner Gebiete ermöglicht bei zentral hergestellter Energie außerdem eine **effiziente Energieversorgung**, da eine hohe Dichte an Abnehmenden Verluste beim Energietransport minimiert.⁴⁴⁰ Des Weiteren entstehen bei hohen Einwohnendichten im urbanen Bereich kurze Distanzen, wodurch Wege mit öffentlichen und ökologischen Transportmittel zurückgelegt werden können und das Verkehrsaufkommen minimiert wird.⁴⁴¹ Jedoch kann auch das Gegenteil der Fall sein: Wenn das Grünraumangebot durch eine höhere bauliche Dichte verringert wird, kann das Verkehrsaufkommen der Bewohnenden aufgrund der gesteigerten Nachfragen nach Grünraum erhöht werden.

Überdies befürchten viele Bewohnende durch Erweiterungen oder Aufstockungen einen rechtlich ungedeckten Besitzstandsverlust, wie eine Verbauung der Aussicht, den Verlust von Grünraum oder Kfz-Stellplätzen und den Zuzug unbekannter Neumietender. Deshalb sollte bei derart großen Veränderungen auf die Bewohnenden eingegangen werden, um ihnen Ängste vor bevorstehenden Veränderungen zu nehmen.⁴⁴²

⁴³⁴ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.2

⁴³⁵ vgl. Robert Wiedersich, "Spekulation mit Grund und Boden bekämpfen," *Gewinn* 2019, <https://m.gewinn.com/immobilien/immobilien-news/artikel/spekulation-mit-grund-und-boden-bekaempfen/>.

⁴³⁶ vgl. "Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989" Number Neubauverordnung 2007, Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (LGBl. Nr. 27/2007)

⁴³⁷ vgl. Martin Treberspurg, "Attic Adapt 2050: Ein Systematischer Ansatz Für Dachgeschoßausbauten in Holzbauweise. Weiterbauen! Nachverdichten Des Gebäudebestands Der Nachkriegszeit (1950-1970) Am Beispiel Der Wohnhausanlagen Der Gemeinde Wien" (Universität Für Bodenkultur Wien, AlpS - Zentrum für Naturgefahren-Management, 2017). S.2

⁴³⁸ vgl. Marvin King und Michael Trübestein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.112

⁴³⁹ vgl. Gernot Stöglehner et al., "Impulse für eine kommunale Energieraumplanung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Wien, 2017), <https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/mobilitaetsmanagem/kommunalregional/Brosch-re--Impulse-f-r-eine-kommunale-Energieraumplanung.html>. S.24f

⁴⁴⁰ vgl. Gottfried Kirchengast et al., "Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP)." S.55

⁴⁴¹ vgl. o.V., "Fachkonzept Energieraumplanung." S.23

⁴⁴² vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.40f

Anpassungswünsche für bestehenden Wohnraum werden durch sich ändernde gesellschaftliche Rahmenbedingungen vergrößert, weshalb eine größere Nutzungsflexibilität von Gebäuden erforderlich ist.⁴⁴³ Die Optimierung von Wohnraum wird mitunter auch relevant, da Immobilienpreise steigen und das Nettoeinkommen gleichzeitig stagniert, wodurch die Nachfrage nach **kleineren Wohneinheiten** erhöht wird.⁴⁴⁴ Eine Flexibilisierung der Grundrisse kann außerdem zu einer Reduktion des individuellen Flächenbedarfs und dadurch zu einem verminderten Energiebedarf aufgrund der Verringerung der konditionierten Nutzfläche führen.

Um Wohnraum zu flexibilisieren bzw. an aktuelle Bedürfnisse anzupassen, müssen die richtigen **Wohnungstypologien** angeboten werden. Eine Flexibilisierung der Grundrisse im bewohnten Wohnhausbestand ist allerdings schwierig durchzuführen. Bewohnende der städtischen Wohnhausanlagen in Wien haben meist eine starke Bindung zur von ihnen bewohnten Wohnhausanlage und eine geringe Wohnmobilität, da sie ihre Wohnungen nur ungern tauschen oder kurzfristig verlassen. **Aufstockungen** sind deshalb eine gute Lösung, da sie neue Wohntypologien schaffen, während der Bestand unverändert bleibt.

Aktuell vollzieht sich in den Wohnhausanlagen der 1950-er und 1960-er Jahre ein **Generationenwechsel** in Richtung junger Familien, welcher den Wohnhausanlagen der 1970er- und 1980er-Jahre noch bevorsteht und möglicherweise zu einer höheren Akzeptanz für Nachverdichtungen führt.⁴⁴⁵ Die Akzeptanz von Nachverdichtungsmaßnahmen seitens der Bewohnenden steigt außerdem, wenn auch optischen Verbesserungen eintreten und die Emission von Lärm und Schmutz während der Bauarbeiten ausfallen. Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass Montagezeiten möglichst kurz ausfallen, wie z.B. bei baulichen Verdichtungen mit Holzkonstruktionen.⁴⁴⁶

Während die Wohnsiedlungen, welche zwischen 1950 und 1970 erbaut wurden, ein hohes Potential für **Aufstockungen und Neuverteilungen von Wohnraum** aufweisen, liegt das Potenzial der Wohnhausanlagen aus den 1970-er Jahren in der **Nachverdichtung durch Zubauten** auf den derzeitigen Kfz-Stellplätzen. Durch die ab den 1970-er verpflichtende Errichtung von Stellplätzen wurde eine Vielzahl ebenerdige Parkplätze und Hochgaragen geschaffen, welche sich heute in einer geringen urbanen Dichte äußern.⁴⁴⁷

Das gesamte **Nachverdichtungspotential** bei Wohnhausanlagen Wiener Wohnens beträgt ca. 130.000 Wohneinheiten (WE), was mehr als der Hälfte der aktuell bestehenden WE (ca. 220.000 WE) entspricht. Diese Zahl ist jedoch eine theoretische Zahl, die so nicht umsetzbar ist.⁴⁴⁸ Von den 130.000 WE sind ca. 13.000 WE dem Dachgeschossausbau zuzuschreiben, 90.000 WE können auf unbebauten Flächen entstehen und 28.000-30.000 WE anstelle von Hochgaragen. Entscheidungen für eine Nachverdichtung sollen nach Gruber et al. jedoch immer **objektbezogen** getroffen werden, da rechtliche Aspekte wie Belichtungssituation, Zufahrtsmöglichkeiten, Baumbestände oder der umliegende Bebauungsbestand, sowie spezifische Eigenschaften der Wohnhausanlagen beachtet werden müssen.⁴⁴⁹

⁴⁴³ vgl. Marvin King und Michael Trübstein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.245

⁴⁴⁴ vgl. Dietmar Wiegand und Siegfried Wirth, "Smart Occupancy—How to Avoid City Expansion by High-Density Use of Existing Buildings" (Präsentation im Rahmen von "REAL CORP 2018—EXPANDING CITIES—DIMINISHING SPACE. Are "Smart Cities" the solution or part of the problem of continuous urbanisation around the globe? Proceedings of 23rd International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information", 2018).

⁴⁴⁵ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.40ff

⁴⁴⁶ vgl. Marvin King und Michael Trübstein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.112ff

⁴⁴⁷ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.63

⁴⁴⁸ vgl. Robert Wiedersich, "Spekulation mit Grund und Boden bekämpfen."

⁴⁴⁹ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.63

iv. Ersatzbau

Wie bereits im vorhergehenden Absatz erwähnt, sind Bestandsbauten kaum anpassungsfähig, v.a. die Wohnungsgrundrisse der **Gemeindebauten aus den Jahren 1950-1990** weisen einen geringen Grad an Flexibilität auf.⁴⁵⁰ Deshalb sollte bei diesen Bestandsobjekten mitunter ein Abriss und Neubau zur Emissionsreduktion in Erwägung gezogen werden.

Westermann und Meyer erachten einen Ersatzbau allerdings nur dann als sinnvoll, wenn räumliche Bedürfnisse durch An- oder Umbauten nicht entsprechend befriedigt werden können. Sonst sind thermisch-energetische Sanierungen vorzuziehen, da **grauen Emissionen** in den Baustoffen nach den Autoren eine hohe Amortisationszeit verursachen.⁴⁵¹ Die grauen Emissionen, welche in Bestandsbauten stecken, sind in den meisten Fällen der Grund, um eine Bestandssanierung einem Ersatzbau vorzuziehen.⁴⁵²

Grundsätzlich gibt es keine rechtlichen Einschränkungen für einen Ersatzbau von Wohnhausanlagen, jedoch müssen Mietenden dem Ersatzbau zustimmen. Eine temporäre Um- oder Absiedelung von Bewohnenden inkludiert oftmals Vereinbarungen, welche zwischen der Hausverwaltung und den Bewohnenden getroffen wird und Entschädigungszahlungen oder die Bereitstellung von Ersatzwohnungen beinhaltet. Bewohnende werden bei einem Abriss und Neubau der Wohnanlage aus ihrem sozialem Umfeld gerissen, weshalb meistens eine geringe Bereitschaft zum Wohnungswechsel besteht. Für die Erhöhung der **Wohnmobilität der Bewohnenden** können jedoch Anreize gesetzt werden. Gruber et al. weisen darauf hin, dass genügend Umzugsmöglichkeiten und Umzugshilfen sowie finanzielle Anreize durch günstige Mieten und angemessene Abschlagszahlungen eine wichtige Voraussetzung für die Bereitschaft zum Wohnungswechsel darstellen.⁴⁵³

Ein Beispiel für einen Ersatzbau mit einer temporären Zwischenlösung für Mietende ist der Ersatzbau der städtischen Wohnanlage Darnautgasse. Die Mietenden wurden z.B. durch das zur Verfügung stellen einer Ersatzwohnung zu gleichen Konditionen in der Umgebung und der Ablöse privater Investments zum Wohnungswechsel bewegt.⁴⁵⁴ Außerdem konnten sie eine kostenlose Übersiedelung durch die Wiener Wohnen Haus- und Außenbetreuung durchführen lassen. Überdies wurde ihnen ein **Rückkehrrecht** eingeräumt, wodurch sie nach Fertigstellung des Neubaus wieder an ihrem alten Wohnstandort einziehen konnten.⁴⁵⁵

Wiener Wohnen entwickelte bereits **Anreizmodelle für die Erhöhung der Wohnmobilität bzw. die Umsiedelung von Mietenden**: Die 2014 eingeführte Aktion 65Plus soll ältere Mietende bewegen, in kleinere Wohnungen umzuziehen, in welchen sie einen Abschlag von 35% auf die Richtwertmiete bekommen. Aufgrund günstiger Altmietverträge kann sich nichtsdestotrotz eine teurere Miete nach dem Umzug ergeben.⁴⁵⁶

⁴⁵⁰ vgl. ebd. S.40

⁴⁵¹ vgl. Janine Berger et al., "Sanierungsstrategien institutioneller Investoren," in *Sanierungsstrategien institutioneller Investoren* (Wiesbaden: Springer, 2019). S.27 zit. nach Reto Westermann und Üsé Meyer, Mein Haus energetisch sanieren, Komfort verbessern, Kosten senken, Klima schützen. Ein Ratgeber aus der Beobachter-Praxis. Zürich: Beobachter-Buchverlag, (Zürich: Beobachter-Buchverlag, 2010). S.32

⁴⁵² vgl. Gernot Stöglehner et al., "Impulse für eine kommunale Energieraumplanung." S.25

⁴⁵³ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.51-66 und S.93

⁴⁵⁴ vgl. ebd. S.33 und S.63

⁴⁵⁵ vgl. o.V., "Ludwig/Votava: Maximal wohnen bei minimalen Kosten: SMART in der Darnautgasse," Presseaussendung, 20.10.2016, https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20161020_OTS0073/ludwigvotava-maximal-wohnen-bei-minimalen-kosten-smart-in-der-darnautgasse.

⁴⁵⁶ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.63

Neben der Steigerung der Wohnmobilität der Bewohnenden ist eine große **Akzeptanz** der aktuell Bewohnenden in umgebenden Wohngebäuden für den Abriss und Neubau notwendig. Zwischenlösungen wie der Umzug in eine temporäre Modulbaulösung oder schrittweise Bauphasen können eine höhere Akzeptanz der Bewohnenden schaffen.⁴⁵⁷

Entscheidungen für die Durchführung von Ersatzbauten durch die*den Eigentümer*in kommen vorwiegend bei Privatimmobilien zum Einsatz, da bei Ersatzbauten meist Verwertungsinteressen im Vordergrund stehen,⁴⁵⁸ obwohl Dekarbonisierungsstrategien des Bestandes grundsätzlich wirtschaftlicher als Ersatzbauten sind, wie eine Studie über deutsche Geschosswohnbauten angibt. Als Beweggründe für die Wahl von Abriss- und Neubaustrategien nahmen die Autor*innen an, dass neue Gebäude im Vergleich zum Bestandsbau optisch attraktiver und funktioneller sind.⁴⁵⁹ Nichtsdestotrotz ist bei einzelnen Gebäuden ein Abriss und Neubau die kostengünstigere Variante, da die zunehmenden energetischen Anforderungen die Kosten umfassender Sanierungen erhöhen.⁴⁶⁰

Das WGG verpflichtet Wohnbauvereinigungen bei einem unwirtschaftlich hohen Sanierungsbedarf in einer unternehmensinternen Kalkulation die Kosten einer Sanierung jenen eines Abbruch und Neubaus gegenüberzustellen.⁴⁶¹ Dadurch sollen wirtschaftlich aufwendige Sanierungen verhindert werden und Mietende vor hohen Mietzinsen geschützt werden. Im Normalfall steigen die Mieten bei Durchführung eines Ersatzbaus. Jedoch ist der vorher-nachher-Vergleich des Mietzinses bei Ersatzbauten schwierig, da Wohnstandards, wie ein Balkon, Barrierefreiheit und moderne Wohnungsgrundrisse nicht in monetäre Werte zu gießen sind. Darlehenslaufzeiten betragen ferner im Neubau bzw. bei Ersatzbauten mehr als 25 Jahren, während die Laufzeiten von Sanierungsdarlehen meist zwischen 10 und 15 Jahren liegen.⁴⁶²

⁴⁵⁷ vgl. Guido Estermann, "Effizientes Bauen und flexible Gebäudekonzepte," in *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien* (Wiesbaden: Springer, 2019). S.112

⁴⁵⁸ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.34

⁴⁵⁹ vgl. Mira Conci et al., "Trade-off between the economic and environmental impact of different decarbonisation strategies for residential buildings." S.143

⁴⁶⁰ vgl. Walter Hüttler, "Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen." S.5 und S.45

⁴⁶¹ vgl. "Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen" Number WGG, Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)

⁴⁶² vgl. Walter Hüttler, "Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen." S.48-53

8.d weitere Lösungsansätze

Die Erhöhung der baulichen Dichte führt nicht automatisch zu einer Reduktion des THG-Ausstoßes pro Bewohner*in, wohingegen die Erhöhung der Nutzungsdichte verstärkt zur Reduktion des THG-Ausstoßes pro Bewohner*in beiträgt.⁴⁶³ Außerdem können bauliche Verdichtungen ebenso eine Minderung der Lebensqualität der Bewohnenden mit sich ziehen und dadurch ein erhöhtes Mobilitätsaufkommen hervorrufen.⁴⁶⁴ Es macht demnach nicht immer Sinn, den Bestand weiter zu verdichten, v.a. in bereits dichten Gebieten können dadurch negative Effekte ausgelöst werden.⁴⁶⁵

Es ist deshalb erforderlich, den Fokus von der baulichen Dichte als Maß der Energieeffizienz auf die **Nutzungsdichte** zu legen und die Nutzung vorhandener Gebäude zu erhöhen.⁴⁶⁶ Dabei spielen mehrere Faktoren eine Rolle: das Bedürfnis nach Grünraum, die Gestaltung des öffentlichen Raumes, kurze Wege zu sozialen Einrichtungen und anderen Infrastrukturen, sowie die Anpassung des Wohnraumes an die Bedürfnisse der Bewohnenden.^{467,468} Dazu ist nicht zwingend eine bauliche Adaption notwendig. Um die Raumnutzung zu erhöhen, bedarf es meistens einer Veränderung im Raummanagement.

Lösungsansätze für eine Nutzungsintensivierung inkludieren Maßnahmen zur Schaffung flexibel und anpassbar nutzbaren Wohnraumes durch Eingriffe in den bestehenden Wohnraum oder ein diverses Angebot an Dienstleistungen am Wohnstandort. Durch bauliche Adaptionen können platzsparende Wohnangeboten für Einpersonenhaushalte, Wohngemeinschaften oder andere gemeinschaftlichen Wohnformen entstehen. Angebote für Ältere, wie innovative Wohnformen für den Generationenwechsel und betreute Wohnformen durch Kooperationen mit sozialen Dienstleistern oder Wohlfahrtsträgern, sowie Angebote für Alleinerziehende durch nachbarschaftliche Unterstützungsnetzwerke sollten dabei in den Vordergrund gestellt werden. Außerdem tragen leistbare temporäre Wohnformen wie Serviced Apartments oder Boarding Houses zur Nutzungsverdichtung bei.⁴⁶⁹ Neue Wohnformen in Form von Inserts wie WG-Wohnungen können in städtischen Wohnhausanlagen im Zuge umfassender Renovierungen errichtet werden.⁴⁷⁰ Beim Ansatz des Collaborative Livings wird die Wohnungsausstattung auf das Nötigste beschränkt und Nutzungsbedürfnisse welche darüber hinaus gehen, in gemeinschaftlichen Flächen und durch Gemeinschaftsgüter, welche geteilt oder angemietet werden sowie im öffentlichen Raum befriedigt.⁴⁷¹

Ein weiteres Werkzeug zur Erhöhung der Nutzungsdichte ist die Aktivierung von leerstehendem Wohnraum, welche durch eine verstärkte Innenentwicklung zusätzlich zu einem geringeren Verkehrsaufkommen beiträgt.⁴⁷²

⁴⁶³ vgl. Dietmar Wiegand und Dora Hably, "Erhöhung der Nutzungsdichte - ein neues Geschäftsfeld, eine Waffe gegen Wohnungsnot und Klimawandel?," *gij im Fokus* 2/2019 (2019). S.5f

⁴⁶⁴ vgl. Gottfried Kirchengast et al., "Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP)." S.55

⁴⁶⁵ vgl. Maria Wasserburger, "(Re)Aktivierung von Wohnungsleerstand : Ein Beitrag zur Deckung des Wohnraumbedarfs in österreichischen Städten." S.84f

⁴⁶⁶ vgl. Dietmar Wiegand, "Grobkonzept zur Förderung von Energieeinsparungen durch Nutzungsintensivierung, Forschungsbereich Projektentwicklung und –management E260-03 (Wien, 2019).

⁴⁶⁷ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.40f

⁴⁶⁸ vgl. Dietmar Wiegand und Dora Hably, "Erhöhung der Nutzungsdichte - ein neues Geschäftsfeld, eine Waffe gegen Wohnungsnot und Klimawandel?." S.5

⁴⁶⁹ Erklärung Services Apartments und Boarding Houses

⁴⁷⁰ vgl. Ernst Gruber et al., "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." S.94

⁴⁷¹ vgl. Marvin King und Michael Trübstein, "Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien." S.126

⁴⁷² vgl. Maria Wasserburger, "(Re)Aktivierung von Wohnungsleerstand : Ein Beitrag zur Deckung des Wohnraumbedarfs in österreichischen Städten." S.84f

8.e Beispiele für Dekarbonisierungsmaßnahmen im sozialen Wohnbau

i. Energiesprong

Ein interdisziplinäres Team entwickelte in den Niederlanden ein Null-Energie-Sanierungspaket, welches durch die eingesparten Energiekosten der Haushalte über ein Contracting-Modell finanziert wird.⁴⁷³ Innerhalb von zehn Tagen werden Reihenhäuser, welche zwischen 1960 und 1980 errichtet wurden, baulich adaptiert. In den Niederlanden wurden bereits über 110.000 Bestandsgebäude im bewohnten Zustand zu Null-Energie-Gebäuden transformiert.⁴⁷⁴ Vorgefertigte Wand- und Dachelemente mit eingebauten PV- und Wärmepumpenanlagen werden auf die bestehende Gebäudestruktur aufgesetzt. Zu Beginn wurden ausschließlich Sozialwohnungen saniert, mittlerweile kamen auch Objekte im Privateigentum dazu.⁴⁷⁵ Auch in Deutschland sollen durch diese Form der seriellen Sanierung mehr als 10.000 Mehrfamilienhäuser auf den Null-Energie-Standard gebracht werden, damit die Gebäude so viel Energie erzeugen, wie die Bewohnenden für Raumwärme, Warmwasser und Strom über das Jahr verbrauchen.⁴⁷⁶

ii. Optimierungsstrategien für die Wohnsiedlung Paradies

Bei einer Sanierungsentscheidung für die Wohnsiedlung Paradies in Zürich wurde das INSPIRE Tool zur Bewertung von fünf unterschiedlichen Bestandsoptimierungsstrategien angewendet, um CO₂-Vermeidungskosten im Vorhinein systematisch zu berechnen. In der Wohnsiedlung befinden sich 220 Wohneinheiten mit einer Wohnnutzfläche von 21.000 m². Die Autoren schlussfolgern, dass der Betrieb einer Wärmepumpe zur Raumwärmeversorgung nicht nur einen deutlich geringeren CO₂-Ausstoß im Vergleich zur Verwendung der bestehenden Gasheizung hat, sondern auch kostengünstiger ist. Dabei ist die CO_{2eq}-Bilanz deutlich geringer, wenn die Wärmepumpe mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben wird.⁴⁷⁷

iii. Photovoltaik-Lösungen für Mehrparteienhäuser

Wien Energie bietet für Mehrparteienhäuser ab 50 Wohneinheiten Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von PV-Anlagen am Dach der Wohnhäuser an. Wenn die Gebäudeeigentümer*innen einem Pachtvertrag für die Dachfläche zustimmen und genügend Vertragsabschlüsse der Mietenden der Wohnanlage für den Bezug von lokalem Sonnenstrom zustande kommen, wird die PV-Anlage in mind. 6 Monaten aufgestellt. Mietende sind ein Jahr an den Stromliefervertrag gebunden und zahlen nur den von ihnen verbrauchten Strom, der überschüssige Strom wird ins Netz eingespeist.⁴⁷⁸

⁴⁷³ vgl. Stefan Oehler, "Niederländischer „Energiesprong“." S.321

⁴⁷⁴ vgl. Piet Jacobs et al., "Transition Zero (Energiesprong, 2015). S.7f

⁴⁷⁵ vgl. Stefan Oehler, "Niederländischer „Energiesprong“." S.325

⁴⁷⁶ vgl. o.V., "NetZero-Standard nach dem Energiesprong-Prinzip (Berlin: dena - Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2019), www.energiesprong.de.

⁴⁷⁷ vgl. Marcel Nufer und Andreas Baumgartner, "CO₂-Vermeidungskosten von Gebäudeerneuerungen in der Praxis und ihre Grenzen," in *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien* (Wiesbaden: Springer, 2019). S.221-227

⁴⁷⁸ vgl. o.V., "Photovoltaik-Lösungen für Mehrparteienhäuser," (Wien: 2018),

https://www.wienenergie.at/media/files/2018/180828_wen_photovoltaik_mph-infolder_ansicht_261391.pdf.

iv. Bürger*innen-Solarkraftwerke

Wien Energie verwaltet 32 bürgereigene Energieerzeugungsanlagen, wovon sich 13 in Wien befinden. Diese Kraftwerke nutzen erneuerbarer Energien und wurden durch Crowdfunding, das vom Unternehmen organisiert wird, finanziert. Das Unternehmen unterstützt Bewohnende, Prosumer zu werden, indem es "schlüselfertige" Solar-PV-Anlagen um je € 950 bereitstellt. Wien Energie mietet die Paneele und zahlt den Eigentümer*innen jährlich 3,1% Investmentvergütung. Jede Person kann bis zu zehn Paneele kaufen.^{479,480}

⁴⁷⁹ vgl. Toby Couture et al., "*Renewables in Cities-2019 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat, 2019).

⁴⁸⁰ vgl. Christian Ammer, "Zwei neue Bürger-Solarkraftwerke für Wien," (2013), <https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/contentView.do?pageTypeld=67831&channelId=-53365&programId=74495&contentId=78161&contentTypeld=1001>.

8.f Beispiele für Organisationsformen zur Energieversorgung

In diesem Kapitel werden neuartige und innovative Organisationsformen zur Energieversorgung von Privathaushalten im mehrgeschossigen sozialen Wohnbau behandelt. Für eine Organisationsform, welche gebündelt Errichtung, Betrieb, Wartung und Instandhaltung dezentraler regenerativer Energieerzeugungsanlagen, sowie Energielieferung an die Mietenden und die Abrechnung über die erbrachten Leistungen abwickelt, gibt es in Österreich unterschiedliche Möglichkeiten. Einen Überblick über Organisationsformen, welche z.T. auch Finanzierungsmöglichkeiten darstellen bietet die nachstehende Tabelle.⁴⁸¹

Tabelle 4 Organisationsformen für Energielieferungen

Gesellschaftsform	Einspar-Contracting	Anlagen-/ Finanzierungs-Contracting	Betriebsführungs-Contracting	Bürger*innenbeteiligungsmodelle	
				neue Bürger-Energiegemeinschaften	Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen
Grundlage	DIN8930 Teil 5	DIN8930 Teil 5	DIN8930 Teil 5	Erneuerbare Energie- und Strombinnenmarkt-RL	§16a EIWOG 2010
Träger	Unternehmen	Unternehmen	Unternehmen	natürl. oder jur. Pers.	natürl. oder jur. Pers.
Energieverkauf		x		x	x
Energietransport	x			x	
Anergienetz/ lokaler Energietransport				x	x innerhalb des Grundstücks
Energiesparmaßnahmen	x				
Finanzierung Anlage	x	x		x	x
Errichtung Anlage	x	x		x	x
Betrieb der Anlage	x		x	x	x Teiln. wählen Netzbetreiber
Anlagenwartung	x		x	x	x

⁴⁸¹ vgl. Walter Hüttler, "Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen." S.13-15 und vgl. o.V., "Contracting für die Wohnungswirtschaft - Mietbereich," ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik, letzte Änderung: 16.11.2016, 2005, aufgerufen am 03.05.2020, <http://www.contracting-portal.at/show.php?nid=2&mid=87>.

Abkürzungserklärung: jur. Pers. = juristische Person = Verein, Unternehmen, Genossenschaft; Pers.gesell.= Personengesellschaft; Teiln. = Teilnehmende, natürl. Pers. = natürliche Person

Anlagen-Contractoren, Einspar-Contractoren, neue Bürger-Energiegemeinschaften und Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen können als Rechtsform jene Energieversorgungsleistungen erbringen, welche für die Dekarbonisierung des Bestandes von Wiener Wohnen relevant sind. Diese umfassen die Finanzierung, die Errichtung, den Betrieb und die Wartung der Anlagen. **Neue Bürger-Energiegemeinschaften** und **Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen** stellen zusätzliche Optionen zur Refinanzierung der Investitionskosten dar, welche Bewohnende auf freiwilliger Basis zu Mitwirkenden der Energiewende werden lassen.⁴⁸² **Bürger*innen-Beteiligungsmodelle** werden im Rahmen städtischer Energietechnologie-Projekte oft angewendet, um neben der Deckung von Eigenkapitalerfordernissen für Investitionen die Akzeptanz der Projekte zu erhöhen. Die große Anzahl an Beteiligungsformen unterscheidet sich hinsichtlich ihrer Haftung und der Gewinnbeteiligung der Teilnehmenden.⁴⁸³ Die Frage stellt sich, inwieweit dieses Modell im sozialen Wohnbau von Bewohnenden mit vorwiegend geringem Einkommen in Anspruch genommen wird. Ein erfolgreiches Anwendungsbeispiel für ein vergleichbares Modell in einem Wiener Gemeindebau ist das Bürgerkraftwerk in der Wiener Wohnen-Wohnhausanlage *Am Schöpfwerk*. Der Energieversorger Wien Energie räumt hierbei Mietenden der Wohnanlage ein Vorverkaufsrecht ein, wodurch sie sich an der Finanzierung der PV-Anlage mit je 950 € (max. 9.500 €) beteiligen können.⁴⁸⁴

Energiegemeinschaften sind nicht gewinnorientiert ausgerichtet, sondern stellen soziale und ökologische Ziele in den Vordergrund. Dennoch benötigen sie einen finanziellen Polster, um Mitarbeitende zu bezahlen und einen Freiheitsgrad in der Unternehmensführung zu haben.⁴⁸⁵ In Europa wurden ca. 3.000 Gemeinschaftsenergie-Projekte auf der Plattform *Renewable Energy Cooperatives* registriert.⁴⁸⁶ Gemeinschaftliche Energieerzeugungsanlagen können durch finanzielle Beiträge von 100-1.000 Privathaushalten größer dimensioniert werden als individuelle Solarenergieerzeugungen und Bewohnende können zusätzlich Energiekosten einsparen. Gemeinschaftliche Solarenergieprojekte werden meistens durch nationale oder lokale Richtlinien gefördert, so können Stadtverwaltungen beispielsweise gemeinschaftliche Energieprojekte unterstützen, indem eine bestimmte Quote der Anteile an lokale Eigentümer*innen vergeben wird.⁴⁸⁷

Neben gemeinschaftlichen Ansätzen zur Energieerzeugung gibt es unternehmerische Ansätze in Form von **Public-Private-Partnership-Modellen**, bei welchen **Energielieferanten** Einspar- oder Anlagen-Contracting betreiben. Dabei treten Contractoren als Energielieferanten mit einer gewerberechtlichen Befugnis meist in Form eines Unternehmens auf, welches unterschiedliche Leistungen wie Beratung, Planung, Finanzierung und den Betrieb von Energieanlagen auf eigene Rechnung übernimmt.⁴⁸⁸ Ein Vorteil von Contracting-Modellen ist, dass sie das Nutzer-Eigentümer-Dilemma bei Sanierungen auflösen, da Vermietende keine finanziellen Mittel für die erforderlichen Investitionen haben, während Mietenden Sicherheit bei der Senkung ihrer Energiekosten gegeben wird.⁴⁸⁹ Ein Nachteil von

⁴⁸² vgl. o.V., "Energiegemeinschaften als neue Strom-Akteure der Zukunft," Energy News, AGGM Austrian Gas Grid Management AG, letzte Änderung: 10.04.2019, 2019, aufgerufen am 05.05.2020, <https://www.aggm.at/energy-news/energiegemeinschaften-als-neue-strom-akteure-der-zukunft>.

⁴⁸³ vgl. Robert Hinterberger et al., "Finanzierungshandbuch Smart Cities - Smart Finance for Smart Cities, Klima- und Energiefonds (Wien, 2015). S.35-40

⁴⁸⁴ vgl. o.V., "Solarkraftwerk Am Schöpfwerk," Wien Energie GmbH, 2020, aufgerufen am 05.05.2020, <https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/channelView.do/channelId/-2000063>.

⁴⁸⁵ Webinar Erneuerbare Energiegemeinschaften, Jürgen Neubarth

⁴⁸⁶ vgl. o.V., "REScoop," 2020, aufgerufen am 02.02.2020, <https://www.rescoop.eu/>.

⁴⁸⁷ vgl. Hannah E Murdock et al., "Renewables 2019 Global Status Report."

⁴⁸⁸ vgl. Manuela Maurer-Kollenz, "Contractingverträge bei Bauträgerprojekten."

⁴⁸⁹ vgl. o.V., "NetZero-Standard nach dem Energiesprong-Prinzip." S.1

Contracting-Modellen ist, dass Energielieferverträge seitens der Hausverwaltung oft ohne Mitsprache der Mietenden abgeschlossen werden.⁴⁹⁰

Beim **Einspar-Contracting** trifft der Energielieferant Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen, welche durch ihn vorfinanziert und aus den erzielten Energieeinsparungen bezahlt werden. Kund*innen bezahlen den Contractor üblicherweise mit einer monatlichen Contracting-Rate in der Höhe der tatsächlichen Energieeinsparung.⁴⁹¹ Zwischen Mietenden und Contractor wird ein Vertrag über einen fixen Zeitraum (im Normalfall ca. 7-15 Jahre) abgeschlossen, in welchem auch der Betrieb und die Instandhaltung der Anlage inkludiert sein können.⁴⁹²

Beim **Anlagen-Contracting** errichtet der Contractor die Anlage auf Basis eines längerfristigen Energieliefervertrages. Da der Contractor Expertise im Bereich Energielieferung aufweist, wird die Hausverwaltung entlastet, indem neben Planung und Errichtung auch Betrieb und Instandhaltung in den Händen des Contractors gebündelt werden.⁴⁹³ Dafür wird oftmals eine Projektgesellschaft gegründet, welche z.B. in Form einer GmbH das Projekt abwickelt. Falls Leistungen nicht korrekt erfüllt werden, kann es durch eine Bonus-Malus-Regelung zu Leistungsabschlägen für den Contractor kommen.⁴⁹⁴

Da das Umlegen von Investitionskosten für erneuerbare Energiesysteme auf Mietkosten in Österreich im MRG nicht gestattet ist, muss eine Finanzierung von Erzeugungsanlagen über herkömmliche Contracting-Modelle ausgeschlossen werden. Jedoch können laufende Kosten von Gemeinschaftsanlagen, wie z.B. eine Heizanlage, über die **Betriebskosten** von Vermietenden eingeholt werden. Hier kann ein Sockelbetrag für die Wartung und die Instandhaltung der Anlage eingehoben werden.⁴⁹⁵ Wenn Energieerzeugungsanlagen bei der Errichtung durch die Gebäudeeigentümer*innen als Bauteile für eine thermisch-energetische Sanierung deklariert werden, kann die Miete um jenen Beitrag, der eingesparte Heizkosten ausgleicht, erhöht werden. Das Contracting-Portal der *Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik* empfiehlt den Hauptmietzins durch eine schriftliche Vereinbarung mit den Mietenden oder ein Verfahren nach §18 MRG zu erhöhen.⁴⁹⁶ Nach Vereinbarung mit den Mietenden kann der Refinanzierungszeitraum auch länger sein (z.B. 20 Jahre).

⁴⁹⁰ vgl. Walter Hüttler, "Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen." S.3

⁴⁹¹ vgl. o.V., "Einspar-Contracting," ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik, letzte Änderung: 16.11.2016, 2005, aufgerufen am 03.05.2020, <http://www.contracting-portal.at/show.php?nid=0&mid=71>.

⁴⁹² vgl. ebd.

⁴⁹³ vgl. o.V., "Was ist Energie-Contracting?," ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik, letzte Änderung: 16.11.2016, 2005, aufgerufen am 03.05.2020, <http://www.contracting-portal.at/show.php?nid=0&mid=71>.

⁴⁹⁴ vgl. Robert Hinterberger et al., "Finanzierungshandbuch Smart Cities - Smart Finance for Smart Cities." S.30-32

⁴⁹⁵ vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Number MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

⁴⁹⁶ vgl. o.V., "Contracting für die Wohnungswirtschaft - Mietbereich."

8.g Finanzierungsvarianten für Dekarbonisierungsmaßnahmen

i. Mietzinsreserve

Die Mietzinsreserve (bzw. Mietzinsabgang) eines Kalenderjahres ist der jener Betrag, der bei Abzug der jährlichen Ausgaben von den jährlichen Einnahmen übrig bleibt.⁴⁹⁷ Die verbliebene **Mietzinsreserve** der letzten zehn Jahre kann zur gänzlichen oder teilweisen Finanzierung von Dekarbonisierungsmaßnahmen aufgewendet werden. Vermietende sind laut MRG verpflichtet für größere Erhaltungsarbeiten die Mietzinsreserven der letzten zehn Jahre aufzuwenden.⁴⁹⁸ Teilnehmer #8 sieht die Verlängerung des Verrechnungszeitraumes der Hauptmietzinsreserve im MRG auf 20 Jahre als notwendig, damit Mietende durch mögliche zusätzliche Mietzinserhöhungen finanziell nicht so stark belastet werden. Im zum MRG vergleichbaren WGG (§ 14 Abs 2 WGG) ist dies schon geltendes Recht, da der Zeitraum zur Erhöhung des Betrages generell 20 Jahre beträgt, mit Ausnahme von Erhaltungsmaßnahmen, welche eine wesentlich längere oder kürzere Lebensdauer aufweisen.⁴⁹⁹

ii. Mietzinserhöhung

Der Hauptmietzins darf von den Vermietenden bis zu zehn Jahre erhöht werden, wenn Erhaltungs- und Verbesserungsarbeiten durchgeführt werden und die akkumulierte Mietzinsreserve der letzten zehn Jahre nicht für die Finanzierung ausreicht. Dazu bedarf es einer schriftliche Vereinbarung mit den Mietenden oder ein Verfahren nach §18 MRG, bei welchem eine Schlichtungsstelle oder bei Einspruch der Mietenden ein Gericht eine Entscheidung trifft.⁵⁰⁰ Teilnehmer #8 erachtet eine Erhöhung des Zeitraumes für die Mieterhöhung im MRG auf 20 Jahre als notwendig, damit Mietende durch Mietzinserhöhungen finanziell nicht so stark belastet werden. Im zum MRG vergleichbaren WGG (§ 14 Abs 2 WGG) ist dies schon geltendes Recht, da der Betrag grundsätzlich 20 Jahre erhöht werden kann.⁵⁰¹ Teilnehmer #5 erachtet einen Refinanzierungszeitraum von 20-25 Jahren als sinnvoll. Wenn durch eine umfassende thermisch-energetische Sanierung Investitionskosten von 500-600€/m² entstehen, hätten Mietende somit geringere Mietzinserhöhungen von 2-4€/m² im Monat.

Da Mietende aufgrund thermische Sanierungen Heizkosten sparen, steigt mit der Erhöhung des Mietzinses die **Wohnkostenbelastung** der Mietenden nicht unweigerlich, da die Einsparung der Energiekosten von den Betriebskosten zu den Mietzinsen wandert.

iii. Warmmiete

Eine Warmmiete ist ein Mietzins, in welchem Betriebs- und Heizkosten inkludiert sind. Ein Warmmieten-Modell kann sicherstellen, dass Bewohnende keine höhere Wohnkostenbelastung als bisher haben, da sie aufgrund der effizienteren regenerativen Energiesysteme Energiekosten sparen. Die Einsparung der Energiekosten gleicht somit die Erhöhung des Mietzinses aus. Bei gebäudeseitigen Zentralheizungen können die Heizkosten über die Betriebskosten der Mietenden abgeführt werden, was

⁴⁹⁷ vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Nummer MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

⁴⁹⁸ vgl. "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" Nummer MRG, Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)

⁴⁹⁹ §14 Abs. 2 WGG, Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)

⁵⁰⁰ vgl. o.V., "Mietrecht für Mieter (Wien: Bundesarbeitskammer, 2018). S.85f

⁵⁰¹ §14 Abs. 2 WGG, Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)

bei Wiener Wohnen bereits üblich ist. Dabei muss der überwiegende Teil (55-75%) der Energiekosten nach dem tatsächlichen Verbrauch, der Rest nach der beheizbaren Nutzfläche aufgeteilt werden, wenn der Wärmeverbrauch der einzelnen Wohnung feststellbar ist.⁵⁰² Warmmieten können das Nutzer-Investor-Dilemma von thermisch-energetischen Sanierungen langfristig auflösen, da Vermietende ebenso an niedrigeren Energiekosten interessiert sind und von deren Ersparnis z.B. Sanierungsaufwendungen finanzieren können.⁵⁰³

Amann et al. erachten eine Heizkostenabrechnung auf Basis der Wohnfläche im Gegensatz zur Abrechnung der bezogenen Energie außerdem als sinnvoll, da nach einer durchgeführten thermisch-energetischen Sanierung die Abrechnung und die Ablesung des Energieverbrauchs bei einem ohnehin geringen Energieverbrauch simplifiziert wird.⁵⁰⁴ Die durch Einführung einer Warmmiete wegfallenden Einzelmessungen schaffen jedoch bei den Bewohnenden keinen finanziellen Anreiz zum Energiesparen. So bestätigen auch Pscheidl und Ulrich, dass Bewohnende 10-20% ihres Stromverbrauches einsparen, wenn Einzelabrechnungen und -messungen durchgeführt werden.⁵⁰⁵

iv. Förderungen

Nach Anderl et al. belebt eine verstärkte Sanierungstätigkeit die Konjunktur und schafft Beschäftigung,⁵⁰⁶ was auch Teilnehmer #6 als einen wichtigen Faktor sieht, um in der aktuellen Lage die Wirtschaft anzukurbeln. Dies bestätigt u.a. die Initiative Umwelt + Bauen, welche vorrechnet, dass durch den 60,6 Mio. € schweren Sanierungsscheck im Jahr 2009 insgesamt 483,3 Mio. € im privaten Bereich investiert wurden und mit 14.393 Projekten 7.000 Arbeitsplätze erhalten bzw. geschaffen wurden.⁵⁰⁷

In Wien ist das aktuelle Förderinstrument für **thermische Wohnhaussanierungen** die Förderschiene **THEWOSAN** des **wohnfonds_wien**,⁵⁰⁸ welche laut Teilnehmer #1 z.T. maßgeschneidert für Wiener Wohnen ist. Laut Teilnehmer #5 decken die Förderungen der Stadt Wien in Form von Zuschüssen ca. ein Drittel der gesamten Sanierungskosten ab. Die*der Förderungswerber*in muss außerdem mind. ein Drittel der Gesamtbaukosten aus Eigenmitteln finanzieren. Durch THEWOSAN werden bis zu 170€/m² Wohnnutzfläche bei Sanierungen auf Niedrigstenergiegebäude-Standard und maximal ein Drittel der Gesamtbaukosten gefördert. Für die Erreichung der minimalen Sanierungsanforderungen können 60€/m² Wohnnutzfläche und höchstens 20% der Gesamtkosten gefördert werden. In beiden Fällen kann zusätzlich ein Betrag von 30€/m² Nutzfläche für Sanierungsmaßnahmen bei Errichtung hocheffizienter alternativer Energiesysteme zugeschossen werden.^{509,510}

⁵⁰²vgl. §21 und §24 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

⁵⁰³ vgl. Wolfgang Amann et al., "Effizienzpotenziale in der Österreichischen Wohnungspolitik. Maßnahmen zur Forcierung von Wohnungsneubau und Sanierung, Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH (Wien, 2012). S.40

⁵⁰⁴ vgl. ebd. S.40

⁵⁰⁵ vgl. Markus Pscheidl und Maximilian Ulrich, "How to renovate the Swedish Million Homes Programme: The development of a value proposition for a renovation project" (2013). S.51

⁵⁰⁶ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.131

⁵⁰⁷ vgl. o.V., "Daten & Fakten Sanierungsscheck 2009," Nachhaltigkeitsinitiative UMWELT + BAUEN, aufgerufen am 01.06.2020, <http://www.umwelt-bauen.at/umwelt-bauen/Die-4-Kernziele/Steigerung-der-Sanierungsrate/Daten-Fakten>.

⁵⁰⁸ vgl. o.V., "Thermisch-energetische Wohnhaussanierung."

⁵⁰⁹ vgl. §5 Abs 4 Sanierungsverordnung 2008, "Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989" (LGBl. Nr. 2/2009)

⁵¹⁰ Gefördert werden: Wärmedämmungen der Außenwand, der oberste Geschoßdecke, von Kellerdecken, die Erneuerung von Fenstern und Außentüren, Maßnahmen für hygienischen Luftwechsel, Beseitigung von Wärmebrücken und/oder bauphysikalischen Mängeln, Erhöhung passiv-solarer Wärmegevinne, Verlustminimierung der Wärmegevinne und -verteilung, Umstellung oder Errichtung der Heizungs- und Warmwasseraufbereitungsanlage mit primärenergieeffizientem

Durch die Förderung für **Totalsanierung** des wohnfonds_wien können Dachbodenausbauten, Zubauten und Aufstockungen unterstützt werden. Wenn mehr als die Hälfte des Bestandes erhalten bleibt, werden Zuschüsse bis 700€/m² Nutzfläche sowie Annuitätenzuschüsse für Darlehen mit einer Laufzeit von bis zu 20 Jahren gewährt. Wenn mehr als die Hälfte des Baus neu errichtet wird, können durch die Totalsanierungsförderung Darlehen mit einer Laufzeit von 20 Jahren in Höhe von 700€/m² Nutzfläche in Anspruch genommen werden.^{511,512}

Bei der Förderung von **Blocksanierungen** durch den wohnfonds_wien können Zuschüsse, welche bis zu 100% der Kosten decken, in Anspruch genommen werden. Finanziert werden u.a. Abbrüche, Abbruchfolgekosten, notwendige Umsiedelungen sowie soziale Infrastrukturmaßnahmen. Blocksanierungen sind liegenschaftsübergreifende Sanierungskonzepte zur Beseitigung städtebaulicher Missstände durch Bestandsverbesserung. Sie nutzen urbane Potenziale wie Baulückenverbauung, Wohnungsverbesserung, Wohnungszusammenlegung, Zubauten zur Errichtung neuer Wohneinheiten, Dachbodenausbauten, Aufstockungen, Erhaltungsmaßnahmen, thermische Sanierungen oder Ersatzbauten. Eine Blocksonderförderung kann als zusätzliche Zuschussleistung neben einer sonstigen Förderung gewährt werden. Erträge aus der Sanierung werden bei der Ermittlung der Zuschusshöhe abgezogen, außerdem dürfen Kosten für Abbruch- und Umsiedelungsmaßnahmen nicht auf Mietende abgewälzt werden.⁵¹³

Bei einer Förderung für **Totalsanierung** kann im Fall eines Ersatzbaus in Sanierungszielgebieten die Förderschiene B in Anspruch genommen werden, welche bei mehr als 50% Neubauteil Darlehen in der Höhe von 700€/m² Nutzfläche mit einer Laufzeit von 20 Jahren vergibt.⁵¹⁴

Vom wohnfonds_wien werden ebenso Einzelmaßnahmen, wie die **Errichtung erneuerbarer Zentralheizungen** mit Annuitätenzuschüsse von 4% p.a. mit einer Laufzeit von 10 Jahren gefördert.⁵¹⁵

Neben Sanierungsförderungen des wohnfonds_wien kann auch die Errichtung von neuen Mietwohnungen durch die **Neubauförderung** der Magistratsabteilung Wohnbauförderung und Schlichtungsstelle für wohnrechtliche Angelegenheiten (MA50) finanziert werden.⁵¹⁶ Dabei vergibt das Land Wien Darlehen in der Höhe von 510 – 700 €/m² mit einer Laufzeit von 40 Jahren. Die Höhe der Wiener Wohnbauförderung für die Errichtung von Mietwohnungen beträgt 700 €/m² bei einer

und/oder CO₂-ärmeren oder erneuerbarem Energieträger, Umstellung auf Systeme mit hoher Energieeffizienz, Effizienzverbesserung bestehender Anlagen und Dämmung der Verteilungsleitung vgl. o.V., "*Thermisch-energetische Wohnhaussanierung*."

⁵¹¹ vgl. o.V., "*Dachgeschossausbau und Zubau vollständiger Wohnungen*", wohnfonds_wien (Wien, 2019).

⁵¹² Für die Refinanzierung des Darlehen oder der Eigenmittel bei Totalsanierungen darf monatlich max. ein Betrag von 8,04€/m² von Mietenden erhoben werden. (Im Jahr 2019 waren es 7,46€/m² und ein Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag von 0,58€) Die max. förderbaren Gesamtbaukosten dürfen 1.760€/m² Nutzfläche betragen. Ökologische Maßnahmen oder Erschwernisse können zusätzlich mit max. 160€/m² gefördert werden. Bei zusätzlichen thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen können weitere Zuschüsse von 30€/m²-80€/m² gewährt werden. 30€/m² bei 1,30-fach max. Standard Niedrigstenergiegebäude oder max. fGEE von 0,90 und 80€/m² bei 1,10-fach max. Standard Niedrigstenergiegebäude oder max. fGEE von 0,80. vgl. o.V., "*Totalsanierung*", wohnfonds_wien (Wien, 2019).

⁵¹³ vgl. o.V., "*Städtebauliche Strukturverbesserung (Blocksanierung)*", wohnfonds_wien (Wien, 2018).

⁵¹⁴ Für die Refinanzierung des Darlehen oder der Eigenmittel bei Totalsanierungen darf monatlich max. ein Betrag von 8,04€/m² von Mietenden erhoben werden. (Im Jahr 2019 waren es 7,46€/m² und ein Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag von 0,58€) Die max. förderbaren Gesamtbaukosten dürfen 1.760€/m² Nutzfläche betragen. Ökologische Maßnahmen oder Erschwernisse können zusätzlich mit max. 160€/m² gefördert werden. Bei zusätzlichen thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen können weitere Zuschüsse von 30€/m²-80€/m² gewährt werden. 30€/m² bei 1,30-fach max. Standard Niedrigstenergiegebäude oder max. fGEE von 0,90 und 80€/m² bei 1,10-fach max. Standard Niedrigstenergiegebäude oder max. fGEE von 0,80. vgl. o.V., "*Totalsanierung*."

⁵¹⁵ vgl. o.V., "*Einzelmaßnahmen am und im Gebäude*", wohnfonds_wien (Wien, 2019).

⁵¹⁶ vgl. o.V., "*Neubauförderung - Antrag*", Stadt Wien | Technische Stadterneuerung, aufgerufen am 10.05.2020, <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbautechnik/foerderungen/neubaufoerderung.html>.

Gesamtnutzfläche < 2.000m², 650 €/m² bei einer Gesamtnutzfläche von 2.000m² - 4.500m², 600 €/m² bei einer Gesamtnutzfläche von 4.500m² - 10.000m²), 550 €/m² bei einer Gesamtnutzfläche von 10.000m² - 15.000m² und 510 €/m² bei einer Gesamtnutzfläche > 15.000m².⁵¹⁷

Durch die Initiative *Raus aus dem Öl* der Sanierungsoffensive der Bundesregierung werden u.a. elektrisch betriebene **Umgebungswärmepumpen gefördert**, welche eine Nennwärmeleistung über 100kW haben, mind. 10.000€ Investitionsvolumen haben und jährl. mind. 4t CO₂ einsparen. Der Förderungssatz beträgt 20% der Investitionskosten, wobei die max. Förderung 900€/t eingespartes CO₂ beträgt. Zuschlagsmöglichkeit: 10 % für Wärmepumpen, die ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern betrieben werden.⁵¹⁸

In Wien werden mit der Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020 neu installierte Wärmepumpen im Neubau und der Umstieg auf Wärmepumpen im Bestand gefördert. Es werden **Wasser-, Sole- und Luft-Wärmepumpen** für Raumheizung und Warmwasserbereitung in Wohnbauten gefördert. Die Förderhöhe hängt von der Nennwärmeleistung ab, beträgt jedoch maximal 150.000 €. Energieeffizienzmaßnahmen können zusätzlich mit 30% der Investitionskosten gefördert werden, jedoch mit maximal 7.500 €. Seit 2020 gibt es, wie bei der Bundesförderung *Raus aus Öl*, die Möglichkeit, neben der Wärmepumpe auch notwendige Umbauarbeiten zu fördern.⁵¹⁹

Der **Klima- und Energiefonds** vergab im Jahr 2019 Förderungen für neu errichtete Solar- und PV-Anlagen sowie für Holzheizungen. Für Förderungen im Jahr 2020 standen zur Zeit der Verfassung der Arbeit noch keine Informationen zur Verfügung.

In Wien unterstützt die **Förderung der Erzeugung von Ökostrom und Energieeffizienzmaßnahmen und -programmen** die Erreichung der Marktreife neuer Technologien im Bereich Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.⁵²⁰ PV-Anlagen werden mit 250 €/kWp gefördert. Ab 100 kWp Nennleistung beträgt der Zuschuss 200 €/kWp bis zu einer Obergrenze von 500 kWp. Die maximale Förderungshöhe für PV-Anlagen beträgt maximal 30% der Gesamtinvestitionen.⁵²¹

v. Klassische Bankfinanzierung

Die Kommune nimmt einen Bankkredit auf, welcher in ihrem Interesse möglichst langfristig sein sollte. Bis zum Beginn der Finanzkrise 2008 waren Laufzeiten von 20-25 Jahren üblich. Seither bieten Banken bei Krediten für Kommunen Tilgungszeiträume von 10 bis 15 Jahre an. Der Vorteil an einer Bankfinanzierung ist die Flexibilität bzgl. Laufzeit, Tilgungsstruktur und die Gestaltung hinsichtlich fixer und

⁵¹⁷ vgl. "Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989" Number Neubauverordnung 2007, Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (LGBl. Nr. 27/2007)

⁵¹⁸ vgl. o.V., "Informationsblatt Wärmepumpen ≥ 100 kW thermische Leistung, Kommunalkredit Public Consulting GmbH (Wien, 2019),

https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/Waermepumpen/UF1_Standardfall_Infoblatt_WAERMPU.pdf.

⁵¹⁹ vgl. o.V., "Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020."

⁵²⁰ vgl. o.V., "Förderungsrichtlinie 2020 für die Förderung der Erzeugung von Ökostrom und von Energieeffizienzmaßnahmen und -programmen".

⁵²¹ vgl. o.V., "Ökostromanlagen bzw. Photovoltaikanlagen - Förderungsantrag," Stadt Wien | MA20 Energieplanung, aufgerufen am 10.05.2020, <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/energie/alternativenergie/oekostromanlagen.html>.

variabler Verzinsung.⁵²² Das Forum Wohn-Bau-Politik sieht herkömmliche Finanzierungszeiträume von Banken für Dekarbonisierungsmaßnahmen als ungeeignet, da diese 40 Jahre oder länger sein sollten.⁵²³

vi. Europäische Investitionsbank (EIB)

Für die Finanzierung können auch Kredite der EIB herangezogen werden, indem diese ein Globaldarlehen (40.000-25 Mio.€) über eine Hausbank vergibt, oder eine direkte Finanzierung, ohne Zwischenschaltung einer Hausbank, bei Projekten, welche 25 Mio. € übersteigen.⁵²⁴

vii. Leasing

Durch Leasing kann die Gemeinde oder sonstige öffentliche Institutionen bei Durchführung eines Projekts schuldfrei bleiben, indem die Errichtung oder Beschaffung auf einen Dritten ausgelagert wird. Beim Finanzierungsleasing übernimmt die Gemeinde Risiken und Chancen und erwirbt wirtschaftliches Eigentum. Der Leasinggeber finanziert die Errichtung, das Investitions- und Finanzierungsrisiko liegt jedoch bei der Gemeinde. Beim Operating Leasing übernimmt der Leasinggeber neben der Ratenzahlung das Verwertungsrisiko des beschafften Objektes. Die Vertragslaufzeit liegt bei 40-60% der Nutzungsdauer des Objekts.⁵²⁵

⁵²² vgl. Robert Hinterberger et al., "Finanzierungshandbuch Smart Cities - Smart Finance for Smart Cities." S.8

⁵²³ vgl. Barbara Ruhsmann et al., "Agenda für ein neues Wohnrecht." S.29

⁵²⁴ vgl. Robert Hinterberger et al., "Finanzierungshandbuch Smart Cities - Smart Finance for Smart Cities." S.28

⁵²⁵ vgl. ebd. S.9

9. Vorstellung der entwickelten Dekarbonisierungsstrategien

Strategie 1: Heizanlagenersatz durch ein dezentrales erneuerbares Wärmeversorgungssystem

Eine Erdwärmepumpe wird zur Raumwärmeversorgung in jenen Wohnhausanlagen errichtet, welche aktuell mit einem fossilen Heizsystem wie Erdgas oder Heizöl versorgt werden. Im Einzelfall, z.B. bei begrenzter Verfügbarkeit von geeignetem Boden für Erdwärmepumpen oder sonstigen Einschränkungen, ist zu prüfen, ob die Installation einer Luftwärmepumpe anstatt einer Erdwärmepumpe möglich ist. Für die Warmwasserversorgung wird eine separate Wärmepumpe installiert, welche auf eine höhere Vorlauftemperatur von mind. 65°C ausgerichtet ist.

Eine Photovoltaik-Anlage wird am Dach der Wohnanlage oder auf geeigneten Flächen der Wohnhausanlage installiert, und so dimensioniert, dass sie ausreichend Strom für den Betrieb der Wärmepumpen erzeugt. Überschüssiger Strom wird zur dezentralen Wärmespeicherung verwendet: Die Wärmepumpe erhitzt einen Tagesspeicher. Falls punktuell Überschussstrom anfällt, kann dieser den Mietenden als Haushaltsstrom kostenlos zur Verfügung gestellt werden, um sie nicht unfreiwillig an einen Stromliefervertrag zu binden. Eine weitere Möglichkeit ist die Einspeisung des Überschussstroms in das Stromnetz.

Neben der Errichtung der Wärmepumpe und der PV-Anlage müssen zusätzliche Anpassungen unterschiedlichen Ausmaßes vorgenommen werden, damit das Heizsystem in Betrieb gehen kann. Die Anpassung bzw. Errichtung von Wärmeleitungen für ein gebäudezentrales Heizsystem mit Vorlauftemperaturen unter 55°C ist notwendig, um einen effizienten und eigenständigen Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen. Anpassungen der Wärmeabgabesysteme sind nach Möglichkeit zu umgehen, da der Austausch von Hochtemperatur-Radiatoren zu Niedertemperaturradiatoren oder sogar die Implementierung neuer Flächen-Wärmeabgabesysteme wie Fußbodenheizungen einen finanziellen und organisatorisch hohen Aufwand bedeuten. Durch die Verwendung einer Wärmepumpe im bivalenten Betrieb mit der bestehenden Heizanlage oder einer Wärmepumpe mit Dampf-Einspritzung können Wärmepumpen auch ohne Anpassung des Heizsystems angewendet werden. Es ist im Einzelfall festzustellen, welches Modell finanziell, organisatorisch und ökologisch am besten geeignet ist.

Organisation - 1a

Ein Generalunternehmen übernimmt die Lieferung der Energie, sowie die Errichtung, den Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung der Wärmepumpen und der PV-Anlage. Ggf. werden zeitgleich neue Wärmeabgabesysteme errichtet und eine thermische Sanierung durchgeführt. Ein langfristiger Wärmeliefervertrag von 20 Jahren wird zwischen dem Energielieferanten und den Mietenden abgeschlossen, in welchem die Bereitstellung von Wärme seitens des Energielieferanten geregelt ist.

Finanzierung - 1a

Für die Errichtung der Energieerzeugungsanlagen wird die **Mietzinsreserve** der letzten zehn Jahre aufgewendet. Falls der Errichtung der Haustechnik eine thermische Sanierung vorausgeht, wird die vorhandene Mietzinsreserve anteilig auf die Kosten von Errichtung und Sanierung aufgeteilt.

Der Energielieferant sorgt neben der Energiebereitstellung für die Abrechnung und Refinanzierung der anfallenden Investitionskosten. Die Gebühr für die Wärmebereitstellung wird über die Betriebskosten der Mietenden abgerechnet. Somit zahlen diese eine monatliche **Warmmiete**, welche sicherstellen soll, dass ihre Wohnkosten nicht steigen. Die niedrigeren Energiekosten, welche sich in den Betriebskosten niederschlagen, gleichen die in den Betriebskosten enthaltenen Refinanzierungsbeiträge aus.

Indem Wiener Wohnen die neu errichtete PV-Anlage und die Wärmepumpe als Bauteile deklarieren, können die noch nicht abgedeckten Investitionskosten für die Energieerzeugungsanlagen, sowie laufende Betriebs- und Instandhaltungskosten des Energielieferanten durch eine Mietzinserhöhung auf eine Laufzeit bis zu zehn Jahre refinanziert werden. Nach Vereinbarung mit den Mietenden kann der Refinanzierungszeitraum auch länger sein (z.B. 20 Jahre). Da die durchschnittliche Mindest-Lebensdauer von Energiebereitstellungsanlagen 20 Jahre ist, haben Mietende durch dieses Finanzierungsmodell die Garantie durch den Energielieferanten mind. für die nächsten 20 Jahre versorgt zu werden. Wenn die Anlage über die vorher festgelegte Lebensdauer nutzbar ist, kann der Energieliefervertrag ebenso verlängert werden.

Wenn Bedarf besteht, können öffentliche **Förderungen** für erneuerbare Energieanlagen in Anspruch genommen werden. **Refinanzierungseinnahmen** wie Förderungen, Mietzinserhöhung und die Mietzinsreserve, werden von Wiener Wohnen an den Energielieferanten zur Refinanzierung der Energieerzeugungsanlagen weitergegeben.

Organisation - 1b

Wiener Wohnen errichtet die Energieerzeugungsanlagen und betreibt, wartet und hält die Wärmepumpen sowie die PV-Anlage instand. Ggf. werden zeitgleich neue Wärmeabgabesysteme errichtet und eine thermische Sanierung durchgeführt. Ein Wärmelieferungsvertrag wird zwischen Wiener Wohnen und den Mietenden abgeschlossen, wobei die Gebühren für die bereitgestellte Wärme in den Betriebskosten inkludiert sind.

Finanzierung - 1b

Wiener Wohnen finanziert die neu errichteten Anlagen und übernimmt die Abrechnung der Wärmebereitstellung. Die Finanzierung läuft wie in Finanzierung - 1a ab, nur dass sie in den Händen Wiener Wohnens gebündelt ist. Dadurch entsteht die zusätzliche Option, dass Wiener Wohnen bei Bedarf ein Darlehen für mehrere Dekarbonisierungsprojekte bei einer österreichischen Bank oder der Europäischen Investitionsbank aufnehmen kann.

Strategie 2: Anschluss an das Fernwärmenetz

Wohnhausanlagen, welche ein zu geringes Potenzial für eine erneuerbare Wärmeversorgung vor Ort aufweisen und aktuell mit einem fossilen Heizsystem wie Erdgas oder Heizöl versorgt werden, können alternativ, wenn sie in der Nähe des Fernwärmenetzes liegen und ausreichend hohe Wärmeabnahmedichten vorherrschen, an das Fernwärmenetz angeschlossen werden. Dazu ist eine Prüfung der Wirtschaftlichkeit des Anschlusses notwendig, welcher neben der vorhandenen Wärmedichte vom Potential und der Entfernung des Fernwärmenetzes abhängt.

Organisation 2

Durch den Anschluss der Wohnhausanlage an das Fernwärmenetz wird den einzelnen Wohnungen Fernwärme durch den Energieversorger Wien Energie bereitgestellt.

Finanzierung 2

Für den Bezug der Fernwärme wird ein Wärmelieferungsvertrag zwischen Wien Energie und den Mietenden abgeschlossen. Die verrechnete Pauschale, bestehend aus einer Gebühr pro Quadratmeter und einem jährlichen Betrag pro Heizkörper, wird wie bereits üblich in den Betriebskosten inkludiert. Wenn weiterer Finanzierungsbedarf besteht, können öffentliche Förderungen für den Anschluss an die Fernwärme bzw. den damit verbundenen Umbaumaßnahmen in Anspruch genommen werden.

Strategie 3: Errichtung einer Photovoltaik-Anlage

Eine Photovoltaik-Anlage wird am Dach der Wohnanlage oder auf geeigneten Flächen der Wohnhausanlage installiert, und so dimensioniert, dass sie die Grund- und Mittellast des Strombedarfs der Haushalte decken kann. Der erzeugte Strom wird den Mietenden kostenlos zur Verfügung gestellt, um sie nicht unfreiwillig an einen Stromliefervertrag zu binden. Überschussstrom wird in das Stromnetz eingespeist.

Organisation 3

Wiener Wohnen errichtet PV-Paneele am Dach und auf weiteren geeigneten Flächen der Wohnanlage. Wiener Wohnen betreibt und wartet die Paneele und hält sie instand.

Finanzierung 3

Die Errichtung der PV-Anlage wird von Wiener Wohnen einerseits durch die vorhandene Mietzinsreserve finanziert. Des Weiteren wird die Anlage als Bauteil deklariert und im Rahmen einer Mietzinserrhöhung von zehn Jahren werden die laufenden Kosten für die Lebensdauer von 20 Jahren (vor)finanziert, sowie die restlichen Investitionskosten refinanziert, während die Mietenden den erzeugten Strom gratis zur Verfügung gestellt bekommen. Nach Vereinbarung mit den Mietenden kann die Refinanzierungsdauer auch 20 Jahre betragen, wodurch der Refinanzierungsbeitrag, respektive die monatliche Mieterhöhung, reduziert wird. Wie auch in Strategie 1 beschrieben, *wird die vorhandene Mietzinsreserve anteilig auf die Kosten der Errichtung und der Sanierung aufgeteilt, falls der Errichtung der neuen Haustechnik eine thermische Sanierung vorausgeht*. Wenn Interesse der Mietenden vorhanden ist, können sich diese an der errichteten PV-Anlage finanziell beteiligen und so die Errichtung der Anlage mitfinanzieren. Dadurch können sie in Form eines Bürger*innen-Solarkraftwerks vor Ort produzierten Strom kostenlos beziehen. Wenn weiterer Finanzierungsbedarf besteht, kann Wiener Wohnen öffentliche Förderungen für PV-Anlagen in Anspruch nehmen.

Strategie 4: Thermische Sanierung zur Energiebedarfsreduktion

Im Zuge der thermischen Sanierung werden Maßnahmen zur thermischen Optimierung der Gebäudehülle ergriffen. Je nach Zustand und Bedarf des jeweiligen Gebäudes werden Türen und Fenster erneuert, die Fassade, die oberste Geschossdecke und/ oder die Kellerdecke wärme gedämmt, ein Schutz gegen sommerliche Überhitzung z.B. in Form von Rollläden oder Markisen angebracht, sowie Maßnahmen zur Erhöhung passiver Solargewinne ausgeführt.

Die Mindestanforderung der Sanierung ist der von der OIB-Richtlinie 6 vorgegebene Standard für größere Renovierungen, welcher ab 2021 in Kraft tritt. Demnach muss der $HWB_{Ref,zul}$ eines thermisch sanierten Gebäudes geringer oder gleich $17 \times (1+2,9/ \xi c)$ bei einer Berechnung mittels $HTEB_{Ref}$ sein, was im mehrgeschossigen Wohnbau einem HWB von 30-35 kWh/m²a entspricht.⁵²⁶ Es werden jene Gebäude saniert, deren HWB höher als der seit der Wiener Bauordnungsnovelle 1993 übliche Energiestandard für Wohngebäude ist, welcher $33 \times (1+2/ \xi c)$ nach der OIB-Richtlinie 6 entspricht. Im mehrgeschossigen Wohnbau ergibt das einen max. zulässigen HWB von 51-57 kWh/m².⁵²⁷ Demnach werden Wohnhausanlagen, deren HWB über 57 kWh/m² liegt, einer thermischen Sanierung unterzogen.

Bei geeigneten Objekten, welche z.B. eine glatte Fassade aufweisen, großvolumig sind oder eine einfache Fassadenstruktur haben, ist zu prüfen, ob eine Sanierung auf Passivhaus-Standard oder der Einsatz vereinzelter Passivhaus-Komponenten aus einer ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektive sinnvoller als eine reguläre Sanierung ist. Grundsätzlich sind umfassende Sanierungen anzustreben, welche mehrere Sanierungsvorhaben in einem bündeln, um Bewohnende nicht durch kontinuierliche Umbauarbeiten zu belästigen. Es bietet sich an, im Rahmen der thermischen Sanierung ebenso eine energetische Sanierung durchzuführen, weshalb der Austausch oder die Erneuerung von klimarelevanter Haustechnik zur Dekarbonisierung zeitgleich mit thermischen Sanierungen durchgeführt werden sollte. Nach Durchführung der Sanierung wird ebenso die Heizanlage einreguliert, um sie an den reduzierten Energiebedarf anzupassen.

⁵²⁶ vgl. Österreichisches Institut für Bautechnik, "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-009/15" S.4 und vgl. "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001" S.8

⁵²⁷ vgl. Österreichisches Institut für Bautechnik, "OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001" S8 und S.10

Organisation 4

Ein General-Bauunternehmen wickelt die thermische Sanierung sowie ggf. energetische oder anderweitige Sanierungen gebündelt ab.

Finanzierung 4

Wiener Wohnen übernimmt die Refinanzierung der thermischen Sanierung und wendet dafür u.a. die Mietzinsreserve der letzten zehn Jahre auf. Falls im Rahmen der thermischen Sanierung auch eine neue Haustechnik errichtet wird, wird, wie bereits in Strategie 1 und 3 beschrieben, *die vorhandene Mietzinsreserve anteilig auf die Kosten der Errichtung und der Sanierung aufgeteilt*. Des Weiteren können nicht abgedeckte Investitionskosten durch eine Mietzinserhöhung bis zu zehn Jahre refinanziert werden. Wie bereits in Strategie 1 erwähnt, *kann der Refinanzierungszeitraum nach Vereinbarung mit den Mietenden auch länger sein (z.B. 20 Jahre)*. Wenn finanzieller Bedarf besteht, *wird eine öffentliche Förderungen für Wohnhaussanierungen in Anspruch genommen*. Reichen die Hauptmietzinsreserve, die Einnahmen durch die Mieterhöhung und Förderzuschüsse nicht aus, kann, wie bereits im Kapitel Finanzierung - 1b vorgeschlagen, *Wiener Wohnen ein Darlehen für mehrere Dekarbonisierungsprojekte bei einer österreichischen Bank oder der Europäischen Investitionsbank aufnehmen*.

Strategie 5: Bauliche Nachverdichtung durch Erweiterung und Aufstockung

Die baulichen Nachverdichtungen werden vorwiegend als Dachausbauten, Aufstockungen und in Form von Zubauten auf Stellplätzen oder anstatt Hochgaragen ausgeführt. Während Potentiale für Dachausbauten und Aufstockungen vorwiegend bei Bauten aus den Jahren 1950-1970 vorhanden sind, haben Wohnhausanlagen aus den 1970-er Jahren hohes Potential für Zubauten, z.B. auf Stellplätzen oder anstatt Hochgaragen.

Bauliche Nachverdichtungen werden jeweils im Rahmen einer thermisch-energetischen Sanierung von Bestandsbauten durchgeführt, um organisatorische Synergien für die Dekarbonisierung zu nutzen. Durch die baulichen Nachverdichtungen werden neue Wohnraumtypologien geschaffen, um das Angebot der bestehenden Wohnhausanlagen zu ergänzen. Bei bevorstehender Nachverdichtung werden Bewohnende intensiv informiert, damit auftretende Befürchtungen sowie Unklarheiten aus dem Weg geräumt werden. Der energetische Mindeststandard für Nachverdichtungen orientiert sich an der OIB-Richtlinie 6, welcher ab 2021 für Neubauten einen maximalen $HWB_{Ref,zul}$ von $10 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$ bei einer Berechnung mittels $HTEB_{Ref}$ vorsieht, was im mehrgeschossigen Wohnbau einen max. HWB von $19,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ bedeutet. Die neu geschaffenen Wohneinheiten werden, wie der zu dekarbonisierende Bestand, mit einem erneuerbaren Energiesystem, wie einer Erd-Wärmepumpe in Kombination mit einer PV-Anlage ausgestattet.

Organisation 5

Ein General-Bauunternehmen wickelt den Dachausbau, die Aufstockung oder den Zubau und die thermisch-energetische Sanierung gebündelt ab.

Finanzierung 5

Wiener Wohnen übernimmt die Finanzierung der Baukosten und zieht u.a. die Mieteinkünfte der neu geschaffenen Wohneinheiten für die Refinanzierung der Baukosten dieser heran. Bei Bedarf werden öffentlichen Förderungen in Anspruch genommen. Wenn die Förderung nicht ausreicht, kann Wiener Wohnen, wie bereits im Kapitel Finanzierung – 1b vorgeschlagen, *ein Darlehen für mehrere Dekarbonisierungsprojekte bei einer österreichischen Bank oder der Europäischen Investitionsbank aufnehmen.*

Strategie 6: Ersatzbau zur Erhöhung der Nutzungsdichte

Bestandsbauten abzutragen und durch einen Neubau zu ersetzen, ist nur in wenigen Einzelfällen ökologisch sinnvoll und bedeutet zudem eine hohe Belastung der Bewohnenden, aufgrund der Umstellung ihrer Lebenssituation. Bestandsbauten sollten demnach nur ersetzt werden, wenn Wohnraumbedürfnisse der Bewohnenden im Rahmen thermisch-energetischer Sanierungen nicht befriedigt werden können, wenn thermisch-energetische Sanierungen einen verhältnismäßig zu hohen finanziellen Aufwand bedeuten oder einen zu großen Eingriff bzw. eine starke Schädigung in der Baustruktur hervorrufen. Die Entscheidung für einen Ersatzbau wird objektspezifisch getroffen.

Durch den Neubau sind Energiestandards verpflichtend. Der energetische Mindeststandard für Ersatzbauten spiegelt die OIB-Richtlinie 6 wider, welche ab 2021 für Neubauten einen max. $\text{HWB}_{\text{Ref,zul}}$ von $10 \times (1 + 3,0 / \varrho_c)$ bei einer Berechnung mittels HTEB_{Ref} vorsieht, was im mehrgeschossigen Wohnbau einen max. HWB von ca. $19,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ bedeutet.

Organisation 6

Wiener Wohnen stoppt die Vergabe von Wohnungen in der betreffenden Wohnanlage und informiert Mietende über die Pläne des Ersatzbaus. Es werden finanzielle Anreize für Mietende der zu ersetzenden Wohnanlage geschaffen, um sie zum (temporären) Wohnungswechsel zu bewegen. Anreize können eine gleichwertige Ersatzwohnung in der Umgebung zu denselben oder besseren Konditionen sein, eine angemessene Ablöse für private Investitionen, eine kostenlose Umzugshilfe oder Auszahlungen. Außerdem wird den Mietenden ein Rückkehrrecht eingeräumt, welches ihnen ermöglicht, nach Fertigstellung des Neubaus an den gewohnten Standort zurückzukehren. Um die Akzeptanz der Bauarbeiten bei Mietenden von Umgebungsbauten zu erhöhen, werden Zwischenlösungen wie der Umzug in eine temporäre Modulbaulösung während der Bauphase oder schrittweise kommunizierte Bauphasen umgesetzt, sowie auf geringe Lärm- und Schmutzmissionen geachtet.

Finanzierung 6

Neben hohen Abriss- und Baukosten entstehen hohe Kosten für die Umsiedelung und weitere finanzielle Aufwendungen für die Mietenden der Wohnanlage. Zur Kompensation müssen Darlehen durch die Neubauförderung der MA50 und Förderung für Totalsanierung, oder die Blocksanierungs-Förderung in Anspruch genommen werden. Nach Fertigstellung können diese u.a. durch neue Mieteinnahmen refinanziert werden.

10. Auswertung und Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Bewertung der Strategien dargestellt und die Auswertungen der einzelnen Strategien verglichen, welche im vorhergehenden Kapitel erläutert wurden.

Alle Strategien wurden in den Kategorien **Ökologie**, **Ökonomie** und **Soziale Verträglichkeit** bewertet. In der Kategorie **Ökologie** wurden die Auswirkungen auf den jährlichen CO_{2eq}-Ausstoß (Tonnen CO_{2eq} pro Jahr und Person) der betroffenen Bewohnenden analysiert. In der Kategorie **Ökonomie** wurden die Finanzierbarkeit der einzelnen Strategien verglichen. Dazu wurden jeweils von der erforderlichen Investitionshöhe die erwarteten Refinanzierungseinnahmen abgezogen und die übrig gebliebenen Beträge verglichen. In der Kategorie **Soziale Verträglichkeit** wurden die Auswirkungen auf die monatlichen Wohnkosten der Haushalte untersucht. Hier wurde einerseits die reine Veränderung der monatlichen Wohnkosten berechnet, sowie direkte Förderzuschüsse in einer weiteren Berechnung berücksichtigt. Strategien gelten als geeignet, wenn durch ihre Umsetzung

- der CO_{2eq}-Ausstoß der Bewohnenden reduziert wird,
- ihre Finanzierbarkeit gegeben ist und
- die Wohnkosten der betroffenen Haushalte sich vermindern bzw. unverändert bleiben.

Tabelle 5 zeigt, dass die **Strategien 1a, 1b** und **3** als geeignet gelten. Bei Berücksichtigung aktueller Förderzuschüsse erfüllen **Strategie 4 und 6** ebenso die Kriterien (siehe

Tabelle 6). **Strategie 2** erfüllt nur zum Teil die Kriterien. Da die Berechnung der veränderten Energiekosten durch Umsetzung der Strategie 2 aufgrund der schlechter Datenlage über Fernwärmetarife teilweise auf Annahmen basiert, können die Ergebnisse Ungenauigkeiten unterliegen.

Tabelle 5: Vergleich der Strategien: eingesparte Tonnen, Investitionskosten und Wohnkostenbelastung

Strategien	Ø eingesparte Tonnen pro Bewohner*in und Jahr	Gesamtinvestitionskosten nach Abzug der Mietzinsreserve	Gesamtinvestitionskosten ohne Abzug der Mietzinsreserve	Ø monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt
S1a	0,81	56 Mio €	178 Mio €	-40 €
S1b	0,81	56 Mio €	178 Mio €	-35 €
S2	0,73	0 €	0 €	48 €
S3	0,17	0 €	76 Mio €	-27 €
S4	0,23	574 Mio €	709 Mio €	47 €
S5	-0,01	1,93 Mrd. €	1,93 Mrd. €	995 €
S6	0,08	298 Mio €	304 Mio €	1 028 €

Tabelle 6: Vergleich der Strategien: eingesparte Tonnen, Investitionskosten und Wohnkostenbelastung unter Berücksichtigung möglicher Förderungen

Strategien	Ø eingesparte Tonnen pro Bewohner*in und Jahr	Gesamtinvestitionskosten nach Abzug der Mietzinsreserve	Gesamtinvestitionskosten ohne Abzug der Mietzinsreserve	Ø monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt inkl. Förderungen
S1a	0,81	56 Mio €	178 Mio €	-50 €
S1b	0,81	56 Mio €	178 Mio €	-50 €
S2	0,73	0 €	0 €	48 €
S3	0,17	0 €	108 Mio €	-28 €
S4	0,23	574 Mio €	709 Mio €	-34 €
S5	-0,01	1,93 Mrd. €	1,93 Mrd. €	549 €
S6	0,08	298 Mio €	304 Mio €	0 €

Der **durchschnittliche CO_{2eq}-Ausstoß pro Jahr** lag in Österreich im Jahr 2011 bei 14,7 Tonnen CO_{2eq} pro Kopf nach der konsumbasierten Berechnung und bei der üblicheren und konservativen Berechnung nach produktionsbasierten Emissionen bei 9,6 Tonnen CO_{2eq} pro Kopf.⁵²⁸ Der wohnbezogene CO_{2eq}-Ausstoß pro Person liegt in Österreich aktuell bei 3,1 Tonnen pro Kopf und Jahr, bei Bewohnenden einer Wiener Gemeindeförderung durchschnittlich bei 1,9 Tonnen.⁵²⁹ Im Vergleich dazu muss eine Buche rund 80 Jahre wachsen, um den Ausstoß einer Tonne CO₂ pro Jahr zu kompensieren, während eine Autofahrt von ca. 4.900 Kilometer, was der Hin- und Rückfahrt von Wien nach Madrid entspricht, eine Tonne CO₂ ausstößt.⁵³⁰

Eine Umsetzung der Strategien 1a, 1b und 2 vermindert jeweils den jährlichen CO_{2eq}-Ausstoß der Bewohnenden um 0,81 Tonnen (S1a und S1b) bzw. um 0,73 Tonnen (S2). Die Strategie 3 vermindert den jährlichen CO_{2eq}-Ausstoß pro Bewohner*in um 0,17t, die Strategie 4 um 0,23t und die Strategie 6 um 0,08t. Im Gegensatz dazu erhöht die Umsetzung der Strategie 5 den CO_{2eq}-Ausstoß der betroffenen Bewohnenden um 0,01 Tonne pro Jahr.

Die Veränderung der **monatlichen Wohnkosten** eines durchschnittlichen Haushaltes liegt bei Anwendung der Strategien 1a, 1b und 3 im selben Bereich. Während die Wohnkosten bei Strategie 1a monatlich um ca. 40€ vermindert werden, reduzieren sie sich bei Strategie 1b monatlich um ca. 35€ und bei Implementierung der Strategie 3 um ca. 27€. Strategie 4 belastet im Gegensatz dazu das durchschnittliche Haushaltsbudget um 47€ monatlich. Wird berücksichtigt, dass Wiener Wohnen die Möglichkeit hat, Förderungen in Form von direkten Zuschüssen zu erhalten, können bei Inanspruchnahme und Auszahlung dieser die notwendigen Investitionskosten zur Umsetzung der Strategie 4 ohne Belastung der Mietenden refinanziert werden. Durch die hervorgerufene Energieeinsparung vermindern sich die Wohnkosten bei Anwendung der Strategie 4 zudem um ca. 34€ monatlich. Bei Realisierung der Strategie 5 werden die monatlichen Wohnkosten um ca. 995€ erhöht, was einer Steigerung der Wohnkosten um ca. 186% entspricht. Bei Erhalt von Förderzuschüssen kann dies um ca. 446€ gedämpft werden, wodurch die monatlichen Wohnkosten-Erhöhung auf ca. 549€ sinkt. Durch die Umsetzung der Strategie 6 steigt die Wohnkostenbelastung der Mietenden sogar um 192% auf ca. 1.028€ an. Bei Erhalt einer Blocksanierungsförderung können die Maßnahmen der Strategie 6 ohne eine zusätzliche Belastung der Mietenden refinanziert werden.

Die für die Umsetzung der diversen Strategien notwendigen Fremdkapitalbeträge spannen einen breiten Bogen und reichen von 0€ (S2 und S3) über 56 Mio.€ (S1a und S1b) bis zu 1,93 Mrd.€ (S5). An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Strategien bei einer unterschiedlich großen Anzahl von Wohneinheiten angewendet werden können und somit auch unterschiedlich viele Bewohnende betreffen. In Abbildung 10 wurde die **Gesamtreduktion der CO_{2eq}-Emissionen pro Jahr** sowie der notwendige **Investitionsbetrag** zur Reduktion einer Tonne CO_{2eq}-Emissionen für die Strategien 1a, 1b, 2, 3, 4 und 6 dargestellt. Die Strategie 5 wurde nicht dargestellt, da bei ihrer Anwendung als Portfolio-Maßnahme keine Emissionen verhindert, sondern weitere Emissionen verursacht werden.

⁵²⁸ vgl. Karl W Steining et al., "Austria's consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations," *Global environmental change* 48 (2018). S.231

⁵²⁹ wohnbezogene CO_{2eq}-Ausstoß pro Person wurden indirekte Emissionen durch die Gebäudeerrichtung berücksichtigt, während Emissionen, welche bei Herstellung von Geräten anfallen, unberücksichtigt blieben vgl. o.V., "CO₂-Rechner," Forum Umweltbildung, aufgerufen am 25.07.2020, <https://co2-rechner.at/>.

⁵³⁰ vgl. o.V., "Factsheet: Wie viel ist eine Tonne CO₂?" (Bern: Swiss Climate AG). S.1

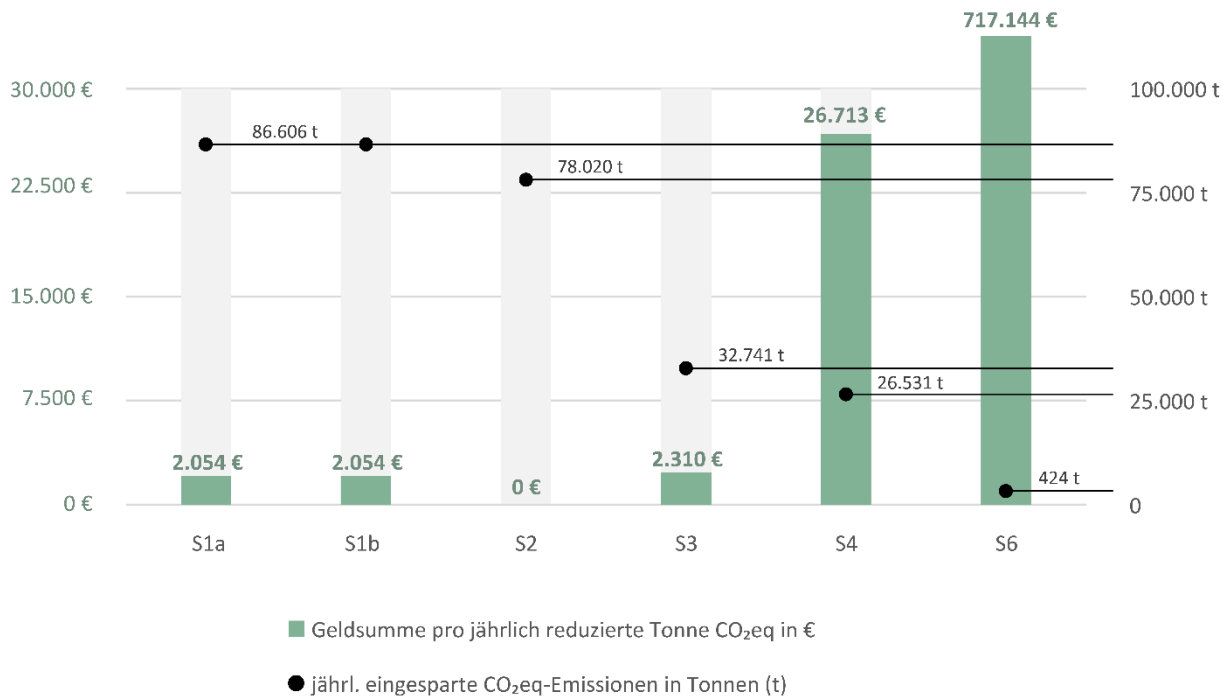


Abbildung 10: Effektivität der eingesetzten Investitionen und jährl. Gesamteinsparung von CO_{2eq}-Emissionen

Bei Anwendung der Strategien 1a, 1b, 2 und 3 werden am wenigsten Finanzmittel zur Reduktion derselben Menge CO_{2eq} benötigt.

Bei Umsetzung der Strategie 2 können ohne Investitionen seitens der (Ver)Mietenden insgesamt 78.020 Tonnen CO_{2eq} pro Jahr verhindert werden. Bei Umsetzung der Strategie 3 können unterdessen insgesamt 32.741 Tonnen CO_{2eq} verhindert werden. Für die flächendeckende Umsetzung der Strategie 3 ist der Einsatz von 75,6 Mio. € Eigenkapital erforderlich, welches vorhanden ist, wenn die Mietzinsreserve der betreffenden Wohnanlagen in den letzten zehn Jahren nicht beansprucht wurde. Durch die Umsetzung der Strategie 1a oder 1b werden jeweils Emissionen im Ausmaß von 86.606 Tonnen CO_{2eq} pro Jahr verhindert. Bei beiden Finanzierungsmodellen müssen zur Verhinderung einer Tonne CO_{2eq} pro Jahr durchschnittlich 2.054€ Eigenkapital eingesetzt werden.

Anders verhalten sich die beiden Parameter bei den Strategien 4 und 6. Bei einer Umsetzung der Strategie 4 werden 26.531 Tonnen CO_{2eq} jährlich verhindert. Der Einsatz von 27.713€ löst bei Umsetzung der Strategie 4 die Reduktion einer Tonne CO_{2eq} pro Jahr aus, das entspricht ca. dem 13-fachen Geldeinsatz, durch welcher bei Strategie 1 eine Tonne eingespart wird. Durch Implementierung der Strategie 6 wird im Vergleich am wenigsten CO_{2eq} eingespart: Pro Jahr wird der Ausstoß von nur 424 Tonnen CO_{2eq} verhindert. Des Weiteren ist die Umsetzung der Strategie 6 am unwirtschaftlichsten: Pro jährlich eingesparte Tonne CO_{2eq} müssen ca. 717.144€ investiert werden. Die Höhe des dargestellten einzusetzenden Eigenkapitals berücksichtigt mögliche Förderzuschüsse nicht.

Da die meisten Strategien kombiniert werden können, wurden die Kombinationen anhand der selben Parameter wie in der Einzelwertung der Strategien ausgewertet. Dabei ist in Tabelle 7 erkenntlich, dass bis auf die Kombination der Strategien 2 und 4, der Strategien 2 und 3 sowie der Strategien 2,3 und 4, alle anderen Kombinationen die Kriterien erfüllen.

Die Kombination der Strategie 1, 3 und 4⁵³¹ spart am meisten CO_{2eq} pro Bewohner*in und Jahr ein (1,21 Tonnen). Diese Kombination hat jedoch gemeinsam mit der Kombination der Strategie 1 und 4 vergleichsweise das höchste Investitionsvolumen von 630 Mio. € und entlastet die Haushalte um ca. 15€ monatlich bzw. wie in Tabelle 8 ersichtlich, bei Inanspruchnahme von Förderungen um ca. 113€.

Werden die Strategien 1 und 3⁵³² gemeinsam angewendet, führt dies zu einer Reduktion des jährlichen CO_{2eq}-Ausstoßes pro Bewohner*in von 0,98 Tonnen. Dabei ist das zweitniedrigste Gesamtinvestitionsvolumen von 56 Mio. € aufzuwenden, während die Haushalte monatl. um ca. 62 € entlastet werden. Die kostengünstigste Strategiekombination ist die Umsetzung von Strategie 2 und 3,⁵³³ da ohne Fremdkapitalinvestitionen jährlich 1,06 Tonnen pro Bewohner*in eingespart werden können. Dabei werden die Haushalte monatl. um ca. 21€ belastet, bzw. bei Auszahlung einer Förderung um ca. 20€.

Bei Kombination der Strategien 2, 3 und 4⁵³⁴ können jährlich 1,13 Tonnen an CO_{2eq} pro Bewohner*in eingespart werden, dabei müssen 574 Mio. € investiert werden, was jedoch zu einer monatlichen Belastung der Haushalte von ca. 69€ führt. Bei Erhalt eines Förderzuschusses werden die Haushalte monatlich um ca. 14€ entlastet.

Tabelle 7: Vergleich des eingesparten CO_{2eq}, der Gesamtinvestitionen und der monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt der kombinierten Strategien

Strategie-kombinationen	eingesparte Tonnen pro Bewohner*in und Jahr	erforderliches Fremdkapital (Investitionskosten nach Abzug der Mietzinsreserve)	Ø monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt	
Strategie 1+4	1,04	630 Mio €		-84 €
Strategie 2+4	0,96	574 Mio €	14 €	
Strategie 1+3+4	1,21	630 Mio €		-15 €
Strategie 2+3	0,90	0 €	21 €	
Strategie 2+3+4	1,13	574 Mio €	69 €	
Strategie 1+3	0,98	56 Mio €		-62 €

Tabelle 8: Vergleich des eingesparten CO_{2eq}, der Gesamtinvestitionen und der monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt mit Berücksichtigung möglicher Förderzuschüssen der kombinierten Strategien

Strategie-kombinationen	eingesparte Tonnen pro Bewohner*in und Jahr	erforderliches Fremdkapital (Investitionskosten nach Abzug der Mietzinsreserve)	Ø monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt inkl. <u>Förderungen</u>	
Strategie 1+4	1,04	630 Mio €		-84 €
Strategie 2+4	0,96	574 Mio €	14 €	
Strategie 1+3+4	1,21	630 Mio €		-113 €
Strategie 2+3	0,90	0 €	20 €	
Strategie 2+3+4	1,13	574 Mio €		-14 €
Strategie 1+3	0,98	56 Mio €		-79 €

⁵³¹ Kombination Strategie 1, 3 und 4: Wärmepumpe, PV zur Generation von Haushaltsstrom + thermische Sanierung

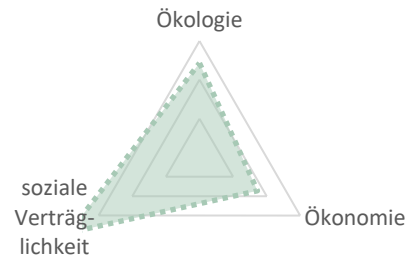
⁵³² Kombination Strategie 1 und 3: Wärmepumpe mit PV-Unterstützung + PV zur Generation von Haushaltsstrom

⁵³³ Kombination Strategie 2 und 3: Fernwärmeanschluss ausgewählter Wohnanlagen + PV zur Generation von Haushaltsstrom

⁵³⁴ Kombination Strategie 2, 3 und 4: Fernwärmeanschluss ausgewählter Wohnanlagen, PV zur dezentralen Generation von Haushaltsstrom + thermische Sanierung

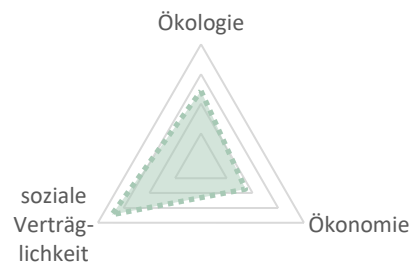
Strategie 1a: Heizanlagenersatz durch dezentrales erneuerbares Wärmeversorgungssystem mit 20-jährigem Refinanzierungszeitraum

Betroffene Wohneinheiten	ca. 55.622 WE
Eingespartes CO _{2eq} / Person	0,81 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	ca. 178 Mio. €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	ca. 56 Mio. €
Wohnkostenentlastung	- 40 € monatl.
... mit Förderung	- 50 € monatl.



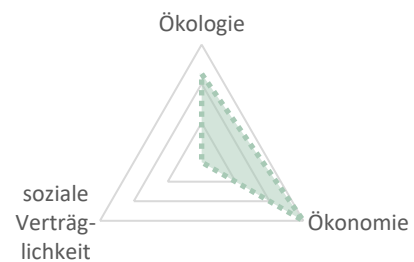
Strategie 1b: Heizanlagenersatz durch dezentrales erneuerbares Wärmeversorgungssystem mit 10-jährigem Refinanzierungszeitraum

Betroffene Wohneinheiten	ca. 55.622 WE
Eingespartes CO _{2eq} / Person	0,81 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	ca. 178 Mio. €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	ca. 56 Mio. €
Wohnkostenentlastung	- 35 € monatl.
... mit Förderung	- 50 € monatl.



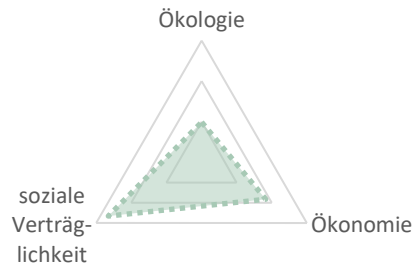
Strategie 2: Heizanlagenersatz durch zentral zugeführte Fernwärme

Betroffene Wohneinheiten	ca. 55.622 WE
Eingespartes CO _{2eq} / Person	0,73 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	0 €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	0 €
Zusätzl. Wohnkostenbelastung	+ 48 € monatl.
... mit Förderung	+ 48 € monatl.



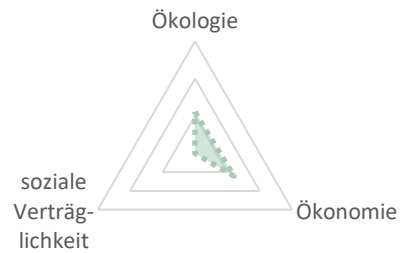
Strategie 3: Errichtung einer Photovoltaik-Anlage

Betroffene Wohneinheiten	ca. 100.534 WE
Eingespartes CO _{2eq} / Person	0,17 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	ca. 108 Mio. €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	0 €
Wohnkostenentlastung	- 27 € monatl.
... mit Förderung	- 28 € monatl.



Strategie 4: Thermische Sanierung zur Energiebedarfsreduktion

Betroffene Wohneinheiten	ca. 61.446 WE
Eingespartes CO _{2eq} / Person	0,23 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	ca. 709 Mio. €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	ca. 574 Mio. €
Zusätzl. Wohnkostenbelastung	+ 47 € monatl.
... mit Förderung	- 34 € monatl.



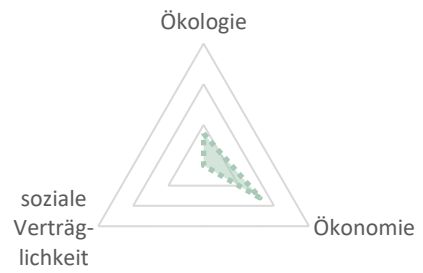
Strategie 5: Bauliche Nachverdichtung durch Erweiterung und Aufstockung

Neu errichtete Wohneinheiten	ca. 19.050 WE
Zusätzl. Ausgestoßenes CO _{2eq} / Person	+ 0,01 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	ca. 1,93 Mrd. €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	ca. 1,93 Mrd. €
Zusätzl. Wohnkostenbelastung	+ 995 € monatl.
... mit Förderung	+ 549 € monatl.



Strategie 6: Ersatzbau zur Erhöhung der Nutzungsdichte

Betroffene Wohneinheiten	ca. 2.835 WE
Eingespartes CO _{2eq} / Person	0,08 Tonnen/ Jahr
Gesamtinvestitionskosten	ca. 304 Mio. €
Einzusetzendes Fremdkapital, nach Abzug Mietzinsreserve	ca. 298 Mio. €
Zusätzl. Wohnkostenbelastung	+ 1.028 € monatl.
... mit Förderung	0 € monatl.



11. Conclusio

11.a Diskussion

Die blau umrandeten Tortenstücke Abbildung 11 stellen den Anteil an Wohnungen am Gesamt-Portfolio von Wiener Wohnen dar, welcher in den einzelnen Gebäudekategorien mit fossilen Heizsystemen beheizt wird. (insgesamt 55.622 Wohnungen, 35% der Wohnungen) Die Dekarbonisierungsstrategien 1a, 1b und 2 zielen darauf ab, diesen Anteil an Wohnungen durch eine alternative Wärmeerzeugung zu versorgen. Das Tortendiagramm darunter zeigt den Anteil der Wohnungen, welche bereits saniert wurden (56%) bzw. noch unsaniert sind.

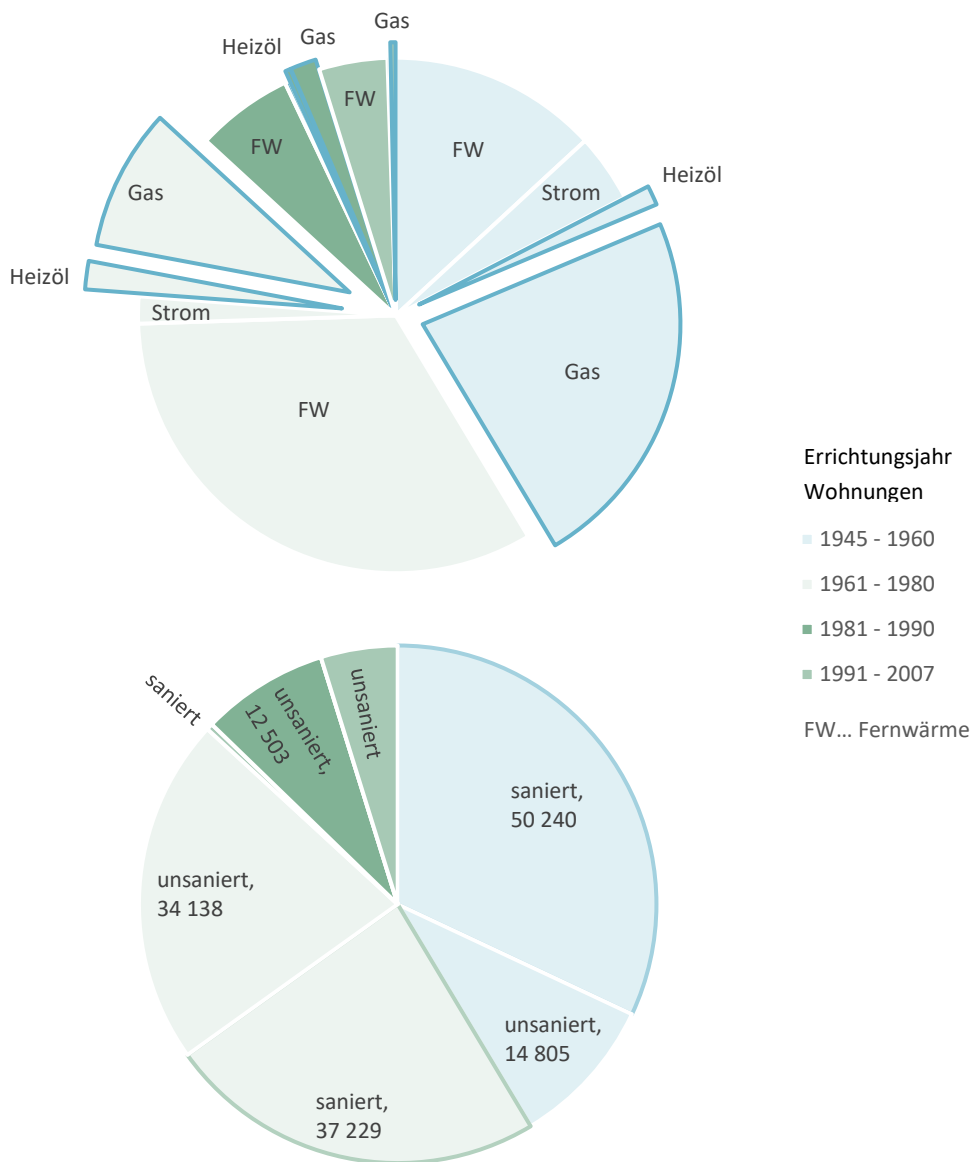


Abbildung 11: Wohnungen nach Heizsystemen und Wohnungen nach Sanierungszustand, eingeteilt in Errichtungsjahre

Wohnkosten und Refinanzierungszeiträume

17% der Mietenden in österreichischen Gemeindewohnungen nehmen den Anteil ihrer **Wohnkosten** am Haushaltseinkommen als stark belastend wahr, während 11% der Österreicher*innen und 15% der Wiener*innen diesen als stark belastend betrachten. Von einer realen Überbelastung des Haushaltseinkommens, wenn mehr als 40% des Haushaltsbudgets für Wohnkosten aufgewendet wird, sind in österreichischen Gemeindewohnungen 13%, in Gesamt-Wien 16% und in ganz Österreich 9% der Haushalte betroffen.⁵³⁵ Demnach ist eine finanzielle Entlastung der Haushalte anzustreben, welche bei Durchführung der Strategien 1a, 1b und 3 gegeben ist.

Tabelle 9: Wohnkostenveränderung bei Implementierung der Strategien

Strategie	Wohnkostenveränderung	... in Prozent	... mit Förderung
1a: Implementierung einer PV-Strom betriebenen Wärmepumpe, 20-jähriger Refinanzierungszeitraum	- 40 € monatl.	- 7,4 %	- 50 € monatl.
1b: Implementierung einer PV-Strom betriebenen Wärmepumpe, 10-jähriger Refinanzierungszeitraum	- 35 € monatl.	- 6,6 %	- 50 € monatl.
2: Fernwärmanschluss einzelner Wohnanlagen	+ 48 € monatl.	+ 9 %	+ 48 € monatl.
3: Errichtung von PV-Anlagen auf geeigneten Flächen	- 27 € monatl.	- 5 %	- 28 € monatl.
4: Thermische Sanierung der Gebäudehülle	+ 47 € monatl.	+ 8,9 %	- 34 € monatl.

Beim Vergleich der Strategien 1a und 1b ist ersichtlich, dass ein längerer Refinanzierungszeitraum von 20 Jahren anstatt zehn Jahren die monatlichen Wohnkosten um weitere 0,8% (5€) senkt. Wenn die Refinanzierung der Strategien 3 und 4 auch auf einen längeren Zeitraum ausgedehnt wird, werden Mietende ebenso finanziell stärker entlastet. Teilnehmer der Delphi-Methode empfahlen einen noch längeren **Refinanzierungszeitraum** von bis zu 35 Jahren. Um den Refinanzierungszeitraum zu verlängern, bedarf es einer Änderung im MRG, welches einen maximal zehnjährigen Zeitraum zur Erhöhung des Hauptmietzinses festsetzt.⁵³⁶ Im WGG gab es eine dementsprechende Änderung bereits, wodurch der Zeitraum für Mieterhöhungen zur Refinanzierung von Sanierungsmaßnahmen auf 20 Jahre festgelegt wurde. Nur bei einer wesentlich kürzeren oder längeren Lebensdauer der Sanierung muss der Zeitraum angepasst werden.⁵³⁷

Die Verlängerung des Zeitraumes zur Erhöhung des Hauptmietzinses im MRG würde bei Sanierungen eine finanzielle Entlastung der Mietenden auslösen und möglicherweise zu einer Erhöhung thermisch-energetischer Sanierungen im Allgemeinen beitragen.

⁵³⁵ vgl. o.V., "Wohnen 2018, Mikrozensus–Wohnungserhebung und EU-SILC." S.21 und S.78

⁵³⁶ vgl. §18 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

⁵³⁷ vgl. "Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen" Number WGG, Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)

Änderung des Benutzungsrecht im MRG

Ein Heizsystemtausch im gesamten Gebäude, wie in Strategie 1 vorgesehen, ist nur möglich, wenn alle Bewohnenden dem Anschluss an ein **Haus-zentrales Heizsystem** zustimmen, da die Durchführung wohnungsseitiger Maßnahmen ohne Zustimmung der Mietenden nach MRG verboten ist, wenn es sich dabei nicht um die Behebung ernster Bauwerksschäden, Erhaltungs- oder Verbesserungsarbeiten an allgemeinen Teilen des Gebäudes oder um die Erhaltung eines mitvermieteten Wärmebereitungsgerät handelt.⁵³⁸ Für einen Heizsystemtausch im gesamten Gebäude sind wohnungsseitige Maßnahmen jedoch eine Notwendigkeit. Dabei ist der Wechsel auf ein Haus-zentrales Heizsystem, z.B. auf eine Heizung mittels Wärmepumpe nur wirtschaftlich für Hausverwaltung, Bewohnende und Energiebereitsteller, wenn dieser flächendeckend bei allen Wohnungen einer Wohnhausanlage zur Anwendung kommt. Teilnehmende der Delphi-Methode (#3,#5,#6,#1) sowie Expert*innen des Ausschuss *Nachhaltiges Bauen* empfehlen, das **Benutzungsrecht** nach §8 Abs 2 MRG anzupassen, sodass Mietwohnungen für thermisch-energetische Sanierungsmaßnahmen betreten werden können.^{539,540} Eine Änderung im MRG betrifft jedoch auch Mietende privat vermieteter Wohnungen. Durch eine Erweiterung des Benutzungsrechtes könnten Sanierungen demnach neben höheren Energie- oder Mietkosten ebenso Bedingungen, wie z.B. Baustellenemissionen oder Wasserabsperungen schaffen, welche das Benützen der Wohnung erschweren und Mietende zum Auszug drängen kann.

Das Benutzungsrecht sollte daher bei Einhaltung bestimmten Voraussetzungen, wie der Art der Sanierung und die Mindestqualität der Sanierung, ausgedehnt werden, damit Wohnungen für einen Heizanlagenwechsel betreten werden können.

⁵³⁸ vgl. §8 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

⁵³⁹ vgl. o.V., "Mission 2030 Konkret, Ausschuss Nachhaltiges Bauen (Wien: Bundeskammer der ZiviltechnikerInnen), https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/Nachhaltigkeit/Mission_2030_Konkret/Massnahmenkatalog_MISSION_2030_KONKRET.pdf.

⁵⁴⁰ vgl. §8 MRG, "Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht" (BGBl. Nr. 520/1981)

Priorisierung von Energiesystemtausch vor thermischen Sanierungen

Eine thermische Sanierungen zur Optimierung der Gebäudehülle reduziert den Energiebedarf und dadurch den CO₂-Ausstoß der Bewohnenden: Durch die alleinige Umsetzung der Strategie 2 werden 0,23 Tonnen CO_{2eq} pro Bewohner*in und Jahr eingespart. Aufgrund des dadurch verminderten Energiebedarfs können Energieerzeugungsanlagen kleiner dimensioniert werden und dezentralen Erzeugungsanlagen können den geringeren Bedarf leichter ohne zusätzliche Energieeinspeisung decken.

Für eine vollständige Dekarbonisierung müssen **Prozesse, welche Treibhausgase emittieren auf emissionsfreie Prozesse umgestellt** werden. Demnach reicht es nicht aus, den Energiebedarf durch thermische Sanierungen der Gebäudehülle zu reduzieren. Vordergründig müssen CO₂ emittierende Energiesysteme wie Heizanlagen ausgetauscht werden bzw. der Strombezug durch erneuerbare Stromquellen wie PV gedeckt werden. Aktuell werden bei Gebäudesanierungen jedoch thermische Sanierung der Gebäudehülle häufiger als Techniksubstitutionen durchgeführt, obwohl diese im Vergleich zu thermischen Sanierungen kostengünstiger sind. Die Priorisierung von thermischen Sanierungen vor Techniksubstitutionen zeichnet sich ebenso in der Förderungsvergabe der Stadt Wien sowie des Bundes ab.⁵⁴¹

Neben einer Überarbeitung der Förderschienen zur Unterstützung eines flächendeckenden Ersatzes von CO₂-emittierenden Energieerzeugungsanlagen sind weitere Instrumente erforderlich, um eine Dekarbonisierung des Gebäudebestandes umzusetzen. Diese inkludieren z.B. Verbote von fossilen Heizsystemen in Bestandsbauten.

*Ein vermehrter Ersatz fossiler Heizanlagen kann ausgelöst werden, wenn Gebäudeeigentümer*innen die Kosten für die Energieerzeugung tragen müssen, da die Energiekostensparnis durch die effizienteren erneuerbaren Energiesysteme einen finanziellen Anreiz für Eigentümer*innen darstellt.*

⁵⁴¹ Aktuell werden bei Sanierungsförderungen zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes in Wien die thermische Optimierung der Gebäudehülle sowie andere Energieeffizienzverbesserungen bevorzugt: Für die Vergabe der THEWOSAN-Förderung durch den wohnfonds_wien existiert ein Punktebewertungssystem, ausschlaggebend dafür sind der Verfahrensstand, städtebauliche Kriterien, objektspezifische Kriterien, das Sanierungskonzept und die Verfahrenstechnik. Für die Durchführung einer energetischen Sanierung, wie anlagentechnischen oder bauphysikalischen Verbesserungsmaßnahmen, werden maximal 40 Punkte vergeben, was nur 7% im gesamten Punktevergabesystem entspricht, während für Maßnahmen zur Energiereduktion bis zu 100 Punkte vergeben werden. vgl. o.V., "Thewosan: die thermisch-energetische Wohnhaussanierung."

Anpassungsmaßnahmen des Heizabgabesystems

Durch Umsetzung der Strategie 1 werden fossile Heizanlagen durch Wärmepumpen ersetzt. In einigen Wohnhausanlagen sind neben der Wärmepumpen-Errichtung auch Anpassungsmaßnahmen des Heizabgabesystems notwendig, um niedrige Durchflusstemperaturen des Heizsystems zu ermöglichen und Wärme effizient durch Wärmepumpen bereitstellen zu können. Jedoch stehen keine Daten zur Verfügung, wie hoch die Anzahl jener Wiener Wohnen-Wohnhausanlagen ist, die Anpassungsmaßnahmen erfordern. Des Weiteren gibt es im Allgemeinen keine wissenschaftlichen Quellen über Kosten und Durchführungsweise von Anpassungsmaßnahmen von Heizabgabesystemen.

Es ist daher nur zu schließen, dass die Umsetzung der Strategie 1 bei Anpassungsbedarf kostenintensiver ausfällt. Die Stadt Wien fördert seit 2020 im Rahmen der Wärmepumpenförderung auch notwendige Anpassungsmaßnahmen des Heizabgabesystems, wobei 30% der Investitionskosten und maximal 7.500 € gefördert werden.⁵⁴² Jedoch fehlt aufgrund der mangelnden Daten der Vergleich, ob diese Fördersumme zur Kompensation der entstehenden Kosten ausreicht. Teilnehmende der Delphi-Methode gaben an, dass die Höhe der Kosten von Anpassungsmaßnahmen eine Barriere der Durchführung notwendiger Heizsystemwechsel zur Dekarbonisierung darstellen.

Um Barrieren für einen Heizanlagenwechsel auf Wärmepumpen zu untersuchen sowie mögliche Lösungen zu erörtern, sollte weiterer Forschungsaufwand betrieben werden. Ferner ist es notwendig, ein qualitatives und quantitatives Verzeichnis über Heizabgabesysteme sowie über Heizsysteme der Wohnhausanlagen Wiener Wohnens zu erstellen.

⁵⁴² vgl. o.V., "Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020."

11.b Handlungsempfehlungen

Zur Dekarbonisierung der Wohnhausanlagen Wiener Wohnens muss der Umsetzung jener Strategien Vorrang gegeben werden, durch welche keine THG-Emissionen durch die Energieproduktion entstehen. Im Allgemeinen ist eine möglichst flächendeckende Umsetzung möglichst vieler Strategien notwendig. Entscheidungen für die Umsetzung einer Strategie sind jeweils aufgrund des Zustands der einzelnen Wohnhausanlagen sowie deren Energieerzeugungsanlagen zu treffen. Aufgrund dieser Tatsachen wird eine Kombination mehrerer Strategien empfohlen, welche darüber hinaus ökonomische, soziale und organisatorische Vorteile mit sich bringt. Durch die parallele Durchführung von Techniksubstitutionen⁵⁴³ und baulichen Adaptionen zur Reduktion des Energiebedarfs⁵⁴⁴ werden überdies ökonomische sowie technische Rebound-Effekte verhindert.⁵⁴⁵

Wie bereits im Kapitel 10. *Auswertung und Ergebnisse* geschildert, hat die **Kombination der Strategien 1,3 und 4** die höchste CO_{2eq}-Reduktionsrate von 1,21 Tonnen pro Bewohner*in jährlich. Durch die Umsetzung aller drei Strategien werden vorwiegend dezentralen Energieerzeugungsanlagen implementiert, welche keinen CO_{2eq}-Ausstoß im Betrieb aufweisen und somit ein wichtiger Beitrag zur Energiewende erbracht.⁵⁴⁶

Von 1989 bis Mitte 2020 wurden insgesamt 400 thermische oder energetische Sanierungen bei Wiener Wohnen-Wohnhausanlagen der Errichtungsjahre 1945-2007 durchgeführt. Die durchschnittlichen Projektkosten entsprachen ca. 2,24 Mio. €, was auf jährliche Ausgaben für thermisch-energetische Sanierungen von ca. 29,4 Mio. € schließen lässt.⁵⁴⁷ Eine gleichzeitige Umsetzung der Strategien 1, 3 und 4 erfordert **jährlich Investitionen von ca. 96,2 Mio. €** (insg. ca. 962 Mio.€). Bei Abzug der Mietzinsreserven müssen **jährlich ca. 63 Mio. € an Fremdkapital** eingesetzt werden (insg. ca. 630 Mio. €). Das bedeutet mehr als eine **Verdopplung der jährlichen Dekarbonisierungsausgaben** bzw. Sanierungsausgaben von Wiener Wohnen. Für die empfohlene gleichzeitige Umsetzung der Strategien 1,3 und 4 wird das Budget der Stadt Wien kurzfristig stark belastet, dafür wird jedoch eine Entlastung der Wohnkosten für betroffene Haushalte von 15€ monatlich erwirkt, sowie der Ausstoß von ca. 145.878 Tonnen CO_{2eq} jährlich verhindert. Des Weiteren kann bei einer Verlängerung des Refinanzierungszeitraumes eine weitere finanzielle Entlastung der Mietenden geschaffen werden.

Obwohl die Entscheidung über eine Umsetzung einer Strategie aufgrund des Zustandes der einzelnen Gebäude und deren Energieproduktionsanlagen fallen muss, sollte ein strategischer **Dekarbonisierungs-Fahrplan** für das gesamte Portfolio entwickelt werden, um das Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung des Wohnungsportfolio nicht zu verfehlen. Des Weiteren sollte die Einhaltung des Fahrplans in regelmäßigen Abständen kontrolliert und dieser gegebenenfalls adjustiert werden.

Für eine vollständige Dekarbonisierung des von 1945 bis 2007 errichteten Wohnungsbestandes, also einer Kombination der Strategien 1,3 und 4, müssen in den nächsten zehn Jahren mind. 55.622 Wohneinheiten in ca. 445 Wohnhausanlagen auf eine Wärmepumpenversorgung umgestellt werden.

⁵⁴³ Techniksubstitutionen: dezentrales erneuerbares Wärmeversorgungssystem (S1) und dezentrale Stromerzeugung (S3)

⁵⁴⁴ Baulichen Adaption zur Reduktion des Energiebedarfs: Thermische Sanierung (S4)

⁵⁴⁵ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.132 und vgl. Thomas Schluck und Marvin King, "Die energetische Sanierung als Dienstleistung? – Ihre systemische Bedeutung im Kontext unserer zukünftigen Multi-Energie-Systeme." S.238

⁵⁴⁶ vgl. Mira Conci et al., "Trade-off between the economic and environmental impact of different decarbonisation strategies for residential buildings." S.143

⁵⁴⁷ Eigene Berechnungen vgl. "Projekte aus Quartalsliste 01/2020 Wiener Wohnen" (2020), wohnfonds_wien_Sanierungsliste_Gemeindebauten.xlsx. und vgl. Julia Maydl, "Bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen bei Wohnhäusern der Stadt Wien." S.43

Bei mind. 800 Wohnanlagen ist die Installation von PV-Modulen erforderlich und ca. 492 Wohnanlagen müssen einer thermischen Sanierung der Gebäudehülle unterzogen werden.

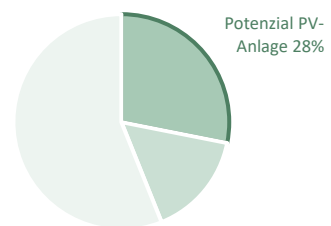
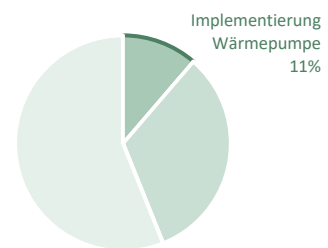
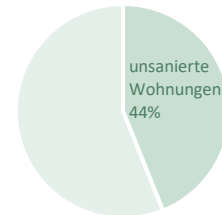
In den letzten 30 Jahren wurden jährlich ca. 15 Wohnhausanlagen thermisch-energetisch saniert. Demnach muss sich die Anzahl der thermisch-energetischen Sanierungen pro Jahr mindestens verdreifachen, um eine vollständige Dekarbonisierung innerhalb des nächsten Jahrzehnts zu erreichen.⁵⁴⁸ Zur Umsetzung der Dekarbonisierung wird ein auf die nächsten zehn Jahre ausgelegter **Etappenplan** für das gesamte Portfolio empfohlen, welcher Folgendes beinhaltet:

1. Dekarbonisierung unsanierter Wohnhausanlagen

Bei jenen Wohnhausanlagen, welche noch nie saniert wurden, werden fossile Heizsysteme durch Wärmepumpensysteme ersetzt und PV-Anlagen errichtet, sowie thermische Sanierungen durchgeführt, da diese Gebäude die höchsten Potenziale zur Treibhausgasreduktion aufweisen. Für eine Substitution durch Wärmepumpen kommen ca. 140 unsanierte Wohnhausanlagen mit insgesamt ca. 17.760 Wohneinheiten infrage. Wenn kein Potenzial für die Installation von Wärmepumpen vorhanden ist, werden die Wohnhausanlagen nach Möglichkeit an eine quartiersübergreifende erneuerbare Wärmeerzeugung oder an das Fernwärmenetz angeschlossen.

Für eine Errichtung von PV-Anlagen kommen ca. 44.150 Wohnungen (353 Wohnhausanlagen) infrage, wobei das Potenzial für eine dezentrale Stromversorgung ebenso für jede Wohnhausanlage spezifisch erhoben werden muss.

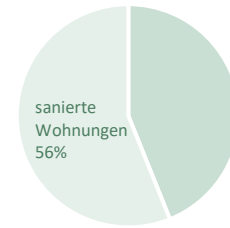
Je früher die Energieerzeugung unsanierter Gebäude durch eine emissionsfreie ersetzt wird und die Gebäude thermisch saniert werden, umso höher ist der verhinderte Treibhausgasausstoß der Wohnanlagen. Wohnhausanlagen, welche ein Nachverdichtungspotenzial aufweisen, werden zudem im Zuge der Sanierung baulich nachverdichtet.



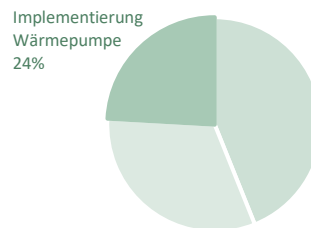
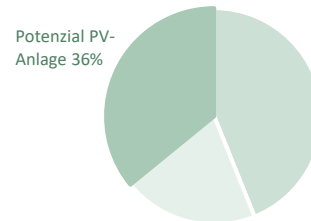
⁵⁴⁸ Bei Umstellung auf eine Wärmepumpenversorgung von 445 Gebäuden bzw. thermischer Sanierung von 492 Gebäuden, wird angenommen, dass sich ein Großteil der Sanierungsmaßnahmen kombinieren lässt, weshalb die $492/10 = 49,2$ als Mindestanzahl der zu sanierenden Gebäude angenommen wird.

2. Dekarbonisierung bereits sanierter Wohnhausanlagen

In Schritt zwei des Dekarbonisierungs-Fahrplans werden Wohnhausanlagen, welche bereits saniert wurden und trotz vorhandener geeigneter Flächen keine PV-Anlage aufweisen, mit PV-Anlagen auf den Potentialflächen ausgestattet. Das betrifft ca. 56.383 Wohnungen in 451 Wohnanlagen.



Wohnhausanlagen, welche bereits saniert wurden und trotz vorhandenem Potential für eine Wärmepumpe gänzlich oder teilweise durch ein fossiles Heizsystem versorgt werden, werden mit einem Wärmepumpensystem ausgestattet. Das trifft auf insgesamt ca. 300 Wohnhausanlagen mit ca. 37.867 Wohneinheiten zu, wobei das Potenzial für jede Wohnhausanlage spezifisch erhoben wird. Wenn eine Installation von Wärmepumpen nicht möglich ist, werden die Wohnhausanlagen nach Möglichkeit an eine quartiersübergreifende erneuerbare Wärmeerzeugung oder an das Fernwärmenetz angeschlossen. Dabei werden Wohnhausanlagen, welche ein Nachverdichtungspotenzial aufweisen, im Zuge der Sanierung baulich nachverdichtet. Wohnhausanlagen, welche bereits saniert wurden und einen HWB über 57 kWh/m² aufweisen, werden zudem thermisch saniert.



3. Maßnahmen mit geringem Sanierungsaufwand

In Folge werden Maßnahmen mit geringem Sanierungsaufwand, wie die Optimierung bestehender Heizsysteme durchgeführt, da hier das energetische Reduktionspotenzial vergleichsweise gering ist. Diese umfassen z.B. den hydraulischen Abgleich, die Reduktion der Vorlauftemperatur, das Anbringen von Raumthermostaten und die Dämmung von Steigleitungen.

4. Ersatz von Wohnhausanlagen in schlechtem Zustand

In der letzten Sanierungsetappe werden Wohnhausanlagen, bei welchen sich eine thermisch-energetische Sanierung ökonomisch und bautechnisch nicht lohnt, abgetragen und mit hohen thermisch-energetischen Standards neu errichtet.

Um einen detaillierten Sanierungsplan für das Wohnungsportfolio von Wiener Wohnen zu erstellen, muss zuerst die erforderliche **Datengrundlage** geschaffen werden. Dazu wird ein Verzeichnis über den aktuellen HWB bzw. den realen Energieverbrauch aller Wohnanlagen benötigt. In diesem Verzeichnis sollen des Weiteren die Art der Energieversorgung und der Heizabgabesysteme der einzelnen Wohnungen sowie der Wohnhausanlagen und installierte PV-Anlagen auf den Wohnhausanlagen verzeichnet werden. Außerdem werden die erhobenen Solarpotenziale sowie die Standortpotenziale für eine Wärmepumpenversorgung verzeichnet.

11.c Ausblick

Investitionen in die Energiewende

Die Republik Österreich hat sich 2015 verpflichtet, den globalen Temperaturanstieg auf unter 2°C zu begrenzen und weitere Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg auf 1,5°C einzudämmen sowie dringende Finanzmittel zur **Erreichung der Klimaziele** bereitzustellen.⁵⁴⁹ Im Bereich der Dekarbonisierung von Gebäuden werden deshalb durch den Bund sowie durch die Länder Förderungen für thermisch-energetische Sanierungen vergeben.

Das **erforderliche Investitionsvolumen** für eine flächendeckende Implementierung von dezentralen Wärmepumpensystemen und PV-Anlagen kann bei kommunalen Wohnhausanlagen in Wien im Gegensatz zur thermischen Gebäudesanierung durch das Einsparen von Energiekosten refinanziert werden. Nichtsdestotrotz ist ein vorausgehender Kapitaleinsatz für die Beschaffung, die Planung und die Errichtung der Anlagen erforderlich. Das notwendige Anfangskapital kann durch die Mietzinsreserven der letzten zehn Jahre für die flächendeckende Errichtung von PV-Anlagen vollkommen oder für die Errichtung von Wärmepumpenanlagen zu zwei Dritteln gedeckt werden, vorausgesetzt die Mietzinsreserven wurden nicht für sonstige Sanierungsmaßnahmen aufgewendet. Da im letzten Jahrzehnt einige Wohnanlagen (teil)saniert wurden, ist jedoch in vielen Fällen anzunehmen, dass die Mietzinsreserven nicht mehr vollständig vorhanden sind. Demnach entsteht der Bedarf, die Vorlaufkosten der Dekarbonisierungsmaßnahmen zu decken.

Um die 2015 in Paris vereinbarten Klimaschutzziele zu erreichen, muss auch die Vergabe von staatlichen Geldern zur Abmilderung wirtschaftlicher und sozialer Einbußen der COVID 19-Pandemie an Klimaschutzmaßnahmen gebunden werden.⁵⁵⁰ Da Investitionen in Gebäudesanierungen Arbeitsplätze schaffen und zu einem Wirtschaftsaufschwung beitragen, bietet der Einsatz öffentlicher Gelder für Dekarbonisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand Vorteile für Wirtschaft und Klimaschutz.⁵⁵¹ Die Initiative Umwelt und Bauen berechnete, dass zur Erreichung der angestrebten aber nie erreichten Sanierungsrate von 3% in Österreich jährlich 300 Mio. € an öffentlichen Geldern benötigt werden, welche pro Jahr weitere Investitionen von 2 Mrd. € auslösen und insgesamt 28.000 Arbeitsplätze sichern bzw. erhalten.⁵⁵² Auch Kranzl et al. berechnen einen enormen **Anstieg der Beschäftigungszahlen**, wenn die Raumwärme und die Warmwasserbereitstellung des gesamten österreichischen Gebäudebestandes bis 2050 dekarbonisiert wird: Die dafür erforderlichen Investitionen in thermisch-energetische Sanierungen lösen eine Steigerung der Arbeitsplätze von ca. 27.000 (+2,5% jährlich) in der Periode 2020-2030, über 40.000 (+2,4% jährlich) in der Periode 2030-2040 und plus 37.000 von 2040 bis 2050 aus.⁵⁵³

Der *European Green Deal* der EU-Kommission sieht eine **Renovierungswelle** für den Bausektor vor, da ca. 80% des europäischen Gebäudebestands 2050 noch in Betrieb sein werden, und 75% davon energetisch ineffizient sind. Die Renovierungswelle soll die aktuell unzureichenden energetischen Renovierungsraten in der EU (ca. 1%) erhöhen. Eine schnellere und tiefere Renovierung ist ein Muss für eine klimaneutrale EU und trägt neben der Einsparung von Geld, Energie und CO₂-Emissionen zur Schaffung

⁵⁴⁹ vgl. Climate Change United Nations, "The Paris Agreement."

⁵⁵⁰ vgl. Angela Köppl et al., "COVID-19, Klimawandel und Konjunkturpakete", Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Universität Graz, Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2020). S.1-5

⁵⁵¹ vgl. Michael Anderl et al., "Klimaschutzbericht 2019." S.131

⁵⁵² vgl. o.V., "Steigerung der Sanierungsrate," Nachhaltigkeitsinitiative UMWELT + BAUEN, aufgerufen am 01.06.2020, <http://www.umwelt-bauen.at/umwelt-bauen/Die-4-Kernziele/Steigerung-der-Sanierungsrate/Details>.

⁵⁵³ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.92f

von Arbeitsplätzen und zur wirtschaftlichen Erholung im Zusammenhang mit der Covid-19-Pandemie bei, da der Bau- und Renovierungssektor von einem breiten Spektrum an vorgelagerten Sektoren und kleinen und mittleren Unternehmen unterstützt wird.⁵⁵⁴ Zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes bedarf es neben ökonomischen Anreizen jedoch genauso großer **ökonomischer, regulatorischer sowie informatorischer Signale**. International müssen rechtliche und wirtschaftliche Möglichkeiten geschaffen werden, um neue Modelle der Systemtechnologie und der Vernetzung von Energieerzeugungsanlagen und Verbrauchenden zu ermöglichen und um z.B. den Ver- und Einkauf von dezentral produzierter Energie an Mietende, Eigentümer*innen oder Betriebe zu ermöglichen.^{555,556}

⁵⁵⁴ vgl. Directorate-General for Energy - Unit C4: Energy Efficiency, "Roadmap: A Renovation Wave initiative for public and private buildings" Prefix *Roadmap: A Renovation Wave initiative for public and private buildings*, Ref. Ares(2020)2469180, (11.05.2020).

⁵⁵⁵ vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.141

⁵⁵⁶ vgl. o.V., "D2.2 – Availability and suitability of technologies." S.98

Technologische Voraussetzungen der Dekarbonisierung

Da die Errichtung erneuerbarer Energiesysteme nicht bei allen Wiener Wohnen-Wohnhausanlagen vor Ort oder im Quartier der Wohnhausanlagen möglich ist, müssen diese Wohnanlagen alternativ mit Energie versorgt werden. Die Primärenergiequellen müssen bei **Anschluss an das Fernwärme- oder Stromnetz** wiederum erneuerbar sein, um zur vollständigen Dekarbonisierung des Energiesystems beizutragen. Wie bereits erwähnt, stammt die Wiener Fernwärme nur zu 18% aus erneuerbaren Energiequellen und es ist nicht anzunehmen, dass die Fernwärmeerzeugung in den nächsten zehn Jahre THG-emissionsfrei erfolgt. Die Dekarbonisierung der Fernwärmeproduktion bis 2050 ist ebenso fraglich.⁵⁵⁷ Beim festgelegten Zeitraum von zehn Jahren für die Umsetzung der Dekarbonisierung trägt das Anschließen von Wohnungen an das Fernwärmenetz nicht zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes bei. Eine Umstellung von einem fossilen Heizsystem auf einen Fernwärmeanschluss kann bei nicht vorhandenem Potential für erneuerbare Energieerzeugungsanlagen vor Ort jedoch als geringeres Übel gesehen werden, da dadurch jährlich der Ausstoß von 0,73 Tonnen CO_{2eq} pro Bewohner*in verhindert wird.

Wie bereits angeführt, kann die Fernwärme eine signifikante Rolle für die Dekarbonisierung des Energiesystems spielen, jedoch müssen dazu Fernwärmeerzeugungs- und Verteilungstechnologien enorm weiterentwickelt werden, um Wärmeverluste zu minimieren, Synergien zu nutzen und die Effizienz durch erneuerbare Energieerzeugungseinheiten zu erhöhen. Neben einer Lösung für Niedertemperaturnetze müssen zur Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung erneuerbare Wärmeerzeugungstechnologien, wie die Tiefengeothermie, in das Wiener Fernwärmenetz eingebunden werden.⁵⁵⁸ Eine Vorreiterrolle bei der Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung nimmt die Stadt München ein, welche aufgrund ihrer geografischen Lage im südbayerischen Molassebecken bis zu 67% des Wärmebedarfs der Metropolregion durch Tiefengeothermie decken kann und seit 2004 Fernwärme mithilfe von Geothermie-Anlagen erzeugt.^{559,560}

Nach Teilnehmer #5 sollte die **Fernwärme mit lokalen erneuerbaren Energiequellen kombiniert** werden, um Schwankungen zwischen Energieerzeugung und -verbrauch zu minimieren. Neben einigen Teilnehmern der Delphi-Methode erachtet auch Gerhardt eine **Sektorkopplung** auf Quartiersebene als notwendig zur Dekarbonisierung des Energiesystems, anstatt Gebäude und Liegenschaften isoliert zu betrachten.^{561,562} Für den Bereich der Sektorkopplung besteht nach wie vor ein umfangreicher Forschungsbedarf. Deutschsprachige Institute wie der Forschungsbereich *Integrated Energy Systems* des *Austrian Institute of Technology* oder das *Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik* untersuchen mittels Referenzprojekten und Modellberechnungen die Möglichkeiten und Notwendigkeiten einer Sektorkopplung für ein nachhaltiges Energiesystem.^{563,564}

⁵⁵⁷ siehe dazu: iv. Anschluss an das Fernwärmenetz

⁵⁵⁸ vgl. Henrik Lund et al., "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." S.3 und vgl. Ina Homeier et al., "Short Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. S.26

⁵⁵⁹ vgl. Ferdinand Flechtner et al., "Tiefengeothermisches Wärmepotential der Metropolregion München, Technische Universität München, Geothermie-Allianz Bayern, Munich School of Engineering (München, 2019). S.11

⁵⁶⁰ vgl. o.V., "Stadtwerke München: Gestalter der Wärmewende," (München: 2019). S.6

⁵⁶¹ vgl. Henrik Lund et al., "Smart energy and smart energy systems." S.556–565

⁵⁶² vgl. Aussagen von #5, #10 und #11

⁵⁶³ vgl. o.V., "Integrated Energy Systems," AIT Austrian Institute of Technology GmbH, aufgerufen am 13.08.2020, <https://www.ait.ac.at/themen/integrated-energy-systems/>.

⁵⁶⁴ vgl. Norman Gerhardt, "SCOPE, Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE (Kassel, 2020).

Verbesserung des Gebäudebestandes vor Neubau

Eine bauliche Nachverdichtung des Wohnhausbestandes ist aufgrund der dabei entstehenden grauen Emissionen nicht ökologisch. Jedoch wird dabei **neuer Wohnraum** geschaffen, welcher durch den aktuellen und prognostizierten Bevölkerungszuwachs in Wien benötigt wird: Von 2014 bis 2025 müssen jährlich 11.000 Wohneinheiten geschaffen werden, um den Wohnraumbedarf Wiens zu decken. Davon sollen nach der Magistratsabteilung für Stadtentwicklung und Stadtplanung 27%, also ca. 3.000 Wohneinheiten jährlich, durch die Weiterentwicklung des Gebäudebestandes entstehen.⁵⁶⁵ Unter Berücksichtigung raumplanerischer Aspekte, wie dem erforderlichen Herstellen von räumlicher und sozialer Infrastruktur für neuen Wohnraum, welche nicht in die Berechnungen zur Strategiebewertung einfließen, ist die bauliche Nachverdichtung von Bestandsbauten ökologischer als der Wohnungsneubau. *Bauliche Nachverdichtungen durch Erweiterung und Aufstockung (Strategie 5)* sind keine Portfolio-Maßnahmen, welche zur vollständigen Dekarbonisierung des Gebäudebestandes führen. Im Rahmen von Sanierungsarbeiten sind bauliche Nachverdichtungen bei vorhandenem Potenzial bei Wohnanlagen, welche ohnehin saniert werden, dennoch ökologisch und ökonomisch sinnvoll. Bei der Schaffung neuen Wohnraumes durch bauliche Nachverdichtungen wird außerdem ein kostengünstiges Wohnangebot für zukünftige Mietende geschaffen.

Der **Weltklimarat IPCC** erachtet sofortige Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors als dringend und empfiehlt aufgrund der langen Lebensdauer von Gebäuden ebenso den Fokus gebäudebezogener Dekarbonisierungsmaßnahmen in Industriestaaten auf die **Verbesserung von Bestandsgebäuden** und der Implementierung erneuerbarer Energiesysteme zu legen, anstatt auf einen energieeffiziente Neubau zu setzen.⁵⁶⁶

⁵⁶⁵ vgl. o.V., "*Stadtforschung und Raumanalysen* (MA18 | Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2014), www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/stadtforschung/gis/karten/in-dex.html.

⁵⁶⁶ vgl. Valérie Masson-Delmotte et al., "*Global warming of 1.5°C*." S.142

12. Verzeichnisse und Anhänge

12.a Abbildungsverzeichnis

Titelblatt: Leonie Photograph, <https://unsplash.com/s/photos/housing-vienna> aufgerufen am 29.08.2020

Abbildung 1: Ursachen und Abgrenzung der THG-Emissionen von Städten aus: Consumption-based GHG Emissions of C40 cities, C40 Cities Climate Leadership Group (2018). S.3 35

Abbildung 2: österreichischer Energieverbrauch nach Sektoren Österreich 2017; Quelle: Nutzenergieanalyse für Österreich (Ausgabe 1993-2017 der Bundesanstalt Statistik Austria) und Energiebilanzen für Österreich (Ausgabe 1970-2017 der Bundesanstalt Statistik Austria)..... 40

Abbildung 3: Energieeinsatz in österr. Haushalten 41

Abbildung 4: Strombezug österr. Haushalte 41

Abbildung 5: Heizarten und Heizträgerkombinationen in Wohnungen in Wien nach Anzahl der Haushalte 42

Abbildung 6: Anzahl der Gemeindewohnungen: Heizarten und Heizträgerkombinationen 43

Abbildung 7: Fertigstellungsjahr der Wohnungen von Wiener Wohnen..... 51

Abbildung 8: Alter der Wohneinheiten von Wiener Wohnen 52

Abbildung 9: Zusammensetzung Fernwärme Wien, vgl. Martin Höller, „Fernwärmeabsatz 2018“ (2020) 68

Abbildung 10: Effektivität der eingesetzten Investitionen und jährl. Gesamteinsparung von CO₂eq-Emissionen 103

Abbildung 11: Wohnungen nach Heizsystemen und Wohnungen nach Sanierungszustand, eingeteilt in Errichtungsjahre 108

12.b Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gebäudekategorien des Portfolios von Wiener Wohnen; Baujahre 1945-2007 17

Tabelle 2: Gebäudekategorien und zugeordnete Werte Status quo 21

Tabelle 3 Lebensdauer von Dekarbonisierungskomponenten..... 23

Tabelle 4 Organisationsformen für Energielieferungen 85

Tabelle 5: Vergleich der Strategien: eingesparte Tonnen, Investitionskosten und Wohnkostenbelastung 101

Tabelle 6: Vergleich der Strategien: eingesparte Tonnen, Investitionskosten und Wohnkostenbelastung unter Berücksichtigung möglicher Förderungen..... 101

Tabelle 7: Vergleich des eingesparten CO₂eq, der Gesamtinvestitionen und der monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt der kombinierten Strategien 104

Tabelle 8: Vergleich des eingesparten CO₂eq, der Gesamtinvestitionen und der monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt mit Berücksichtigung möglicher Förderzuschüssen der kombinierten Strategien.... 104

Tabelle 9: Wohnkostenveränderung bei Implementierung der Strategien 109

12.c Literaturverzeichnis

- Gesetz über die Förderung des Wohnungsneubaus und der Wohnhaussanierung und die Gewährung von Wohnbeihilfe 1989, WWFSG (LGBl. Nr. 18/1989)
- Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 2007, Neubauverordnung (LGBl. Nr. 27/2007)
- Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (LGBl. Nr. 27/2007)
- Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 2008, Sanierungsverordnung (LGBl. Nr. 2/2009)
- Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird 2010, EIWOG (BGBl. I Nr. 110/2010)
- Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (BGBl. I Nr. 110/2010)
- Bauordnungsnovelle 2018. (Aktenzahl: 257669 – 2020-1)
- Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz
- Verordnung des Gemeinderates, mit der ein Statut für die Unternehmung "Stadt Wien - Wiener Wohnen" erlassen wird (GEMRE_WI_90101_V001_290_2014)
- Verordnung des Gemeinderates, mit der ein Statut für die Unternehmung "Stadt Wien - Wiener Wohnen" erlassen wird (GEMRE_WI_90101_V001_290_2014)
- Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch ABGB (JGS Nr. 946/1811)
- ALBY, Tom, Sabine PFLEGER und Linh TRAN."Projektmanagement: Definitionen, Einführungen und Vorlagen." Delphi-Methode, letzte Änderung: 18.03.2011, 2011, aufgerufen am 19.02.2020, <http://projektmanagement-definitionen.de/glossar/delphi-methode/>.
- AMANN, Wolfgang, Nadejda KOMENDANTOVA und Alexis MUNDT. *Effizienzpotenziale in der Österreichischen Wohnungspolitik. Maßnahmen zur Forcierung von Wohnungsneubau und Sanierung*. Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH (Wien: 2012).
- AMMER, Christian. "Zwei neue Bürger-Solkraftwerke für Wien." (2013). <https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/contentView.do?pageTypeld=67831&channelId=-53365&programId=74495&contentId=78161&contentTypeld=1001>.
- ANDERL, Michael, Konstantin GEIGER, Bernd GUGELE, Michael GÖSSL, Simone HAIDER, Christian HELLER, Nikolaus IBESICH, et al. *Klimaschutzbericht 2019*. Umweltbundesamt (Wien: 2019).
- ANGRÜNER, Herbert, Thomas KREITMAYER, Felix GROTH, Wolfgang MRAZ, Christine JAWECKI, Christoph WAGNER, Michael KOTSCHAN, et al. *Technologieleitfaden Wärmepumpen*. Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien: 2014).
- APA. "Gebäudesanierung stagniert in Österreich seit Jahren." *Der Standard* (Wien), 2018. <https://www.derstandard.at/story/2000074108093/gebaeudesanierung-stagniert-in-oesterreich-seit-jahren>.
- ASAE, S. Rasoul, Amir SHARAFIAN, Omar E. HERRERA, Paul BLOMERUS und Walter MÉRIDA. "Housing stock in cold-climate countries: Conversion challenges for net zero emission buildings." *Applied Energy* 217 (2018).
- BÄTSCHMANN, Marc und Niklaus HALLER. "Die Optimierung des falschen Weges führt gleichwohl in die falsche Richtung: Über die Rolle der Gebäudetechnik auf dem Weg in den emissionsfreien Betrieb." In *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien*. Wiesbaden: Springer, 2019.
- OIB Richtlinien Begriffsbestimmung OIB-300-008/07 BAUTECHNIK, Österreichisches Institut für

- OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-009/15
OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001
Erläuternde Bemerkungen OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz: OIB-Leitfaden
Energietechnisches Verhalten von Gebäuden OIB-330.6-027/19
OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19
OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-026/19
OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Langfristige Renovierungsstrategie OIB-330.6-022/19-069
- BEDNAR, Thomas, Dominik BOTHE, Julia FORSTER, Sara FRITZ, Nadine HAUFE, Thomas KAUFMANN, Peter EDER-NEUHAUSER, et al. Wien, Technische Universität. *urbem ergebnisbericht*. (Wien: 2016).
- BERGER, Janine, Michael TRÜBESTEIN und Marvin KING. "Sanierungsstrategien institutioneller Investoren." In *Sanierungsstrategien institutioneller Investoren*. Wiesbaden: Springer, 2019.
- BIERMAYR, Peter, Christa DIßAUER, Monika ENIGL, Christoph SCHMIDL, Christoph STRASSER und Elisabeth WOPIENKA. *Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2018*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Wien: 2019).
<https://www.pvaustria.at/wp-content/uploads/Marktstatistik-2018-Final.pdf>.
- BRAUNER, Günther. "Die Bedeutung von Gebäuden bei der Energiewende." In *Schweizer Energiefachbuch 2015. Nachhaltig Planen, Bauen und Betreiben*. Kömedia AG, St. Gallen: Köhler, R., 2015.
- BRUGGER, Heike und Julius Paul WESCHE. *Energiewende im Gebäudesektor beschleunigen*. Fraunhofer-Institut für Systemund Innovationsforschung ISI (Karlsruhe: 2019).
https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2019/Policy_Brief_Waerme_Akteure.pdf.
- BÜCHELE, Richard, Reinhard HAAS, Michael HARTNER, Ricki HIRNER, Marcus HUMMEL, Lukas KRANZL, Andreas MÜLLER, et al. *Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung*. TU Wien und Ecofys (Wien: 2015).
- BUFFA, Simone, Marco COZZINI, Matteo D'ANTONI, Marco BARATIERI und Roberto FEDRIZZI. "5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 104 (2019), 504-22.
- BULLINGER, Hans-Jörg und Brigitte RÖTHLEIN. *Morgenstadt: wie wir morgen leben: Lösungen für das urbane Leben der Zukunft*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2012.
- BÜTTGENS, Bernd. "Stadtrat beschließt neues kommunales Klimaschutzziel." (Aachen), 2020.
http://www.aachen.de/DE/stadt_buerger/politik_verwaltung/pressemitteilungen/Klimaschutzziel.html.
- CHASTAS, Panagiotis, Theodoros THEODOSIOU und Dimitrios BIKAS. "Embodied energy in residential buildings-towards the nearly zero energy building: A literature review." *Building and Environment* 105 (2016), 267-82.
- COLLIS, J und R HUSSEY. "A practical guide for undergraduate and postgraduate students." Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2009.
- CONCI, Mira, Thaleia KONSTANTINOOU, Andy VAN DEN DOBBELSTEEN und Jens SCHNEIDER. "Trade-off between the economic and environmental impact of different decarbonisation strategies for residential buildings." *Building and Environment* 155 (2019).
- COUTURE, Toby, Henner BUSCH, Teis HANSEN, Flavia GUERRA, Anna LEIDREITER, Hannah E. MURDOCK, Lea RANALDER, Kristin SEYBOTH und Janet L. SAWIN. Secretariat, REN21. *Renewables in Cities-2019 Global Status Report*. (Paris: 2019).
- DAVIS, Steven J., Nathan S. LEWIS, Matthew SHANER, Sonia AGGARWAL, Doug ARENT, Inès L. AZEVEDO, Sally M. BENSON, et al. "Net-zero emissions energy systems." *Science* 360, no. 6396 (2018), eaas9793. <https://doi.org/10.1126/science.aas9793>.
<https://science.sciencemag.org/content/sci/360/6396/eaas9793.full.pdf>.
- DIRR, Martin. "Technologische und ökonomische Rahmenbedingungen." In *Strategische Planung eines Kreislaufwirtschaftssystems für Photovoltaikmodule*, 7-40. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017.

- DIWOSCH, Manuel. "Die Geschichte und das Prinzip des Bausparens in Österreich." aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.bausparenvergleich.at/geschichte-bausparens-oesterreich/>.
- DOMENIG-MEISINGER, Ingrid, Alfred WILLENSDORFER, Bernd KRAUSS, Johann ASCHAUER und Günther LANG. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau. Haus Der Zukunft* Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien (Wien: 2007).
- DOTT, Ralf. *Energieeffizientes Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen*. Institut Energie am Bau - Fachhochschule Nordwestschweiz (Muttenz: 2009).
- DULAC, John, Thibaut ABERGEL und Chiara DELMASTRO. *Tracking Buildings*. IEA (Paris: 2019). <https://www.iea.org/reports/tracking-buildings>.
- DUNKELBERG, Elisa und Julika WEIß. "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." *Gebäude-Energiewende, Arbeitspapier 4* (2016).
- DUWE, Matthias, Mona FREUNDT und Jakob WACHSMUTH. "Fact Sheet: EU 2050 strategic vision "A Clean Planet for All". " Umweltundesamt, 2018.
- EBENEZER, Howard. *Garden Cities of To-Morrow*. Swan Sonnenschein & Company. London, 1902.
- EFFICIENCY, Directorate-General for Energy - Unit C4: Energy. *Roadmap: A Renovation Wave initiative for public and private buildings*. Ref. Ares(2020)2469180. 11.05.2020.
- EIGNER, Peter, Herbert MATIS und Andreas RESCH. "Sozialer Wohnbau in Wien - Eine historische Bestandsaufnahme." In *Jahrbuch des Vereins für die Geschichte der Stadt Wien 1999*. Wien: Verein für Geschichte der Stadt Wien, 1999.
- ERHORN-KLUTTIG, Heike, Eike BUDDE, Linda LYSLOW, Simon WÖSSNER, Hans ERHORN und Konstantinos KOUTSOMARKOS. Verlag, Fraunhofer IRB. *EU-Projekt MODER – Mobilisierung von innovativen Design Tools für die Sanierung von Gebäuden auf Quartiersebene*. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau (Stuttgart: 2019).
- ESTERMANN, Guido. "Effizientes Bauen und flexible Gebäudekonzepte." In *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien*. Wiesbaden: Springer, 2019.
- FASTENRATH, Sebastian und Boris BRAUN. "Sustainability transition pathways in the building sector: Energy-efficient building in Freiburg (Germany)." *Applied Geography* 90 (2018), 339-49.
- FLECHTNER, Ferdinand, Markus LOEWER, Anahi MOLAR-CRUZ und Maximilian KEIM. *Tiefengeothermisches Wärmepotential der Metropolregion München*. Technische Universität München, Geothermie-Allianz Bayern, Munich School of Engineering (München: 2019).
- FONG, Wee Kean, Mary SOTOS, Michael DOUST, Seth SCHULTZ, Ana MARQUES und Chang DENG-BECK. Institute, World Resources. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. World Resources Institute, ICLEI - Local governments for sustainability, C40 Cities Climate Leadership group (2014).
- FREY, Patrice, Liz DUNN, Ric COCHRAN, Katie SPATARO, Jason F MCLENNAN, Ralph DINOLA, Nina TALLERING, et al. "The greenest building: Quantifying the environmental value of building reuse." *Preservation Green Lab, National Trust for Historic Preservation* (2011).
- GEBHARD, Josef. "Fast 9000 leer stehende Gemeindewohnungen." *Kurier*, 11.05.2018 2018. Kurier <https://kurier.at/chronik/wien/fast-9000-leer-stehende-gemeindewohnungen/400034314>
- GERHARDT, Norman. *SCOPE*. Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE (Kassel: 2020).
- GREEN, Edmund, Simon LANNON, Joanne PATTERSON und Fabrizio VARIALE. "Homes of today for tomorrow: Decarbonising Welsh Housing between 2020 and 2050." (2018).
- GRUBER, Ernst, Raimund GUTMANN, M HUBER und L OBERHUEMER. "Leistbaren Wohnraum Schaffen—Stadt weiter bauen." *Stadtpunkte* Nr. 25 (2018). https://wien.arbeiterkammer.at/interessenvertretung/meinestadt/wohnen/Stadtpunkte_25.pdf.
- HARTL, Micheal, Peter BIERMAYR, Annemarie SCHNEEBERGER und Petra SCHÖFMANN. "Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen." *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 8 (2016). <https://www.enfos.at/download/rest/lit-02-waermepumpenroadmap-2016.pdf>.

- HENGER, Ralph, Petrik RUNST und Michael VOIGTLÄNDER. *Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Energiewende im Gebäudesektor*. IW Policy Paper (2014).
- HINTERBERGER, Robert, Thomas KOPF, Alexander LINKE und Lukas STÜHLINGER. *Finanzierungshandbuch Smart Cities - Smart Finance for Smart Cities*. Klima- und Energiefonds (Wien: 2015).
- HÖLLER, Martin. "Fernwärmeabsatz (2018): 5.868 GWh." In *Power Point*, edited by Wien_16-9_final, 2020-03-09_TUWien-Dekarbonisierung Bestandsimmobilien Wohnen in. Wien: Wien Energie, 24.06.2020.
- HOMEIER, Ina, Eva PANGERL, Julia TOLLMANN, Kalojan DASKALOW, Gerlinde MÜCKSTEIN, Johannes LUTTER, Michael CERVENY, et al. *Smart City Wien Rahmenstrategie 2019 – 2050, Die Wiener Strategie für eine nachhaltige Entwicklung*. Wien: Magistrat der Stadt Wien, 2019.
- HUBER, Heinrich, Petra SCHÖFMANN und Andreas ZOTTL. *Dauerhaft umweltschonend heizen!* Wien, 2014.
- HÜTTLER, Walter. *Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen*. e7 Energie Markt Analyse GmbH (Wien: 2008).
- HÜTTLER, Walter, Christof AMANN, Márton VARGA, Wolfgang AMANN, Eva BAUER, Tatjana WEILER, Ingrid DOMENIG-MEISNER, et al. *Zukunftsfähige Wohngebäudemodernisierung*. Klima- und Energiefonds (Wien: 2009).
- JACOBS, Piet, Kees LEIDELMEIJER, Wouter BORSBOOM, Marcel VAN VLIET und Peter DE JONG. *Energiesprong. Transition Zero*. (2015).
- JEANNERET-GRIS, Charles-Édouard. *La charte d'Athènes*. Paris, 1943.
- KAUFMANN, Berthold, Wolfgang FEIST, Rainer PFLUGER, Markus JOHN und Matthias NAGEL. *Passivhäuser erfolgreich planen und bauen*. Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes NRW (Aachen: 2004).
- KING, Marvin und Michael TRÜBESTEIN. *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien*. Wiesbaden: Springer, 2019.
- KIRCHENGAST, Gottfried, Helga KROMP-KOLB, Karl STEININGER, Sigrid STAGL, Mathias KIRCHNER, Christoph AMBACH, Julia GROHS, et al. *CCCA. Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP)*. (Wien-Graz: 2019).
- KÖPPL, Angela, Stefan SCHLEICHER, Margit SCHRATZENSTALLER und Karl STEININGER. *Wirtschaftsforschung, Österreichisches Institut für. COVID-19, Klimawandel und Konjunkturpakete. WIFO Research Briefs 1/2020* Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Universität Graz, Wegener Center für Klima und Globalen Wandel (Wien: 2020).
- KOPS, Florian. "Auswirkungen städtebaulicher Strukturen in Wien auf die Energieeffizienz sowie die Wirtschaftlichkeit thermischer Sanierungsmaßnahmen." *uniwien*, 2014.
- KRAAS, Frauke, Claus LEGGEWIE, Peter LEMKE, Ellen MATTHIES, Dirk MESSNER, Nebojsa NAKICENOVIC, Hans Joachim SCHELLNHUBER, et al. *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*. WBGU-German Advisory Council on Global Change, 2016.
- KRANZL, Lukas und Andreas MÜLLER. "Erhöhung der Sanierungsrate! Aber wie wird diese definiert?" *IEWT*, Wien, TU Wien - Energy Economics Group (EEG), 2019.
- KRANZL, Lukas, Andreas MÜLLER, Iná MAIA, Richard BÜCHELE und Michael HARTNER. "Wärmезukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." *Energy Econoumics Group, TU Wien, Wien* (2018).
- KRANZL, Lukas, Andreas MÜLLER, Fabian SCHIPFER, Richard BÜCHELE, Klimabündnis ÖSTERREICH, Markus HAFNER-AUINGER, Thomas KAUTNIG, Katholische Sozialakademie ÖSTERREICH und Bernhard LEUBOLT. "Decarb-inclusive: Transitioning buildings to full reliance on renewable energy and assuring inclusive and affordable housing." (laufend).
- KREITMAYER, Thomas, Felix GROTH, Nikolaus ROHRER, martin HÖLLER, Herbert RITTER und Ursula HEUMESSER. *Warm!wasser effizient bereitstellen*. Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien: 2016).

- LAMPORT, Christopher und Wolfgang SCHIEDER. *Maßnahmen im Gebäudesektor 2009 bis 2017*. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, (Wien: 2019).
- LEAHY, Stephen. "Cities emit 60% more carbon than thought." *National Geographic* 6 (2018).
- LECHINGER, Vanessa, "Und wie heizt du so? Was Kohle, Heizöl und Co. in Österreich für eine Rolle spielen," *Arbeit&Wirtschaft Blog. Bundesarbeitskammer*, 24.02.2020, <https://awblog.at/und-wie-heizt-du-so/>.
- LEHMANN, Steffen. *Low carbon cities: Transforming urban systems*. Routledge, 2014.
- LEVIN, Kelly, Jiawei SONG und Jennifer MORGAN. "COP21 Glossary of Terms Guiding the Long-term Emissions-Reduction Goal." World Resources Institute, letzte Änderung, 2015, aufgerufen am 29.03.2020, <https://www.wri.org/blog/2015/12/cop21-glossary-terms-guiding-long-term-emissions-reduction-goal>.
- LI, Jun, S Thomas NG und Martin SKITMORE. "Review of low-carbon refurbishment solutions for residential buildings with particular reference to multi-story buildings in Hong Kong." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73 (2017), 393-407.
- LORBEK, Maja, Iva KOVACIC und Michael HÖFLINGER. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Resource Conserving Renovation: Energieeffiziente, Ressourcen erhaltende und differenzierte Sanierung historischer europäischer Gebäudebestände*. (Wien: 2013).
- LÜBBEKE, Imke und Alex MASON. "WWF EPO Position paper on EU long term climate strategy." (2018).
- LÜBBERT, D. *CO2-Bilanzen verschiedener Energieträger im Vergleich*. Dt. Bundestag, Wiss. Dienste, WD 8, 2007. <https://www.bundestag.de/resource/blob/406432/70f77c4c170d9048d88dcc3071b7721c/wd-8-056-07-pdf-data.pdf>.
- LUCON, Oswaldo, Diana ÜRGE-VORSATZ, Ahmed AZNI ZAIN, Hashem AKBARI, Paolo BERTOLDI, Luisa F. CABEZA, Nicholas EYRE, et al. "Buildings." In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014.
- LUND, Henrik, Poul Alberg ØSTERGAARD, David CONNOLLY und Brian Vad MATHIESEN. "Smart energy and smart energy systems." *Energy* 137 (2017), 556-65.
- LUND, Henrik, Sven WERNER, Robin WILTSHIRE, Svend SVENDSEN, Jan Eric THORSEN, Frede HVELPLUND und Brian Vad MATHIESEN. "4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems." *Energy* 68 (2014), 1-11.
- M. LENTON, Timothy, Johan ROCKSTRÖM, Owen GAFFNEY, Stefan RAHMSTORF, Katherine RICHARDSON, Will STEFFEN und Hans Joachim SCHELLNHUBER. "Climate tipping points — too risky to bet against." *Nature* 575 (2019). <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0>.
- MAHLER, Boris, Simone IDLER, Tobias NUSSER und Johannes GANTNER. Umweltbundesamt. *Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus*. (Dessau-Roßlau: 2019).
- MASSON-DELMOTTE, Valérie, Panmao ZHAI, Hans-Otto PÖRTNER, Debra ROBERTS, Jim SKEA, Priyadarshi R SHUKLA, Anna PIRANI, et al. *1,5 °C globale Erwärmung - Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*. IPCC (2018).
Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty IPCC (2018).
- MAURER-KOLLENZ, Manuela. kloos – Digital Marketing. "Contractingverträge bei Bauträgerprojekten." *Recht am Bau*, letzte Änderung, 2015, aufgerufen am 11.04.2020, <https://www.rechtambau.at/contractingvertrage-bei-bautraegerprojekten/>.
- MAYDL, Julia. "Bautechnisch-bauphysikalische Zweckmäßigkeit thermischer Sanierungen bei Wohnhäusern der Stadt Wien." Technische Universität Wien, 2007.
- Bundesgesetz vom 5. Juli 1950 über das Maß- und Eichwesen MEG (BGBl. Nr. 152/1950)
- Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht MRG (BGBl. Nr. 520/1981)

- Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)
Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)
Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)
Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)
Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)
Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (BGBl. Nr. 520/1981)
MURDOCK, Hannah E, Duncan GIBB, Thomas ANDRÉ, Fabiani APPAVOU, Adam BROWN, Bärbel EPP, Bozhil KONDEV, et al. "Renewables 2019 Global Status Report." (2019).
NEWSROOM, UN Climate Change. "Historic Paris Agreement on Climate Change-195 Nations Set Path to Keep Temperature Rise Well Below 2 Degrees Celsius." 2015.
NUFER, Marcel und Andreas BAUMGARTNER. "CO₂-Vermeidungskosten von Gebäudeerneuerungen in der Praxis und ihre Grenzen." In *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien*. Wiesbaden: Springer, 2019.
o.V. Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz. "Aquiferspeicher." Baunetz_Wissen_Glossar, letzte Änderung, aufgerufen am 18.04.2020, <https://www.baunetzwissen.de/glossar/a/aquiferspeicher-2482801>.
o.V. baubook GmbH. "B. 1. Heizwärmebedarf spezifisch (HWB)." aufgerufen am 12.06.2020, https://www.baubook.at/m/PHP/Kat.php?SW=2&coming_from=oebox11&ST=1&SKK=171.7515.7530.7531&win=y.
Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften.
o.V. Statistik Austria. "Bestand an Gebäuden und Wohnungen." aufgerufen am 03.04.2020, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungen_und_gebaeudebestand/index.html.
o.V. Erneuerbare Energie Österreich. "Biomasse." aufgerufen am 01.03.2020, <https://www.erneuerbare-energie.at/biomasse>.
o.V. Wärmepumpe Austria. "Brauchwasser aus Warmwasser-Wärmepumpen." <https://www.waermepumpe-austria.at/warmwasserbereitung-mit-waermepumpen>.
o.V. Forum Umweltbildung. "CO₂-Rechner." aufgerufen am 25.07.2020, <https://co2-rechner.at/>.
o.V. Convent of Mayors. "Covenant initiative." aufgerufen am 11.02.2020, <https://www.covenantofmayors.eu/about/covenant-initiative/origins-and-development.html>.
o.V. MODER. *D2.2 – Availability and suitability of technologies. Mobilization of innovative design tools for refurbishing of buildings at district level* (07.10.2016).
o.V. VfW Verband für Wärmelieferung e.V. "Das ist Contracting." aufgerufen am 11.04.2020, <https://energiecontracting.de/1-definition-info/index.php>.
o.V. Nachhaltigkeitsinitiative UMWELT + BAUEN. "Daten & Fakten Sanierungsscheck 2009." aufgerufen am 01.06.2020, <http://www.umwelt-bauen.at/umwelt-bauen/Die-4-Kernziele/Steigerung-der-Sanierungsrate/Daten-Fakten>.
o.V. Bundesverband PHOTOVOLTAIC AUSTRIA. "Daten und Fakten zur Photovoltaik & Stromspeicherung." aufgerufen am 10.06.2020, <https://www.pvaustria.at/daten-fakten/>.
o.V. Wirtschaft, Arbeit und Statistik (Magistratsabteilung 23). "Definitionen." Gebäude und Wohnungen - Statistiken, letzte Änderung, aufgerufen am 04.04.2020, <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/gebaeude/index.html#Definitionen>.
o.V. Erneuerbare Energie Österreich. "Erneuerbare Energien in Österreich." aufgerufen am 26.04.2020, <https://www.erneuerbare-energie.at/energie-uebersicht>.
o.V. Statens Serum Institut. "EuroMOMO." <https://www.euromomo.eu>.
o.V. AG, Swiss Climate. *Factsheet: Wie viel ist eine Tonne CO₂?* (Bern).
o.V. Wien Energie GmbH. "Fernwärme." aufgerufen am 23.06.2020, <https://positionen.wienenergie.at/themen/waermewende/fernwaerme/>.
o.V. Bundesverband Photovoltaic Austria. "Förderungen Wien." aufgerufen am 31.01.2020, <https://www.pvaustria.at/forderungen/wien/>.

- o.V. Stadt Wien - Wiener Wohnen."Gemeindebau Neu." aufgerufen am 05.08.2020, <https://www.wienerwohnen.at/gemeindebauneu.html>.
- o.V. Erneuerbare Energie Österreich."Geothermie." 13.08.2020, <https://www.erneuerbare-energie.at/geothermie>.
- o.V. "Gesamteinsatz aller Energieträger 2017/2018 in Gigajoule." Wien: Statistik Austria, 11.06.2019. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/022680.html.
- o.V. "GESAMTEINSATZ ALLER ENERGIETRÄGER (ET) 2017/2018." In *Energiestatistik: MZ Energieeinsatz der Haushalte 2017/2018*, edited by gesamteinsatz_aller_energietraeger_2003_bis_2018.xlsx. Wien: Statistik Austria, 11.06.2019.
- o.V. Wien Holding GmbH."GESIBA." aufgerufen am 04.08.2020, <https://www.wienholding.at/Unternehmen/GESIBA>.
- o.V. *Häufige Fragen zum Passivhaus – FAQs*. IG Passivhaus. https://www.innovativegebaeude.at/fileadmin/media/ig_ost/pdf/faqs_haeufige_fragen_zu_m_passivhaus.pdf.
- Duden online*. Berlin: Bibliographisches Institut GmbH.
- o.V. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH."Hitze-Mortalitätsmonitoring." <https://www.ages.at/themen/umwelt/informationen-zu-hitze/hitze-mortalitaetsmonitoring>.
- o.V. AIT Austrian Institute of Technology GmbH."Integrated Energy Systems." aufgerufen am 13.08.2020, <https://www.ait.ac.at/themen/integrated-energy-systems/>.
- o.V. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus."Klimaschutz im Wohnbau." 22.01.2020, aufgerufen am 01.08.2020, https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/Wohnbau.html.
- o.V. ub.de Fachwissen GmbH."kWp." aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.solaranlage.eu/photovoltaik/technik-komponenten/solarmodule/kwp>.
- o.V. "Ludwig/Votava: Maximal wohnen bei minimalen Kosten: SMART in der Darnautgasse." Presseaussendung, 20.10.2016, https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20161020_OTS0073/ludwigvotava-maximal-wohnen-bei-minimalen-kosten-smart-in-der-darnautgasse.
- o.V. ZiviltechnikerInnen, Bundeskammer der. *Mission 2030 Konkret*. Ausschuss Nachhaltiges Bauen (Wien). https://www.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure/Nachhaltigkeit/Mission_2030_Konkret/Massnahmenkatalog_MISSION_2030_KONKRET.pdf.
- o.V. Stadt Wien | Technische Stadterneuerung."Neubauförderung - Antrag." aufgerufen am 10.05.2020, <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbautechnik/foerderungen/neubaufoerderung.html>.
- o.V. "Neue Herzs Schlagader für die Wiener Fernwärme geht ans Netz." Presseaussendung, 06.03.2019.
- o.V. Stadt Wien | MA20 Energieplanung."Ökostromanlagen bzw. Photovoltaikanlagen - Förderungsantrag." aufgerufen am 10.05.2020, <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/energie/alternativenergie/oekostromanlagen.html>.
- o.V. Stadt Wien | Technische Stadterneuerung."Projekt RenoBooster - Ablauf und Ziele." aufgerufen am 11.02.2020, <https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/foerdern/projekt-renobooster/beschreibung-ziele.html>.
- Duden online*. Berlin: Bibliographisches Institut GmbH.
- o.V. Wärmepumpe Austria."Sanierung mit der Wärmepumpe - kein Problem!", aufgerufen am 07.06.2020, <https://www.waermepumpe-austria.at/waermepumpe-in-der-sanierung>.
- o.V. Greenhouse Media GmbH."Schichtenspeicher: Funktionsweise, Varianten & Preise." 02.09.2019, aufgerufen am 13.06.2020, <https://www.energie-experten.org/heizung/heizungstechnik/pufferspeicher/schichtenspeicher.html>.
- o.V. *Standard-Dokumentation Metainformationen: Stichprobenerhebung Energieeinsatz der Haushalte*. Statistik Austria (Wien: 29.02.2016).

- o.V. Nachhaltigkeitsinitiative UMWELT + BAUEN. "Steigerung der Sanierungsrate." aufgerufen am 01.06.2020, <http://www.umwelt-bauen.at/umwelt-bauen/Die-4-Kernziele/Steigerung-der-Sanierungsrate/Details>.
- o.V. *Stichwort: Strategie*. Gabler Wirtschaftslexikon. Springer Verlag.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/strategie-43591/version-266920>.
- Duden online*. Berlin: Bibliographisches Institut GmbH.
- o.V. Energie, Oesterreichs. *Strompreisanalyse 2019*. (Wien: 15.11.2019).
- o.V. Bibliographisches Institut GmbH. "Substitution." aufgerufen am 01.07.2020,
<https://www.duden.de/rechtschreibung/Substitution>.
- o.V. wohnfonds_wien. "Thewosan: die thermisch-energetische Wohnhaussanierung." aufgerufen am 11.02.2020, <http://www.wohnfonds.wien.at/article/id/492>.
- o.V. Bundesministerium für Inneres. "Verkehrstatistik 2019." aufgerufen am 09.01.2020,
https://www.bmi.gv.at/202/Verkehrsangelegenheiten/unfallstatistik_vorjahr.aspx.
- o.V. Stadt Wien | Stadtvermessung. "Wiener Solarpotenzial." aufgerufen am 01.06.2020,
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/wiener-solarpotenzial.html>.
- o.V. Stadt Wien - Wiener Wohnen. "Wiener Wohnen - Gemeindewohnungen." aufgerufen am 23.02.2020, www.wienerwohnen.at.
- o.V. Stadt Wien. "WOHNFONDS WIEN Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung." aufgerufen am 01.08.2020, <https://www.gemeinderecht.wien.gv.at/recht/gemeinderecht-wien/fonds-stiftungen/fonds/wohnfonds.html>.
- o.V. "Wohnungsanzahl im Gebäude - Mikrozensus; Hauptwohnsitzwohnungen (HWS) ab 2004, Quartale." In *STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA*. Wien: Statistik Austria, 29.05.2020.
- o.V. "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen und Heizungsart, überwiegende nach Großgemeinde." In *STATcube – Statistische Datenbank*. Wien: Statistik Austria, 25.05.2020.
- o.V. "Wohnungsbeheizung (Energieträger) (2001) nach Zeit, Anzahl der Wohnungen, Rechtsgrund für die Wohnungsbenützung und Heizungsart, überwiegende nach Eigentümer des Gebäudes und Großgemeinde." In *STATcube – Statistische Datenbank*, edited by Bauperiode_nach_Wohnungsbeheizung_2001.xlsx. Wien: Statistik Austria, 25.05.2020.
- o.V. Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz. "Zentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe heizt 48 Wohnungen." *Baunetz_Wissen*, letzte Änderung, aufgerufen am 18.06.2020,
<https://www.baunetzwissen.de/gebaeudetechnik/tipps/news-produkte/zentrale-luft-wasser-waermepumpe-heizt-48-wohnungen-5585486>.
- o.V. Nations, United. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. (1998).
- o.V. ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik. "Contracting für die Wohnungswirtschaft - Mietbereich." 16.11.2016, 2005, aufgerufen am 03.05.2020,
<http://www.contracting-portal.at/show.php?nid=2&mid=87>.
- o.V. ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik. "Einspar-Contracting." 16.11.2016, 2005, aufgerufen am 03.05.2020, <http://www.contracting-portal.at/show.php?nid=0&mid=71>.
- o.V. ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik. "Was ist Energie-Contracting?" 16.11.2016, 2005, aufgerufen am 03.05.2020, <http://www.contracting-portal.at/show.php?nid=0&mid=71>.
- o.V. Verlag, Beuth. *DIN 18960–Nutzungskosten im Hochbau*. Deutsches Institut für Normung e. V. (Berlin: 2008).
- o.V. *Energiestrukturen für 2020*. Wegener Zentrum, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, TU Graz, KWI Consultants GmbH, Montanuniversität Leoben Institut für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe, TU Wien Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (2009).

- o.V. KLIP 2 - Klimaschutzprogramm der Stadt Wien: Fortschreibung 2010–2020. Magistrat der Stadt Wien (Wien: 2010).
- o.V. Committee, European Economic and Social. *Let's speak sustainable construction*. (Brüssel: 2011). *Cambridge Dictionary*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- o.V. Stadtplanung, MA18 | Stadtentwicklung und. *Stadtforschung und Raumanalysen*. (2014). www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/stadtforschung/gis/karten/in-dex.html.
- o.V. "Konsumerhebung 2014/15." Wien: Statistik Austria, 2015.
- o.V. Union, Publications Office of the European. *People in the EU - statistics on housing conditions. People in the EU: who are we and how do we live?* (Luxembourg: 2015). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=People_in_the_EU_-_statistics_on_housing_conditions#Housing_characteristics:_unoccupied_dwellings
- o.V. Greenhouse Media GmbH."Experten-Ratgeber: Technik und Einsatz von Niedertemperaturheizkörpern." 19.10.2016, 2016, aufgerufen am 20.04.2020, <https://www.energie-experten.org/heizung/heizungstechnik/heizkoerper/niedertemperatur-heizkoerper.html>.
- o.V. Arbeiterkammer Wien, Klima- & Energiefonds. *Nah- und Fernwärme - Preisanalyse*. Kreuzer Fischer & Partner Consulting GmbH (Wien: 2016).
- o.V. "Bevölkerungsstand zum 1.1. gemäß Statistik des Bevölkerungsstandes der Statistik Austria, Bevölkerungsveränderungen nach dem Prognoseergebnis." Wien: Stadt Wien MA 23, 2018.
- o.V. *Consumption-based GHG Emissions of C40 cities*. C40 Cities Climate Leadership Group (2018).
- o.V. Agora Energiewende."DeGeb – Dekarbonisierung des Gebäudewärmesektors." 2018, aufgerufen am 13.01.2020, <https://www.agora-energiewende.de/projekte/degeb-dekarbonisierung-des-gebaeudewaermesektors/>.
- o.V. Bundesarbeitskammer. *Mietrecht für Mieter*. (Wien: 2018).
- o.V. *Mikrozensus 2017*. Statistik Austria (Wien: 2018).
- o.V. *Photovoltaik-Lösungen für Mehrparteienhäuser*. Wien, 2018.
- o.V. "The science we need for the cities we want: Working together to implement the global research agenda on cities and climate change." Cities IPCC Cities and Climate Change Science Conference, Edmonton, 2018.
- o.V. *Städtebauliche Strukturverbesserung (Blocksanierung)*. wohnfonds_wien (Wien: 2018).
- o.V. "The World's Cities in 2018—Data Booklet ". ST/ESA/ SER.A/417United Nations,, Department of Economic and Social Affairs,, Population Division 2018.
- o.V. *2019 Global Status Report for Buildings and Construction*. International Energy Agency for the Global Alliance for Buildings and Construction (2019).
- o.V. "BMNT: Verlängerung der "Raus aus dem Öl" Förderung." Presseaussendung, 2019, https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20190907_OTS0004/bmnt-verlaengerung-der-raus-aus-dem-oel-foerderung.
- o.V. *Dachgeschossausbau und Zubau vollständiger Wohnungen*. wohnfonds_wien (Wien: 2019).
- o.V. *Einzelmassnahmen am und im Gebäude*. wohnfonds_wien (Wien: 2019).
- o.V. AGGM Austrian Gas Grid Management AG."Energiegemeinschaften als neue Strom-Akteure der Zukunft." Energy News, letzte Änderung: 10.04.2019, 2019, aufgerufen am 05.05.2020, <https://www.aggm.at/energy-news/energiegemeinschaften-als-neue-strom-akteure-der-zukunft>.
- o.V. *Fachkonzept Energieraumplanung*. Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien: 2019).
- o.V. *Informationsblatt Wärmepumpen ≥ 100 kW thermische Leistung*. Kommunalkredit Public Consulting GmbH (Wien: 2019). https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/Waermepumpen/UFI_Standardfall_Infoblatt_WAERMPU.pdf.
- o.V. GmbH, dena - Deutsche Energie-Agentur. *NetZero-Standard nach dem Energiesprong-Prinzip*. (Berlin: 2019). www.energiesprong.de.
- o.V. „Raus aus dem Öl“-Bonus für Private 2019 - Neuauflage ab 23.09.2019. Kommunalkredit Public Consulting GmbH (Wien: 2019).

https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente/Private/TGS_Priv_2019/infoblatt_efh_sanierungsscheck2019.pdf.

- o.V. *Stadtwerke München: Gestalter der Wärmewende*. München, 2019.
- o.V. E-Control. *Statistikbroschüre 2019*. (Wien: 2019).
- o.V. "Strompreise Österreich 2016-2018." edited by Strompreise_Österreich_2016_2018. Wien: E-Control, 2019.
- o.V. *Thermisch-energetische Wohnhaussanierung*. wohnfonds_wien (Wien: 2019).
http://www.wohnfonds.wien.at/downloads/san/erstinfo_thewosan.pdf.
- o.V. *Totalsanierung*. wohnfonds_wien (Wien: 2019).
- o.V. *Wohnen 2018, Mikrozensus–Wohnungserhebung und EU-SILC*. Statistik Austria (Wien: 2019).
- o.V. Nations, United. *World urbanization prospects 2018: The 2018 Revision*. Department of Economic and Social Affairs: Population Division (New York: 2019).
- o.V. *Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024*. Wien: Bundeskanzleramt Österreich, 2020.
- o.V. Greenhouse Media GmbH. "Betrieb von Wärmepumpen in Kaskade." 19.02.2020, 2020, aufgerufen am 20.04.2020, <https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/betrieb/kaskade.html>.
- o.V. *Energy Storage*. IEA (Paris: 2020). <https://www.iea.org/reports/energy-storage>.
- o.V. Umweltbundesamt. "Flächeninanspruchnahme." 2020, aufgerufen am 13.01.2020, https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme/.
- o.V. *Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020*. Stadt Wien (Wien: 2020).
<https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/ahs-info/pdf/foerderrichtlinie-waermepumpen.pdf>.
- o.V. *Förderungsrichtlinie 2020 für die Förderung der Erzeugung von Ökostrom und von Energieeffizienzmaßnahmen und -programmen* Land Wien (2020).
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/ahs-info/pdf/richtlinie-oekostrom.pdf>.
- o.V. "Gemeindebaubeschreibungen." edited by Gesamt-gemeindebaubeschreibungen.xlsx. Wien, 2020.
- o.V. *Heating*. IEA (Paris 2020). <https://www.iea.org/reports/heating>.
- o.V. Österreichische Energieagentur. "Heizkostenvergleich: CO₂-Emissionen." 2020, aufgerufen am 19.06.2020, <https://www.energyagency.at/fakten-service/heizkosten/co2-emissionen.html>.
- o.V. Bausparkasse der österreichischen Sparkassen Aktiengesellschaft. "Ihre Bausparprämie." 2020, aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.sbausparkasse.at/de/bausparen/bausparpraemie>.
- o.V. Kommunalkredit Public Consulting GmbH. "Photovoltaik Landesförderung Wien." 2020, aufgerufen am 10.05.2020,
https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente/Private/ENV_private/infoblatt_pv_wien.pdf.
- o.V. "REScoop." 2020, aufgerufen am 02.02.2020, <https://www.rescoop.eu/>.
- o.V. Wien Energie GmbH. "Solarkraftwerk Am Schöpfwerk." 2020, aufgerufen am 05.05.2020,
<https://www.wienenergie.at/eportal3/ep/channelView.do/channelId/-2000063>.
- o.V. Herbert Starmühler. "Wien: Das Ende naht für Ölkessel und Gasheizung." 2020, aufgerufen am 07.05.2020, <https://www.energie-bau.at/heizen-kuehlen/3216-wien-klimazonen-ohne-oelkessel-und-gasheizung>.
- OEHLER, Stefan. "Das Konzept der ganzheitlichen Sanierung." In *Emissionsfreie Gebäude*. Jugenheim: Springer, 2018.
- "Niederländischer „Energiesprung“." In *Emissionsfreie Gebäude*: Springer, 2018.
- "Praxisbeispiel einer ganzheitlichen Sanierung." In *Emissionsfreie Gebäude*. Jugenheim: Springer, 2018.
- PASCHOTTA, Rüdiger. RP Photonics Consulting GmbH. "Dekarbonisierung." RP-Energie-Lexikon, letzte Änderung, aufgerufen am 29.03.2020, <https://www.energie-lexikon.info/dekarbonisierung.html>.

- RP Photonics Consulting GmbH. "Energetische Sanierung von Gebäuden." RP-Energie-Lexikon, letzte Änderung, aufgerufen am 30.04.2020, https://www.energie-lexikon.info/energetische_sanierung_von_gebaeuden.html.
- RP Photonics Consulting GmbH. "Fernwärme." aufgerufen am 20.06.2020, <https://www.energie-lexikon.info/fernwaerme.html>.
- RP Photonics Consulting GmbH. "Wärmepumpe." RP-Energie-Lexikon, letzte Änderung, aufgerufen am 29.05.2020, <https://www.energie-lexikon.info/waermepumpe.html>.
- PEBÖCK, Leonhard Friedrich. "Photovoltaik auf Mehrparteiengebäuden: Wirtschaftliche Bewertung der Nutuzuweisung einer gemeinschaftlich genutzten Photovoltaikanlage auf einem Mehrparteiengebäude in Österreich." Universität für Bodenkultur, 2019.
- PHILIPPS, Simon und Werner WARMUTH. *Photovoltaics report*. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE (Freiburg: 2020).
- PÖHN, Christian. *Request. Gebäudetypologien Wien*. MA 39 - PÜZ Bauphysiklabor (Wien: 2012).
- PSCHEIDL, Markus und Maximilian ULRICH. "How to renovate the Swedish Million Homes Programme: The development of a value proposition for a renovation project." 2013.
- PUTSCHÖGL, Martin. "Wohnbau befindet sich in Österreich auf Rekordniveau." *der Standard* (Wien), 2018. <https://www.derstandard.at/story/2000085218294/ueberheizungsgefahr-im-heimischen-wohnbau>.
- RAULAND, Vanessa und Peter NEWMAN. *Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development*. Springer, 2015.
- REININGER, Stefan. *Leitfaden Holzheizungen*. Klima- und Energiefonds (Wien: 2019).
- Leitfaden Photovoltaik-Anlagen*. Klima- und Energiefonds (Wien: 2019).
- Leitfaden Solaranlagen*. Klima- und Energiefonds (Wien: 2019).
- RICHTER, Nicole. "Maßnahmenplanung zur Steigerung der Energieeffizienz beim Bauen im Bestand." Hochschule Mittweida, 2015.
- RITCHIE, Hannah und Max ROSER. "Urbanization Published." 2020. <https://ourworldindata.org/urbanization>.
- ROSENOW, Jan. "Why we should go for electrification and not hydrogen in heating." Paper presented at the Cooling down Europe's heating system, online, 30.06.2020.
- RUHSMANN, Barbara. Forum Wohn-Bau-Politik. "Wer trägt die Verantwortung für leistbares Wohnen?", 2019, aufgerufen am 07.02.2020, <http://forumwohnbaupolitik.at/wer-traegt-die-verantwortung-fuer-leistbares-wohnen/>.
- RUHSMANN, Barbara, Jörg WIPPEL, Walter OSZTOVICS und Andreas KOVAR. *Agenda für ein neues Wohnrecht*. Forum Wohn-Bau-Politik (Wien: 2020).
- SASDI, Matthias M. "Energetisches Einsparungspotential durch den Einsatz passiver und aktiver Solarelemente am Beispiel des Sozialen Wohnbaus der Stadt Wien." Universität für Bodenkultur Wien, 2019.
- SATTLER, Stefan. "Fachplaner für erneuerbare Energien." By Lindorfer, Anna. 04.02.2020.
- SCHABBACH, Thomas und Pascal LEIBBRANDT. *Solarthermie: wie Sonne zu Wärme wird*. Springer-Verlag, 2014.
- SCHABBACH, Thomas und Viktor WESSELAK. "Stromerzeugung und -speicherung." In *Energie: Den Erneuerbaren gehört die Zukunft*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2020.
- "Wärmebereitstellung." In *Energie: Den Erneuerbaren gehört die Zukunft*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2020.
- SCHIMMEL, Matthias, Mathias KUBE und Carsten PETERSDORFF. *Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050*. Ecofys - A Navigant Company (Köln: 2018).
- SCHLUCK, Thomas und Marvin KING. "Die energetische Sanierung als Dienstleistung? – Ihre systemische Bedeutung im Kontext unserer zukünftigen Multi-Energie-Systeme." In *Optimierungsstrategien im Nutzungszyklus von Immobilien*. Wiesbaden: Springer, 2019.
- SCHULZE DARUP, Burkhard, Wolfgang FEIST, Peter FRIEMERT, Simona

- Gerbitz WEISLEDER, Jan und Ehrenfried HEINZ. DBU, Deutsche Bundesstiftung Umwelt. *Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10*. (Osnabrück: 2010).
- SCHWARZBÖCK, Therese, Helmut RECHBERGER, Oliver CENCIC und Johann FELLNER. "Anteil erneuerbarer Energien und klimarelevante CO₂-Emissionen aus der thermischen Verwertung von Abfällen in Österreich." *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 68, no. 9-10 (2016), 415-27.
- SIMONS, Harald und Constantin TIELKES. ag, empirica. *Wohnungsmarkt Wien - Eine wohnungspolitische Analyse aus deutscher Sicht*. Bundesarbeitsgemeinschaft Immobilienwirtschaft Deutschland (2020). http://www.bid.info/wp-content/uploads/2020/01/Bericht_Wien_2019050_endbericht-rev.pdf.
- SKULMOSKI, Gregory J, Francis T HARTMAN und Jennifer KRAHN. "The Delphi method for graduate research." *Journal of Information Technology Education: Research* 6, no. 1 (2007), 1-21.
- STANGL M., Formayer H., Hofstätter M., Orlik A., Andre K., Hiebl J., Steyrer G., Michl C. . CCCA. *Klimastatusbericht 2018*. (Wien: 2019).
- STEININGER, Karl W, Pablo MUNOZ, Jonas KARSTENSEN, Glen P PETERS, Rita STROHMAIER und Erick VELÁZQUEZ. "Austria's consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations." *Global environmental change* 48 (2018), 226-42.
- STOCKER, Thomas F., Dahe QIN, Gian-Kasper PLATTNER, Melinda M.B. TIGNOR, Simon K. ALLEN, Judith BOSCHUNG, Alexander NAUELS, et al. Press, Cambridge University. *Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC (Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA: 2013).
- STÖGLEHNER, Gernot, Hans EMRICH, Helmut KOCH und Micheal NARODOSLAWSKY. *Impulse für eine kommunale Energieraumplanung*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Wien: 2017).
<https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/mobilitaetsmanagem/kommunalregional/Brosch-re--Impulse-f-r-eine-kommunale-Energieraumplanung.html>.
- STREIMELWEGER, Artur. "Wohnbauförderung—eine Bestandsaufnahme." *Wirtschaft und Gesellschaft* 36, no. 4 (2010), 543-62.
- STROBL, Manfred. "Contracting in Österreich." *Der Installateur* 12/2018 (2018).
<https://www.derinstallateur.at/singleview/article/contracting-in-oesterreich>.
- STUCKEY, David. "Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie von Wärme- und Kälteversorgungssystemen für Wiener Gründerzeithäuser, auf Basis von erneuerbaren Umweltenergien." FH Technikum Wien, 2019.
- TOCKNER, Lukas. "Österreich - Gemeindebau als Chance." In *Wohnen in der Krise*, https://www.youtube.com/watch?v=Rk6rO_4CUJo&t=2431s. Berlin: Berliner MieterGemeinschaft e.V., 05.07.2020.
- TREBERSPURG, Martin. "Attic Adapt 2050: Ein Systematischer Ansatz Für Dachgeschoßausbauten in Holzbauweise. Weiterbauen! Nachverdichten Des Gebäudebestands Der Nachkriegszeit (1950-1970) Am Beispiel Der Wohnhausanlagen Der Gemeinde Wien." Universität Für Bodenkultur Wien, AlpS - Zentrum für Naturgefahren-Management, 2017.
- TREBERSPURG, Martin, Mariam DJALILI und Heimo STALLER. *New technical solutions for energy efficient buildings. State of the Art Report*. The SCI-Network Consortium (2011). www.sci-network.eu.
- TRNKA, Georg. Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency. "Der aktuelle Heizkostenvergleich." 2019/2020, aufgerufen am 20.04.2020,
<https://www.energyagency.at/fakten-service/heizkosten>.
- Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung, zum Schutz der Umwelt im Ausland und über das österreichische JI/CDM-Programm für den Klimaschutz UFG (BGBl. Nr. 185/1993)
- UNITED NATIONS, Climate Change. "The Paris Agreement." 2015, aufgerufen am 18.06.2020,
<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

- VOGL, Bernd, Herbert RITTER, Ursula HEUMESSER und Kristina GRGIC. *Energie! voraus - Energiebericht der Stadt Wien*. Stadt Wien | MA20 Energieplanung (Wien: 2019).
- WASSERBURGER, Maria. "(Re)Aktivierung von Wohnungsleerstand : Ein Beitrag zur Deckung des Wohnraumbedarfs in österreichischen Städten." Technische Universität Wien, 2018.
- Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen WGG (BGBl. Nr. 139/1979)
- Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)
- Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)
- Bundesgesetz vom 8. März 1979 über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen (BGBl. Nr. 139/1979)
- WIEDERSICH, Robert. "Spekulation mit Grund und Boden bekämpfen." *Gewinn*, 2019.
<https://m.gewinn.com/immobilien/immobilien-news/artikel/spekulation-mit-grund-und-boden-bekaempfen/>.
- WIEGAND, Dietmar. *Grobkonzept zur Förderung von Energieeinsparungen durch Nutzungsintensivierung*. Forschungsbereich Projektentwicklung und –management E260-03 (Wien: 2019).
- WIEGAND, Dietmar und Dora HABLY. "Erhöhung der Nutzungsdichte - ein neues Geschäftsfeld, eine Waffe gegen Wohnungsnot und Klimawandel?". *gif im Fokus* 2/2019 (2019).
- WIEGAND, Dietmar und Siegfried WIRTH. "Smart Occupancy—How to Avoid City Expansion by High-Density Use of Existing Buildings." Paper presented at the REAL CORP 2018—EXPANDING CITIES—DIMINISHING SPACE. Are “Smart Cities” the solution or part of the problem of continuous urbanisation around the globe? Proceedings of 23rd International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information, 2018.
- WINKLER, Wolfgang "Der Gemeindebau - Eine Institution macht Geschichte Teil 1." Österreich: ORF 3, 2018.
- WOHNFONDS_WIEN. wohnfonds_wien. *Tätigkeitsbericht 2018*. (Wien: 2019).
[http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/96_ppi_wfw_Tatigkeitsbericht_2019-1 - fr_Website.pdf](http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/96_ppi_wfw_Tatigkeitsbericht_2019-1_fr_Website.pdf).
- "Projekte aus Quartalsliste 01/2020 Wiener Wohnen." edited by wohnfonds_wien_Sanierungsliste_Gemeindebauten.xlsx, 2020.
- Wasserrechtsgesetz 1959 WRG (BGBl. Nr. 215/1959)
- WULF, Oliver. DAA Deutsche Auftragsagentur GmbH. "Die Leistung von Photovoltaikanlagen." 2019, aufgerufen am 16.02.2020, <https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/leistung>.
- XING, Yangang, Neil HEWITT und Philip GRIFFITHS. "Zero carbon buildings refurbishment—A Hierarchical pathway." *Renewable and sustainable energy reviews* 15, no. 6 (2011), 3229-36.
- ZOIDL, Franziska und Martin PUTSCHÖGL. "Eine neue Ära im Wiener Wohnbau." 2019, aufgerufen am 23.02.2020, <https://www.nextroom.at/article.php?id=44733&q=n,191112>.
- "Neue Gemeindewohnungen läuten neue Ära im Wiener Wohnbau ein." *Der Standard* (2019).
<https://www.derstandard.at/story/2000110640682/neue-gemeindewohnungen-laeuten-neue-aera-im-wiener-wohnbau-ein>.

11.d Abkürzungsverzeichnis

CO ₂	Kohlenstoffdioxid
durchschn.	durchschnittlich
HWB	Heizwärmebedarf
inkl.	inklusive
insg.	insgesamt
jur.	juristisch(e)
kWh	Kilowattstunde
kWp	kWpeak – Nennleistung von Photovoltaikanlagen
MA	Magistratsabteilung
Mio.	Millionen
monatl.	monatlich
Mrd.	Milliarden
MRG	Mietrechtsgesetz
natürl.	natürlich(e)
österr.	österreichisch(e/n)
Pers.	Personen
PV	Photovoltaik
PV-Anlagen	Photovoltaikanlagen
THG	Treibhausgas(e)
THG-Emissionen	Treibhausgasemissionen
u.a.	unter anderem
v.a.	vor allem
WGG	Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz
WHA	Wohnhausanlage(n)
z.B.	zum Beispiel

12.e Bewertungsmatrix - Tabellen

Tabellenblatt Fixwerte

Annahmen	Wert	Einheit	Anmerkungen
Anzahl Bewohnende aller WHA Wr. Wohnens	419 102	pax	Quelle: 218.852 WE gesamt lt. Gemeindebaubeschreibungen - Liste der MA20; bei 2 Personen pro WE und 4,25% Leerstand
Anzahl Bewohnende der WE 1945-2007	300 816	pax	Quelle: Gemeindebaubeschreibungen - Liste der MA20
Energiebedarf für Warmwasser pro pers.	1 199,00	kWh/a	Stichprobenerhebung Energieeinsatz der Haushalte; lt. Berechnungs-dokumentation SCRS: Warmwasserbedarf: 1.036 kWh/Kopf.a und keine Wachstumsrate des WWWB 2017-2030
Energiebedarf für Warmwasser pro pers. bei Wärmepumpe	799,33	kWh/a	
Strombedarf pro pers. 2017/2018	1 572,00	kWh/a	MZ Energieeinsatz der Haushalte 2017/2018
Konversionsfaktor Netzstrom	227,00	g/kWh	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, S.11
Konversionsfaktor PV-Strom am Dach	0,00	g/kWh	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, S.11
Konversionsfaktor Fernwärme Wien	22,00	g/kWh	Bauordnungsnovelle 2018, 2.4. (Aktenzahl: 257669 – 2020-1)
Lebensdauer Wärmebereitstellungssysteme	20,00	a	Nutzungsdauer für Wärmeerzeugungsanlagen nach Kranzl S.92
Lebensdauer thermische Sanierungen	40,00	a	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001. S.28
Lebensdauer PV Aufdach-Anlage	30,00	a	David Stuckey, "Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie von Wärme- und Kälteversorgungssystemen für Wiener Gründerzeithäuser, auf Basis von erneuerbaren Umweltenergien" (FH Technikum Wien, 2019). S.68
Anteil Solarpotenzial aller Wiener Dachflächen	0,64	schon in Prozent (60%)	"Wiener Solarpotenzial," Stadt Wien Stadtvermessung, aufgerufen am 01.06.2020, https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/wiener-solarpotenzial.html ; Es wird angenommen, dass der selbe Anteil der Dachflächen von Wiener Wohnen für eine PV-NNutzung geeignet ist.
Refinanzierungszeitraum Mieterhöhung	10,00	a	MRG
Energiepreissteigerungsrate für alle Heizträger	3,00	% p.a.	nach Austrian Energy Agency/ ÖNORM M7140
Wohnkosten Gemeindewohnungen Österreich 2018 inkl. Energiekosten	6 432,00	€/a/Haushalt	Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC. S.64
Energiekosten Gemeindewohnungen Österreich 2018	1 224,00	€/a/Haushalt	Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC. S.66
Anzahl Personen pro WE im österr. Gemeindebau	2,00	Pax	Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC. S.28
Ø m ² pro WE im ö. Gemeindebau	59,10	m ²	Wohnen 2018, Mikrozensus-Wohnungserhebung und EU-SILC. S.29
Konversionsfaktor Heizöl	310,00	g/kWh	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, S.11
Konversionsfaktor Gas	247,00	g/kWh	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, S.11

indirekte CO ₂ eq-Emissionen Erd-Wärmepumpe pro Jahr	0,30	kg/m ² a	Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.38f
indirekte CO ₂ eq-Emissionen Luft-Wärmepumpe pro Jahr	0,10	kg/m ² a	Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen." S.38f
Investitionskosten Erd-Wärmepumpe pro pax.	1 339,60	€	Investitionskosten 68.000€ für ein Mehrfamiliengebäude mit 1.500m ² NFL, durch NFL, mal 29,55 (m ² pro Bewohner*in) Kranzl: Wärmезukunft 2050, S.134
Betriebs- und Instandhaltungskosten Erd-Wärmepumpe pro pax.	32,90	€/a	Betriebs- und Wartungskosten: 1.670€/a für ein Mehrfamiliengebäude mit 1.500m ² NFL, durch NFL, mal 29,55 (m ² pro Bewohner*in); Kranzl: Wärmезukunft 2050, S.134
Mietzinsreserve	38,76	€/m ²	GBV-Miete: bis zu 0,5€/m ² EVB, Tockner: 0,43€/m ² = 4,75% der Bruttomiete. Ø Bruttomiete bei Wr.W. nach empirica: 6,8€/m ² -> 4,75% davon sind 0,32€/m ² ; mal 10 Jahre, mal 12 Monate, mal 29,55m ² ; es wird davon ausgegangen, dass die Mietzinsreserve in den letzten 10 Jahren nicht verwendet wurde; Wohnungsmarkt Wien, empirica (S.28);
Mietzinsreserve pro pax	1 145,36	€	
Förderungssatz Wärmepumpen-Förderung, Raus aus dem Öl, Bundesregierung	0,20	schon in Prozent (20%)	https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/Waermepumpen/UFI_Standardfall_Infolblatt_WAERMPU.pdf .
Förderungs-Zusatz Wärmepumpen-Förderung Bundesregierung	0,10	schon in Prozent (10%)	
Mindest-Förderung Erd-Wärmepumpen Stadt Wien	7 500,00	€	Aufgrund der durchschnittl. Größe der WHA (11.188,5m ²) kann von einer erhöhten Nennwärmeleistung und somit von einer Inanspruchnahme der max. Förderuzuschusses ausgegangen werden. Förderrichtlinie für Wärmepumpen 2020, Stadt Wien (Wien, 2020), https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/ahs-info/pdf/foerderrichtlinie-waermepumpen.pdf . S.7
Maximale Förderungen Erd-Wärmepumpen Stadt Wien	150 000,00	€	
Ø Anzahl an WE pro WHA Wiener Wohnen	125,00	WE	eigene Berechnung aus Liste Gemeindebaubesreibungen Wiener Wohnen
Ø m ² pro WHA Wiener Wohnen	7 387,50	m ²	eigene Berechnung aus Liste Gemeindebaubesreibungen Wr. W.: Ø Anzahl an WE pro WHA * 59,1
Ø Preis pro kWp Nennleistung f. PV-Anlagen inkl. Anlagenplanung & Errichtung	357,00	€/kWp	Peter Biermayr et al., Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2018, S.117
Jährliche Wartungs- und Versicherungskosten für PV-Anlagen als Anteil an den Anschaffungskosten	0,02	% p.a. - schon in Prozent (2%)	Nicole Richter: Maßnahmenplanung zur Steigerung der Energieeffizienz beim Bauen im Bestand (Hochschule Mittweida, 2015) S.55
Ø Strompreis pro kWh 2018	0,1966	€/kWh	Strompreisanalyse 2019, (Wien: Oesterreichs Energie, 15.11.2019). S.3
Ø Bewohnende WHA	62,50	pax.	eigene Berechnungen
Preis kWh Fernwärme 2015 - Wien Energie	0,04791	€/kWh	Nah- und Fernwärme - Preisanalyse, Kreutzer Fischer & Partner Consulting GmbH (Klima- & Energiefonds Arbeiterkammer Wien, 2016)
jährl. Grundpreis FW	3,84	€/m ²	
max. Förderzuschlag PV-Anlagen Wien	0,30	%(schon in Prozent)	Ökostromanlagen bzw. Photovoltaikanlagen - Förderungsantrag, Stadt Wien MA20 Energieplanung, https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/energie/alternativenergie/oekostromanlagen.html ; Nachweis, dass WHA mind. kWp von 500 benötigen -> Mindestförderung als Annahme für Förderzuschlag herangezogen

jährl. Messpreis Fernwärme pro Heizkostenverteiler (pro Heizkörper)	130,76	€	Annahme: pro WE 5 Heizkörper; Quelle des Preises: Nah- und Fernwärme - Preisanalyse, Kreuzer Fischer & Partner Consulting GmbH (Klima- & Energiefonds Arbeiterkammer Wien, 2016)
indirekte CO ₂ eq-Emissionen von PV-Anlagen bei der Herstellung	0,50	t/kWp	Daten und Fakten zur Photovoltaik & Stromspeicherung: Bundesverband PHOTOVOLTAIC AUSTRIA, aufgerufen am 10.06.2020, https://www.pvaustria.at/daten-fakten
Sanierungskosten einer thermischen Sanierung pro m ²	203,82	€/m ²	Nach Kranzl et al. liegen die durchschnittliche Investitionskosten bei Wohngebäuden im Bereich von 210 - 260 €/m ² , wenn dabei der durchschnittliche HWB auf 25 bis 38 kWh/m ² reduziert wird, davon werden ca. 30 € für nicht-thermischen Instandsetzungen aufgewendet.[1] Nach den vorhandenen Daten des wohnfonds_wien liegen die durchschnittlichen Kosten für thermische Einzelverbesserungen bei 172,64 €/m ² , wobei diese durchschnittlich verteilt sind auf Sanierungen, welche eine Reduktion des HWB auf 25,42 - 68,05 kWh/m ² , wobei der Durchschnittswert bei 42,91 kWh/m ² liegt. Als Annahme zur Berechnung der Investitionskosten wurde deshalb zwischen dem von Kranzl et al. veranschlagten Mittelwert von 235€/m ² und den 172,64€/m ² der Daten des wohnfonds_wien interpoliert und ein Wert von 203,82€/m ² angenommen. vgl. Lukas Kranzl et al., "Wärmезukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich." S.83
Mittelwert für Mindest-Sanierungsstandard; HWB	32,50	kWh/m ²	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-009/15. S.4: Standard für größere Renovierungen, welcher ab 2021 in Kraft tritt: HWB _{Ref,zul} eines thermisch sanierten Gebäudes ≤ 17 × (1+2,9/ l _c) Annahme für l _c : 2,73 bzw. 3,6 aus OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001. S.8
∅ indirekte CO ₂ -Emissionen durch Dämmmaterialien pro m ² Wohnnutzfläche und pro Jahr; bei einer Lebensdauer von 40 Jahren	0,000115	t/m ² a	Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen," Gebäude-Energiewende, Arbeitspapier 4 (2016). S.30
∅ indirekte CO ₂ -Emissionen durch Fenstertausch pro m ² Wohnnutzfläche und pro Jahr; bei einer Lebensdauer von 40 Jahren	0,000195	t/m ² a	Quelle: Elisa Dunkelberg und Julika Weiß, "Ökologische Bewertung energetischer Sanierungsoptionen," Gebäude-Energiewende, Arbeitspapier 4 (2016). S.31
Durchschnittswert für HWB der Gebäude 1991-2007	53,85	kWh/m ²	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001. S.10; Annahme für l _c = 3,6 auf S.8
Förderung thermische Sanierung	130,00	€/m ²	Nach den Anforderungen der Thewosan-Förderschiene (HWB-Berechnung) kann bei den berechneten thermischen Sanierungen von einer Förderung von mind. 130€/m ² ausgegangen werden. Quelle: Thermisch-energetische Wohnhaussanierung, wohnfonds_wien (Wien, 2019), http://www.wohnfonds.wien.at/downloads/san/erstinfo_thewosan.pdf .
jährl. Stromkosten pro Haushalt 2018	618,11	€/a	eigene Berechnungen aus MZ Energieeinsatz der Haushalte 2017/2018 und Strompreisanalyse 2019, (Wien: Oesterreichs Energie, 15.11.2019). S.3
HWB-Neubau ab 2021	19,48	kWh/m ² a	OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz, Kostenoptimalität OIB-330.6-005/18-001. S.10; Annahme für l _c = 3,6 auf S.8
CO ₂ eq-Emission eines Neubaus; Lebenszyklus 50 Jahre	0,014	t/m ² a	Mittelwert Massivbau- und Holzbauweise mit HWB von max. 15 kWh/m ² (dt. Passivhaus-Standard); Quelle: Boris Mahler et al., Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus (Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2019)
Baukosten - Preissteigerung 2015 auf Mai 2020	1,094	bereits in %	Baukostenindex Gesamtbaukosten Basisjahr 2015; Statistik Austria

Totalsanierungsförderung für Dachausbauten und Zubauten	700,00	€/m ²	Achtung: Für die Refinanzierung des Darlehen oder der Eigenmittel bei Totalsanierungen darf monatlich max. ein Betrag von 8,04€/m ² von Mietenden erhoben werden. Ökologische Maßnahmen oder Erschwernisse können zusätzlich mit max. 160€/m ² gefördert werden. Quelle: Erstinformation Totalsanierung wohnfonds_wien
Abrisskosten für Gebäude	105,00	€/m ²	35€/m ³ x 3 m Geschosshöhe 35€/m ³ umbauter Raum im Wohnbau = Abbruchkosten inkl. Entsorgen für m ³ umbauter Raum im Wohnbau; Quelle: Schätzung seitens der Bauabteilung der Firma Hasenöhr (Mailverkehr 15. und 16. Juli)
Investitionskosten Neubau pro m ² Preisniveau 2020	1 792,37	€/m ²	eigene Berechnungen: Mittelwert Massivbau- und Holzbauweise mit 1.731m ² WNF (20 WE) mit HWB von max. 15 kWh/m ² (dt. Passivhaus-Standard); inkludiert: KG 300 und KG 400 (Kosten für Baukonstruktion und technische Anlagen): Boris Mahler et al., Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus (Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2019)
Investitionskosten Neubau pro m ² Preisniveau 2015	1 638,36	€/m ²	eigene Berechnungen: Mittelwert Massivbau- und Holzbauweise mit 1.731m ² WNF (20 WE) mit HWB von max. 15 kWh/m ² (dt. Passivhaus-Standard); inkludiert: KG 300 und KG 400 (Kosten für Baukonstruktion und technische Anlagen): Boris Mahler et al., Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus (Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2019)
Abbruch inkl. Entsorgen Gebäude umbauter Raum (Umbauter Raum) Wohnbau	35,00	€/m ³	Schätzung seitens der Bauabteilung der Firma Hasenöhr (Mailverkehr 15. und 16. Juli)
Anteil der für einen Ersatzbau infrage kommenden Gebäude Bauperiode 1945-1960	0,10	Prozentsatz	vgl. Walter Hüttler, Contracting und Reconstructing im gemeinnützigen Wohnungswesen. S.46f
Annahme EVQ (Eigenverbrauchsquote) PV-Strom im mehrgeschossigen Wohnbau	0,55	Prozentsatz	durchschnittlicher EVQ bei Einfamilienhäuser: 35%, bei gemeinschaftlich genutzten Anlagen im mehrgeschossigen Wohnbau bis zu 70%, aufgrund der begrenzten Dachfläche und durch Energiespeicherung bzw. load shifting; vgl. Leonhard Friedrich Peböck, "Photovoltaik auf Mehrparteiengebäuden: Wirtschaftliche Bewertung der Nutzenzuweisung einer gemeinschaftlich genutzten Photovoltaikanlage auf einem Mehrparteiengebäude in Österreich" (Universität für Bodenkultur, 2019). S.36f
Annahme installierte Leistung des Strombedarfs im mehrgeschossigen Wohnbau	0,70	Prozentsatz	durchschnittlicher EVQ bei Einfamilienhäuser: bei gemeinschaftlich genutzten Anlagen im mehrgeschossigen Wohnbau bis zu 70%, aufgrund der begrenzten Dachfläche und durch Energiespeicherung bzw. load shifting; vgl. Leonhard Friedrich Peböck, "Photovoltaik auf Mehrparteiengebäuden: Wirtschaftliche Bewertung der Nutzenzuweisung einer gemeinschaftlich genutzten Photovoltaikanlage auf einem Mehrparteiengebäude in Österreich" (Universität für Bodenkultur, 2019). S.36f

Tabellenblatt Ökologie

	jährl. äq.CO ₂ -Emissionen _{aktuell} (t/pax) betroffene WE	jährl. äq. CO ₂ -Emissionen ₂₀₃₀ (t/pax)	indir. äq. CO ₂ -Emissionen (t/pax)	Lebensdauer Maßnahme	Reduktion äq. CO ₂ -Emissionen pro pax der betroffenen WE (t/a)	# betroffene WE
GK1						
S1b	1,14	0,36	0,63	20	0,81	37 680
S2	1,14	0,43	0,00	1	0,71	37 680
S3	0,90	0,71	0,79	30	0,17	41 629
S4	1,26	0,74	0,37	40	0,52	14 805
S5	0,90	0,36	20,69	50	0,13	10 047
S6	1,26	0,36	41,37	50	0,08	2 835
1+2+4	1,26	0,00	0,63/0,79/0,37	20,30,40	1,20	14 805
GK2						
S1b	1,21	0,36	0,66	20	0,82	16 748
S2	1,21	0,43	0,00	1	0,78	16 748
S3	0,64	0,44	0,79	30	0,17	45 675
S4	0,72	0,54	0,37	40	0,17	34 138
S5	0,64	0,36	20,69	50	-0,13	7 161
S6	0,72	0,36	41,37	50	-0,46	0
1+2+4	0,72	0,00	0,63/0,79/0,37	20,30,40	0,65	34 138
GK3						
S1b	1,16	0,36	0,64	20	0,77	550
S2	1,16	0,43	0,00	1	0,73	550
S3	0,47	0,27	0,79	30	0,17	8 404
S4	0,47	0,43	0,37	40	0,03	12 503
S5	0,47	0,36	20,69	50	-0,30	1 170
S6	0,47	0,36	41,37	51	-0,70	0
1+2+4	0,47	0,00	0,63/0,79/0,37	20,30,40	0,40	12 503
GK4						
S1b	1,08	0,36	0,58	20	0,70	644
S2	1,08	0,42	0,00	1	0,66	644
S3	0,49	0,29	0,79	30	0,17	4 826
S4	0,49	0,46	0,37	40	0,02	0
S5	0,49	0,36	20,69	50	-0,28	672
S6	0,49	0,36	41,37	51	-0,68	0
1+2+4	0,487530758	0,00	0,63/0,79/0,37	20,30,40	0,42	0

Ergebnis/ Strategie	Reduktion äq. CO ₂ -Emissionen pro pax der be- troffenen WE (t/a) für alle GK	be- troffene WE	jährl. einge- sparte äq. CO ₂ -Emissio- nen in t	be- troffene Bewoh- nende	Auswirkung Emissi- onsreduktion auf Portfolio 1945-2007: reduzierte t/a pro Bewohner*in Wr.W.	# be- troffene WHA
Strat 1b	0,81	55 622	86 606	106 516	0,29	445
Strat 2	0,73	55 622	78 020	106 516	0,26	445
Strat 3	0,17	100 534	32 741	192 522	0,11	804
Strat 4	0,23	61 446	26 531	117 669	0,09	492
Strat 5	-0,01	19 050	-280	36 481	0,00	152
Strat 6	0,08	2 835	424	5 429	0,00	23
Strat 1a	0,81	55 622	86 606	106 516	0,29	445

Kombinationsmöglichkeiten	
S1+S4	1,04
S2+S4	0,96
S1+S4+S5	1,03
S1+S3+S4	1,21
S2+S3	0,90
S2+S3+S4	1,13
S1+S3	0,98

Tabellenblatt äquivalente CO₂-Emissionen_2030

	HWB pro pers. (kWh/a)	Konversionsfaktor HWB f _{CO₂eq} (g/kWh)	WWWB pro pax (kWh/a)	Konversionsfaktor WWWB f _{CO₂eq} (g/kWh)	HHSB pro pax (kWh/a)	Konversionsfaktor HHSB f _{CO₂eq} (g/kWh)	CO ₂ -Emissionen pro pax (t/a)
GK 1							
Strat 1	1 922,68	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
Strat 2	1 922,68	22,00	1 199,00	22,00	1 572	227	0,43
Strat 3	1 922,68	175,40	1 199,00	175,40	1 572	102	0,71
Strat 4	960,38	175,40	1 199,00	175,40	1 572	227	0,74
Strat 5	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
Strat 6	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
1+2+4	960,38	0,00	799,33	0,00	1 572	0	0,00
GK 2							
Strat 1	2 113,61	0,00	1 105,21	0,00	1 572	227	0,36
Strat 2	2 113,61	22,00	1 199,00	22,00	1 572	227	0,43
Strat 3	2 113,61	84,88	1 199,00	84,88	1 572	102	0,44
Strat 4	960,38	84,88	1 199,00	84,88	1 572	227	0,54
Strat 5	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
Strat 6	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
1+2+4	960,38	0,00	799,33	0,00	1 572	0	0,00
GK 3							
Strat 1	1 952,17	0,00	1 182,26	0,00	1 572	227	0,36
Strat 2	1 952,17	22,00	1 199,00	22,00	1 572	227	0,43
Strat 3	1 952,17	35,81	1 199,00	35,81	1 572	102	0,27
Strat 4	960,38	35,81	1 199,00	35,81	1 572	227	0,43
Strat 5	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
Strat 6	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
1+2+4	960,38	0,00	799,33	0,00	1 572	0	0,00
GK 4							
Strat 1	1 591,36	0,00	1 164,85	0,00	1 572	227	0,36
Strat 2	1 591,36	22,00	1 199,00	22,00	1 572	227	0,42
Strat 3	1 591,36	46,84	1 199,00	46,84	1 572	102	0,29
Strat 4	960,38	46,84	1 199,00	46,84	1 572	227	0,46
Strat 5	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
Strat 6	575,59	0,00	799,33	0,00	1 572	227	0,36
1+2+4	960,38	0,00	799,33	0,00	1 572	0	0,00

Tabellenblatt Ökonomie Teil 2

Ergebnisse pro Strategie	pro pax (€)	pro pax (€)	total €	total €	pro pax (€)
	Fremdkapital pro pax. (ohne Förderungen)	Fremdkapital pro pax. (inkl. Förderungen)	Einzusetzendes Fremdkapital (nach Abzug Mietzinsreserve)	Gesamtinvestitions-kosten ohne Abzug Mietzinsreserve	(Eigenkapital)-Investitionen pro pax. ohne Abzug Mietzinsreserve
Strat 1	€ 525	€ 0	€ 55 876 395	€ 177 875 773	€ 1 670
Strat 2	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Strat 3	€ 0	€ 0	€ 0	€ 75 630 941	€ 393
Strat 4	€ 4 878	€ 0	€ 573 933 693	€ 708 706 926	€ 6 023
Strat 5	€ 52 964	€ 329 228	€ 1 932 180 631	€ 1 932 180 631	€ 52 964
Strat 6	€ 54 922	€ 0	€ 298 188 287	€ 304 406 809	€ 56 067
Strat 1a	€ 525	€ 0	€ 55 876 395	€ 177 875 773	€ 1 670

Negative Werte bei Förderungseinnahmen bedeuten "negative Ausgaben", also Förderungseinnahmen durch Wiener Wohnen beschreiben

Fremdkapitaleinsatz Kombis	
S1+S4	€ 629 810 088
S2+S4	€ 573 933 693
	€ 2 561 990
S1+S4+S5	719
S1+S3+S4	€ 629 810 088
S2+S3	€ 0
S2+S3+S4	€ 573 933 693
S1+S3	€ 55 876 395

Kosten Kombis	
S1+S4	€ 886 582 699
S2+S4	€ 708 706 926
S1+S4+S5	€ 2 818 763 330
S1+S3+S4	€ 962 213 640
S2+S3	€ 75 630 941
S2+S3+S4	€ 784 337 867
S1+S3	€ 253 506 713

Tabellenblatt Soziale Verträglichkeit Teil 1

	Ø monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt	jährliche Wohnkosten pro Haushalt 2018	jährliche Wohnkosten pro Haushalt 2030	# betroffene Haushalte
GK 1				
Strat 1b	€ 35,29	€ 6 432,00	€ 6 008,50	37 680
Strat 2	-€ 47,85	€ 6 432,00	€ 7 006,26	37 680
Strat 3	€ 27,02	€ 6 432,00	€ 6 107,75	41 629
Strat 4	-€ 43,03	€ 6 432,00	€ 6 948,41	14 805
Strat 5	-€ 995,46	€ 6 432,00	€ 18 377,56	10 047
Strat 6	-€ 1 028,09	€ 6 432,00	€ 18 769,04	2 835
Strat 1a	€ 39,61	€ 6 432,00	€ 5 956,68	37 680
GK 2				
Strat 1b	€ 34,84	€ 6 432,00	€ 6 013,95	16 748
Strat 2	-€ 49,38	€ 6 432,00	€ 7 024,55	16 748
Strat 3	€ 27,02	€ 6 432,00	€ 6 107,75	45 675
Strat 4	-€ 46,52	€ 6 432,00	€ 6 990,28	34 138
Strat 5	-€ 995,46	€ 6 432,00	€ 18 377,56	7 161
Strat 6	-€ 1 028,09	€ 6 432,00	€ 18 769,04	0
Strat 1a	€ 39,34	€ 6 432,00	€ 5 959,86	16 748
GK 3				
Strat 1b	€ 35,22	€ 6 432,00	€ 6 009,34	550
Strat 2	-€ 48,09	€ 6 432,00	€ 7 009,08	550
Strat 3	€ 27,02	€ 6 432,00	€ 6 107,75	8 404
Strat 4	-€ 55,10	€ 6 432,00	€ 7 093,21	12 503
Strat 5	-€ 995,46	€ 6 432,00	€ 18 377,56	1 170
Strat 6	-€ 1 028,09	€ 6 432,00	€ 18 769,04	0
Strat 1a	€ 39,57	€ 6 432,00	€ 5 957,17	550
GK 4				
Strat 1b	€ 36,08	€ 6 432,00	€ 5 999,04	644
Strat 2	-€ 45,21	€ 6 432,00	€ 6 974,51	644
Strat 3	€ 27,02	€ 6 432,00	€ 6 107,75	4 826
Strat 4	-€ 873,44	€ 6 432,00	€ 16 913,32	0
Strat 5	-€ 995,46	€ 6 432,00	€ 18 377,56	672
Strat 6	-€ 1 028,09	€ 6 432,00	€ 18 769,04	0
Strat 1a	€ 40,07	€ 6 432,00	€ 5 951,16	644

Tabellenblatt Soziale Verträglichkeit Teil 2

Ergebnisse/ Strat.	Ø monatl. Veränderung der Wohnkosten pro Haushalt	# betroffene Haushalte	% der Wohnkostenver- änderung
Strat 1	€ 35,16	55 622	-6,56%
Strat 2	-€ 48,29	55 622	9,01%
Strat 3	€ 27,02	100 534	-5,04%
Strat 4	-€ 47,43	61 446	8,85%
Strat 5	-€ 995,46	19 050	185,72%
Strat 6	-€ 1 028,09	2 835	191,81%
Strat 1a	€ 39,53	55 622	-7,38%

Positive Werte bedeuten eine Entlastung der Haushalte,
negative Werte eine Belastung der Haushalte.

Kombinationsmöglichkeiten

S1+S4	-€ 12,26
S2+S4	-€ 95,71
S1+S4+S5	-€ 1 007,73
S1+S3+S4	€ 14,76
S2+S3	-€ 21,26
S2+S3+S4	-€ 68,69
S1+S3	€ 62,18