

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

target

architekturbüro
schulze darup



net-Zero-Quartiere

Entwicklung und Umsetzung von innovativen Quartierslösungen zur CO₂-freien Gebäudesanierung

Abschlussbericht

gefördert unter dem Az. 35579/01 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

target GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Tobias Timm
Hefehof 8, 31785 Hameln

in Kooperation mit

Architekturbüro Dr. Schulze Darup

Dr. Burkhard Schulze Darup
Sundgauer Straße 54, 14169 Berlin

Passivhaus Institut GmbH

Dr. Jürgen Schnieders
Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt

Hameln, 21. Dezember 2023

net-Zero-Quartiere

Entwicklung und Umsetzung von innovativen Quartierslösungen
zur CO₂-freien Gebäudesanierung

Abschlussbericht

Antragsteller

target GmbH
HefeHof 8
31785 Hameln
www.targetgmbh.de

in Kooperation mit und Unterbeauftragung von

Architekturbüro Dr. Burkhard Schulze Darup
Sundgauer Straße 54, 14169 Berlin

Passivhaus Institut GmbH
Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt

Autoren

Dr. Jürgen Schnieders, Passivhaus Institut Darmstadt
Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt, Berlin
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Timm, target GmbH

Stand

Dezember 2023

Gender-Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird an einigen Stellen auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Bezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Förderung

DBU-Förderung im Rahmen des DBU-Fördervorhabens „net-Zero-Quartiere“ (DBU-AZ 35579/01)

Inhalt

1. Zusammenfassung.....	8
2. Einführung.....	9
2.1 Beschreibung der Ausgangssituation und Stand der Technik.....	9
2.2 Umweltrelevanz des bearbeiteten Themenfelds.....	10
2.3 Zielsetzung des Vorhabens.....	11
3. Projekt- und Finanzmanagement (AP 0).....	12
4. Akquise (AP 1).....	12
4.1 Maßnahmen und Instrumente zur Akquise.....	13
4.1.1 Kontaktaufnahme.....	13
4.1.2 Kontaktaufnahme über Präsentationen auf Veranstaltungen.....	14
4.1.3 Information über die Deutsche Energie-Agentur dena.....	14
4.1.4 Stand auf der euz-Tagung.....	14
4.2 Kontaktintensivierung mit interessierten Wohnungsunternehmen.....	14
4.2.1 Quartier Alfred-Schulze-Straße, Rostock.....	15
4.2.2 Quartier Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen.....	15
4.2.3 Quartier Paul-Gossen-Straße, Erlangen.....	16
4.2.4 Quartier Seelhorst, Hannover.....	16
4.2.5 Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt.....	16
5. Fach-Workshops (AP 2).....	17
5.1 Quartier Alfred-Schulze-Straße, Rostock.....	17
5.2 Quartier Paul-Gossen-Straße, Erlangen.....	18
5.3 Quartier Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen.....	18
5.4 Quartier Seelhorst, Hannover.....	18
5.5 Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt.....	19
6. Entwicklung von net-Zero-Konzepten (AP 3).....	19
6.1 Quartier Alfred-Schulze-Straße, Rostock.....	20
6.1.1 Endenergiebedarf.....	22
6.1.2 CO ₂ -Emissionen.....	22
6.1.3 Lebenszykluskosten.....	23
6.2 Paul-Gossen-Straße, Erlangen.....	23
6.2.1 Endenergiebedarf.....	25
6.2.2 CO ₂ -Emissionen.....	26
6.2.3 Lebenszykluskosten.....	26

6.3	Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen	27
6.3.1	Wohnungsmix.....	28
6.3.2	Zentrale Ziele des Unternehmens	29
6.3.3	Endenergiebedarf.....	30
6.3.4	CO ₂ -Emissionen.....	30
6.3.5	Lebenszykluskosten	31
6.4	Quartier Seelhorst, Hannover	32
6.4.1	Wohnungsmix.....	33
6.4.2	Zentrale Ziele des Wohnungsunternehmens	34
6.4.3	Endenergiebedarf.....	34
6.4.4	Primärenergie-Bedarf	35
6.4.5	CO ₂ -Emissionen.....	36
6.4.6	Investitionskosten	36
6.4.7	Lebenszykluskosten	37
6.5	Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt	38
6.5.1	Zentrale Ziele des Wohnungsunternehmens	39
6.5.2	Variante 1: Sole-Wasser-Wärmepumpe und Durchlauferhitzer	40
6.5.3	Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe und Abluftwärmepumpe	40
6.5.4	Variante 3: Holzpellet-Kessel mit Durchlauferhitzern	40
6.5.5	CO ₂ -Bilanz der Varianten	41
6.5.6	Gesamtbewertung der Varianten im Vergleich.....	41
7.	Präsentation der Konzepte bei den Wohnungsunternehmen (AP 4).....	42
7.1	Präsentation Alfred-Schulze-Straße, Rostock.....	42
7.2	Präsentation Quartier Paul-Gossen-Straße, Erlangen	43
7.3	Präsentation Quartier Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen	44
7.4	Präsentation Quartier Seelhorst, Hannover.....	44
7.5	Präsentation Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt.....	44
8.	Kommunikation & Verbreitung (AP 5).....	45
8.1	Präsentationen	45
8.1.1	11. Forum Wohnungslüftung HEA / UBA 21.06.2022	45
8.1.2	14. Effizienztagung Bauen und Modernieren 10.-11.11.2022 in Hannover.....	45
8.1.3	dena Energiewende Kongress, 14.11.2022.....	46
8.1.4	Institut für Städtebau Berlin, 11.-12.05.2023.....	46
8.1.5	Passivhaustagung 2023, 11.03.2023	46
8.1.6	Forum Energie & Bau der Architektenkammer Hannover, 25.05.2023	46
8.1.7	PHI Arbeitskreis Serielles Sanieren 2023.....	47

8.2 Fortführung und Verstetigung.....	47
9. Fazit.....	48

Abbildungen

Abbildung 1 Endenergiebedarf der untersuchten Varianten	22
Abbildung 2 CO ₂ -Emissionen der untersuchten Varianten	22
Abbildung 3 Lebenszykluskosten der untersuchten Varianten.....	23
Abbildung 4 Quartiersgebiet Paul-Gossen-Straße	23
Abbildung 5 Hochwertige Freiflächen mit zahlreichen Bäumen, Paul-Gossen-Straße 85-87	24
Abbildung 6 Grundriss für die Wohngeschosse der Paul-Gossen-Straße 77 - 91	25
Abbildung 7 Schrittweise Veränderung des Endenergiebedarfs.....	25
Abbildung 8 Schrittweise Veränderung der CO ₂ -Emissionen durch die Maßnahmen.....	26
Abbildung 9 Lebenszykluskosten in der Abfolge der Maßnahmen	26
Abbildung 10 Lageplan des Quartiers mit den sechs Baukörpern	27
Abbildung 11 Blick von Westen in das Quartier Heinrich-Hertz-Straße	28
Abbildung 12 Standard-Grundriss für die Gebäude im Gebiet Heinrich-Hertz-Straße.....	29
Abbildung 13 Schrittweise Veränderung des Endenergiebedarfs.....	30
Abbildung 14 Schrittweise Veränderung der CO ₂ -Emissionen	30
Abbildung 15 Lebenszykluskosten (€/m ² Wohnfläche).....	31
Abbildung 16 Lageplan des Quartiers Seelhorst	32
Abbildung 17 Ansicht Edisonweg 4 und 4a	33
Abbildung 18 Schrittweise Reduzierung des Endenergiebedarfs	35
Abbildung 19 Schrittweise Reduzierung der Primärenergie.....	35
Abbildung 20 Schrittweise Reduzierung der CO ₂ -Emissionen.....	36
Abbildung 21 Lebenszykluskosten nach Durchführung der einzelnen Maßnahmen.	37
Abbildung 22 Satellitenaufnahme des Quartiers Heimgartenstraße.....	38
Abbildung 23 Heimgartenstraße 11 (links) und Heimgartenstraße 13 (rechts)	39
Abbildung 24 CO ₂ -Bilanz für die Wärmeversorgung.....	41
Abbildung 25 Zusammenfassung der Bewertung aller drei untersuchten Varianten.....	42
Abbildung 26 Drei Bauabschnitte in Erlangen-Ost.....	43

Tabellen

Tabelle 1 erstellte net-Zero-Konzepte und Stand der Umsetzung	8
Tabelle 2 akquirierte Quartiere mit ihrer Größe	13
Tabelle 3 erstellte net-Zero-Konzepte und Stand der Umsetzung	20
Tabelle 4 Übersicht über die Anzahl der Wohneinheiten	21
Tabelle 5 Zusammenstellung der U-Werte und sonstigen Kennwerte für die vier Varianten	21
Tabelle 6 Auflistung der Gebäude vor und nach der Sanierung.....	24
Tabelle 7 Auflistung der Nutzfläche und Anzahl der Wohnungen vor und nach der Sanierung .	28
Tabelle 8 Zusammenstellung nach Baukörpern	33
Tabelle 9 Zusammenstellung der Investitionskosten.....	37
Tabelle 10 Modernisierungsjahr der Wohnblocks sowie Art der Modernisierung	39

1. Zusammenfassung

Das Ziel der Bundesregierung, bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen, erfordert ein neues Denken bei der energetischen Gebäudemodernisierung. Hilfreich wird es sein, Gebäude zukünftig nicht mehr isoliert, sondern vielmehr in ihrem Gesamtzusammenhang im Quartier zu betrachten. Es werden neue und innovative Ansätze benötigt, um die energetische Gebäudesanierung für alle Beteiligten attraktiver, günstiger und schneller zu machen. Benötigt werden konkrete Strategien und Umsetzungspläne, die sowohl technisch als auch finanziell zukunftsfähige Quartiere ermöglichen.

Im Rahmen des Vorhabens „net-Zero-Konzepte“ wurde für 800 Wohneinheiten in fünf Quartieren mit sehr unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen die Erreichbarkeit eines klimaneutralen „net-Zero-Quartiers“ geprüft und anhand eines Umsetzungsplans die konkrete Vorgehensweise mit den notwendigen technischen Standards beschrieben.

In Tabelle 1 befindet sich eine Übersicht der untersuchten Quartiere und des durch die entwickelten Konzepte erreichten Umsetzungsstands. Das Ergebnis zeigt die Relevanz und zugleich die Praxisnähe der erstellten Konzepte für ein zusammenhängendes Quartier anstelle nur der Einzelbetrachtung von Gebäuden: Durch die net-Zero-Konzepte konnte ein gewaltiger Impuls zur kurzfristigen Dekarbonisierung von neun Modellquartieren mit über 1.200 Wohneinheiten gesetzt werden.

Tabelle 1 erstellte net-Zero-Konzepte und Stand der Umsetzung

Quartier	Anzahl WE im net-Zero-Konzept	Stand der Umsetzung	Anzahl WE nach Fertigstellung
Alfred-Schulze-Straße, Rostock	99	noch in Vorplanung; Erweiterung um weitere Gebäude	200
Paul-Gossen-Straße, Erlangen	156	Aufträge an GÜ Synergieering Erweiterung auf zwei weitere Bauabschnitte (GÜ Niersberger) aktuell in Umsetzung	450
Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen	168	Auftrag an GÜ ecoworks Erweiterung auf Quartier Buckenhofer Weg Umsetzung ab 03/2024	250
Seelhorst, Hannover	198	Auftrag an Gundlach Bauträger aktuell Abstimmung Änderung B-Plan mit Stadt Hannover	198
Heimgartenstraße, Sarstedt	179	Auftrag an SiSTEMS aktuell in Umsetzung	179
Summe	800		1277

Einen Schlüssel für die Erreichung nimmt dabei die serielle Sanierung mit vorgefertigten Gebäudeelementen mit Passivhausqualität und Haustechnikelementen auf Basis von Wärmepumpentechnik unter Nutzung des kompletten vorhandenen PV-Potenzials im jeweiligen Quartier ein.

2. Einführung

Das Ziel der Bundesregierung, Emissionen in Deutschland bis 2045 auf „Netto Null“ zu reduzieren, ist eine enorme gesellschaftspolitische Herausforderung. Ein wesentlicher Schlüssel zur Erreichung dieses Ziels liegt im Gebäudebestand, da dieser für 40 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen verantwortlich zeichnet. Allerdings ist die Sanierungsquote rückläufig und liegt inzwischen bei unter einem Prozent jährlich. Unter den derzeitigen Voraussetzungen sind die gesetzten Klimaschutzziele nicht zu erreichen.

Die Energiewende erfordert durch den Einsatz erneuerbarer Energien ein neues Denken bei der energetischen Gebäudemodernisierung. In diesem Kontext dürfen einzelne Gebäude zukünftig nicht mehr isoliert, sondern vielmehr in ihrem Gesamtzusammenhang im Quartier betrachtet werden. Die Möglichkeiten von einzelnen Gebäuden zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien sowie der Umsetzung innovativer Versorgungskonzepte sind in der Regel begrenzt. Der Gesamtzusammenhang von Gebäuden in einem Quartier kann an dieser Stelle jedoch vielfach ein höheres Maß an Freiheitsgraden und Potenzialen bieten, so dass sich bei räumlicher Erweiterung der Bilanzgrenze auf ganze Quartiere die Option einer klimaneutralen Versorgung technisch und wirtschaftlich einfacher erschließen lässt.

Es werden aber auch neue und innovative Ansätze benötigt, um die energetische Gebäudesanierung für alle Beteiligten attraktiver, günstiger und schneller zu machen. Es geht um konkrete Strategien und Umsetzungspläne, die sowohl technisch als auch finanziell zukunftsfähige Quartiere ermöglichen.

2.1 Beschreibung der Ausgangssituation und Stand der Technik

Die Entwicklung eines klimaneutralen Gebäudebestands bis zum Jahr 2045 ist ein herausragendes Ziel und gleichzeitig eine große Aufgabe für Politik, Wohnungswirtschaft und Gesellschaft. Unter den gegenwärtigen Bedingungen wird jedoch deutlich, dass dieses Ziel nicht erreicht werden kann. So sind die CO₂-Emissionen im Gebäudebestand seit 2015 trotz großer Anstrengungen und einer Vielzahl von Förderprogrammen so gut wie nicht zurückgegangen. Die Modernisierungsrate im Gebäudebestand ist rückläufig und liegt inzwischen bei weniger als einem Prozent pro Jahr. Bereits heute fehlen der Bauwirtschaft rund 130.000 Fachkräfte. Laut GdW und Mieterbund fehlen in Deutschland über eine Million bezahlbare Wohnungen, insbesondere in den Ballungsräumen. Darüber hinaus sind die Bau- und Modernisierungskosten in den letzten Jahren aufgrund der hohen Nachfrage im Neubau, der steigenden Inflation und der Auswirkungen des Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine sehr stark gestiegen. In diesem äußerst schwierigen Umfeld erscheint ein konsequenter Systemwechsel dringend erforderlich. Die energetische Modernisierung von Gebäuden erfolgt in Deutschland immer noch kleinteilig und manuell ohne hinreichende Optimierung der Schnittstellen zwischen den einzelnen Gewerken. Die Planung orientiert sich in vielen Fällen an den wenig ambitionierten Vorgaben der Energieeinsparverordnung. Als Ergebnis bleiben Modernisierungsrate und -tiefe gering.

Darüber hinaus werden durch die alleinige Betrachtung von Einzelgebäuden mögliche Optionen zur klimaneutralen Versorgung, die sich bei räumlicher Erweiterung auf ganze Quartiere ergeben können, nicht genutzt. Zudem wird nicht ausreichend bedacht, dass innerhalb eines Gebäudetechnik-Investitionszyklus von nur zwanzig Jahren ein vollständiger Paradigmenwechsel von fossilen Brennstoffen zu erneuerbar-elektrobasierter Versorgung erfolgen muss. Dadurch entstehen Prämissen, die hohe Chancen bieten, die Klimaziele bis 2045 trotz der ungünstigen Ausgangslage zu erreichen. Zur Bewältigung dieser Aufgaben werden allerdings grundlegend neue Ansätze benötigt. Es geht um konkrete Strategien und Umsetzungspläne, die sowohl technisch als auch finanziell zukunftsfähige Quartiere ermöglichen. Dazu bietet sich mit der industrialisierten Sanierung eine neue Lösung an. Mit serieller Vorfertigung der Gebäudehülle und Dächer, vormontierter Gebäudetechnik mit integraler Einbeziehung erneuerbarer Energien sowie digitaler Planung können Quartiere umfassend, sozialverträglich und kurzfristig umgestaltet werden. Es wird möglich, hocheffiziente Sanierungen kostengünstig durchzuführen und Quartiere komplett CO₂-neutral zu gestalten.

2.2 Umweltrelevanz des bearbeiteten Themenfelds

Bereits oben wird auf die hohe Relevanz des Gebäudesektors für die Erreichung der deutschen Klimaziele verwiesen. 2020 war der Gebäudebereich für die Emission von etwa 120 Megatonnen Treibhausgasen verantwortlich. Dabei handelt es sich um die direkten Emissionen, die einen Anteil von ca. 16 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland ausmachen. Wenn auch die indirekten Emissionen einbezogen werden, die für die Strom- und Wärmeversorgung des Gebäudebereichs in der Energiewirtschaft anfallen, liegt der Anteil bei etwa 30 Prozent.

Durch das Vorhaben wird ein wichtiges klimarelevantes Ziel verfolgt, denn nur mit einem systematischen und konsequenten Systemwechsel kann bis 2045 ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden. Nach UBA sind 36 Prozent aller Gebäude in Deutschland unsaniert, weitere 52 Prozent teilsaniert. Bundesweit wird allein für Wohngebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung 1979 errichtet worden sind, es handelt sich dabei um einen Anteil von etwa zwei Dritteln, ein Marktpotential von rund 5 Mio. Wohneinheiten mit typischen Heizwärmeverbräuchen von 150 bis 200 kWh je Quadratmeter Wohnfläche abgeschätzt. Bei Mitbilanzierung der grauen Energie aller bei der Modernisierung verwendeten Materialien ergibt sich bei der Hochskalierung des CO₂-Einsparpotentials auf diesen Altgebäudebestand ein über 20 Jahre kumuliertes Einsparpotential von 500 Megatonnen. Zum Vergleich: Die CO₂-Emissionen in Deutschland betragen 2020 rund 740 Megatonnen. Das Projekt soll deshalb nicht zuletzt durch sein hohes Maß an Übertragbarkeit ein Initialzündler dafür sein, um Bekanntheit und Nachfrage aber auch das Angebot nach net-Zero-Konzepten einschließlich deren Umsetzung nachhaltig zu fördern.

2.3 Zielsetzung des Vorhabens

Die Ausgangssituation mit den gesetzten Klimaschutzzielen auf der einen und der Stand der Technik im Bereich der energetischen Gebäudesanierung auf der anderen Seite machen die besonderen Chancen deutlich, die eine energetische Sanierung der Gebäudehülle in Kombination mit der gleichzeitigen Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien bei der Betrachtung auf Quartiersebene gegenüber der Fokussierung nur auf einzelne Gebäude bietet.

Die energetische Modernisierung von Bestandsgebäuden mit typischen jährlichen Heizenergieverbräuchen zwischen 140 und 200 Kilowattstunden je Quadratmeter durch den Einsatz von Passivhauskomponenten um den Faktor 10 und besser ist technisch und wirtschaftlich möglich. Es ist Ziel des Vorhabens, entgegen aktueller Praxis bei der energetischen Modernisierung ganzer Quartiere eine Sanierungstiefe zu erzielen, die den gesetzten Klimaschutzzielen der Bundesregierung entspricht und gleichzeitig eine umfassend erneuerbare Versorgung zu konzipieren, die für das Gebiet zur bilanziellen Klimaneutralität führt.

Dabei ist zu beachten, dass eine hohe Komplexität durch die vielfachen Aspekte von Quartiersplanungen gegeben ist. Neben energetischen und klimapolitischen Fragestellungen stellt sich die Frage, wie klimaneutrale Quartiere technisch zu erreichen sind ohne Wirtschaftlichkeitsaspekte und sozialpolitische Ziele aus den Augen zu verlieren. Gerade vor dem Hintergrund ambitionierter Klimaziele muss das oft diskutierte Spannungsfeld zwischen bezahlbarem Wohnraum und einer hocheffizienten energetischen Gebäudesanierung durchbrochen werden. Dabei besteht die Chance, Synergien hinsichtlich der Kosten durch den Einsatz seriell vorgefertigter Gebäudekomponenten und Haustechniklösungen zu erzielen. Durch industrielle Vorfertigung, Nutzung innovativer Planungswerkzeuge und insbesondere durch Erfahrungsgewinn durch spezialisierte Akteure, die z. B. als Generalübernehmer mit technisch und wirtschaftlich zunehmend optimierten Komponenten in diesem Segment arbeiten, kann es gelingen, Quartiere mit hoher Kosteneffizienz auf einen bilanziellen Null-Emissionsstandard zu bringen und der Sanierungsrate in Deutschland die notwendige Dynamik zu verschaffen, um die gesetzten Klimaschutzziele zu erfüllen. Wichtig ist dabei die Integration des Gebäudebetriebs in das Gesamtkonzept, sodass die avisierten Energiekennwerte sicher umgesetzt werden und kontinuierlich nicht nur einem Monitoring unterliegen, sondern als Geschäftsgrundlage für einen definiert kostengünstigen Betrieb. Ideen dazu, wie z. B. zum Umgang mit Mieterstrom sollen im Projekt angestoßen werden.

Im Rahmen dieses Projektes sollen also die Chancen und die Innovationsmöglichkeiten, die eine energetische Betrachtung und Modernisierung ganzer Quartiere ermöglicht, untersucht und dargestellt werden. Ziel dabei ist, net-Zero-Konzepte für ca. 1.000 Wohneinheiten, verteilt auf ca. 10 Quartiere umsetzungsorientiert zu entwickeln. Die ausgewählten Wohnquartiere mit ihren jeweiligen energetischen Ausgangssituationen sollen dabei hinsichtlich der Machbarkeit zur konkreten Umsetzung eines bilanziellen net-Zero Quartiers in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Wohnungsunternehmen untersucht werden. Neben baustrukturellen Faktoren (z.B. Größe des Quartiers, Baualtersklasse, Anzahl der Wohneinheiten, Soziodemografie) sollen dabei auch innovative Planungs- und Umsetzungsmethoden berücksichtigt werden, die sowohl technisch als auch finanziell zukunftsfähige Quartiere ermöglichen.

Im Projekt werden dazu fünf Arbeitspakete zu Grunde gelegt, die in den nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben werden:

Arbeitspaket 0: Projekt- und Finanzmanagement

Arbeitspaket 1: Akquise von Quartieren

Arbeitspaket 2: Fach-Workshops

Arbeitspaket 3: Entwicklung von net-Zero-Konzepten

Arbeitspaket 4: Präsentation Konzepte bei den Wohnungsunternehmen

Arbeitspaket 5: Kommunikation und Verbreitung

3. Projekt- und Finanzmanagement (AP 0)

Das für die Sicherstellung der Zielerreichung notwendige Projekt- und Finanzmanagement wurde im Arbeitspaket 0 zusammengefasst und von der Projektleitung übernommen. Ein Großteil des Projektzeitraums erstreckte sich über die Phase der Corona-Pandemie. Die dadurch verursachten Einschränkungen und Unsicherheiten aller Akteure hatten auch erheblichen Einfluss auf den Projekttablauf und Auswirkungen auf Möglichkeiten zur Akquise, auf Ortstermine und die generelle Bereitschaft der Zielgruppe Wohnungsunternehmen, um sich mit einem innovativen Thema zur Quartierssanierung zu beschäftigen. Der ursprünglich 24-monatige Projektzeitraum musste deshalb zweimal kostenneutral verlängert werden. Nach dem Start im April 2020 konnte das Vorhaben im Dezember 2023 nach 44 Monaten erfolgreich abgeschlossen werden. Über den Projekttablauf wurde die DBU kontinuierlich im Rahmen der Berichtspflichten auf dem Laufenden gehalten. Mit Abgabe des Abschlussberichts erfolgt parallel die Abrechnung des Vorhabens und die Vorlage des Schlussnachweises.

4. Akquise (AP 1)

Im Rahmen der Akquise sollten Wohnungsunternehmen über das Projekt und seine Möglichkeiten und Chancen zur Entwicklung von net-Zero-Konzepten informiert werden. Gleichzeitig war das Ziel, dafür zu motivieren innovative Sanierungstechniken einzusetzen, um Geschwindigkeit in der energetischen Sanierung aufzunehmen, möglichst viele Wohnungen energetisch zu optimieren und die gesetzten Klimaziele zu erreichen. In Arbeitspaket 1 war formuliert, die Grundlagen für ca. 1.000 Wohneinheiten im Geschosswohnungsbau, verteilt auf ca. 10 Quartiere zu erarbeiten und in der Folge eine hohe Anzahl von Wohnungen konkret in die Umsetzung der Sanierung zu bringen.

Ein wesentliches Mittel dazu lag in der Einbeziehung von erfahrenen Generalübernehmern und weiteren Akteuren aus Planung und Bau, Kommunen und der Wohnungswirtschaft.

Die Akquisephase war ursprünglich von KW 1 bis KW 24 eingeplant. Bedingt durch die massiven Einschränkungen der Corona-Pandemie hat sich die Akquise allerdings bis ins Frühjahr 2023 erstreckt. In Summe konnten fünf Quartiere mit einer Gesamtanzahl von 800 Wohneinheiten und einer Nutzfläche von 54.640 m² akquiriert.

Tabelle 2 akquirierte Quartiere mit ihrer Größe

Quartier	Anzahl WE	Nutzfläche An in m²
Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen	168	10.667
Alfred-Schulze-Straße, Rostock	99	6.217
Paul-Gossen-Straße, Erlangen	156	10.653
Heimgartenstraße, Sarstedt	179	9.668
Seelhorst, Hannover	198	17.435
Summe	800	54.640

Die Quartiere erstrecken sich über unterschiedliche Regionen in Deutschland. Bei den Quartieren handelt es sich insgesamt um eher große Quartiere, so dass die Komplexität der Betrachtung und die Entwicklung der entsprechenden Konzepte einen deutlich höheren Aufwand bedeutet als bei vergleichsweise kleineren Quartieren. Alle ausgewählten Quartiere konnten dennoch im Rahmen des im Projekt zur Verfügung stehenden Zeit- und Kostenbudgets detailliert betrachtet werden.

4.1 Maßnahmen und Instrumente zur Akquise

Für die Projektakquise wurde Kontakt aufgenommen mit Wohnungsunternehmen, Kommunen und Akteuren aus der Bauwirtschaft. Der Prozess lief vor allem über Direktansprache, daraus resultierende Gespräche bzw. Beratungen sowie über Präsentationen auf fachbezogenen Veranstaltungen. Folgende Schritte wurden durchgeführt, um den Akteuren die Idee des Vorhabens nahezubringen und Quartiere zur Betrachtung auszuwählen.

4.1.1 Kontaktaufnahme

Einige Dutzend Unternehmen wurden angeschrieben und/oder angesprochen. Hilfreich waren dabei ein sechsseitiger Flyer, der das Vorhaben in Kurzform beschreibt (siehe Anlage 1) sowie eine kleine 12-seitige Broschüre (siehe Anlage 2). Die Anfragen gingen sowohl über Energieagenturen, Kommunen als auch Wohnungsunternehmen (siehe Adressliste in Anlage 3).

Die Kontaktaufnahme war besonders erfolgreich bei Akteuren, die den Projektteilnehmern aus vorherigen Projekten bekannt waren. Der Weg ging vor allem über Telefonate und Mailkontakte mit dem Ziel, Beratungstermine zu vereinbaren.

4.1.2 Kontaktaufnahme über Präsentationen auf Veranstaltungen

Zudem wurde sowohl bei Vorträgen zur seriellen Sanierung auf das DBU-Vorhaben hingewiesen als auch über Networking auf unterschiedlichen Veranstaltungen, bei denen das Thema formell oder in Hintergrundgesprächen eingebracht wurde. Durch die Corona-Pandemie konnte diese üblicherweise sehr effiziente Kontaktebene nur in äußerst eingeschränkter Form angewandt werden.

4.1.3 Information über die Deutsche Energie-Agentur dena

Durch die Nähe der Ziele zwischen dem Projekt „net-Zero-Quartiere“ und dem Energiesprong-Projekt zur seriellen Sanierung der dena fand während der Projektlaufzeit ein kontinuierlicher Austausch mit der dena statt, so dass im Energiesprong-Projekt eingebundene Akteure auf das DBU-Projekt mit seinen Möglichkeiten aufmerksam gemacht wurden. Im Energiesprong-Newsletter 01.2020 vom 09.09.2020 fand eine bundesweite Bewerbung des Projekts statt (<https://www.energiesprong.de/newsroom/meldungen/2020/energiesprong-newsletter-01-2020/>). Auf dem Energiewende-Kongress der dena am 14.11.2022 wurde das Projekt in zwei Präsentationen vorgestellt und die Möglichkeit zur Teilnahme angeboten.

4.1.4 Stand auf der euz-Tagung

Im Rahmen der „14. Effizienztagung klimaneutrales Bauen und Modernisieren“ im November 2022 sollte ursprünglich die Abschlusspräsentation des Projekts durchgeführt werden. Dazu war am 12.11.2022 ein eigener Programm-Slot sowie die Präsentation im Rahmen einer Ausstellung vorgesehen. Bedingt durch die Projektverlängerung aufgrund der Pandemie wurde die Tagung und der Programm-Slot genutzt, um eine Zwischenpräsentation über den Stand des Projekts zu geben und gleichzeitig weitere interessierte Akteure auf die Möglichkeit hinzuweisen, sich mit einem eigenen Projekt zu beteiligen. Dadurch konnte letztlich das Wohnungsunternehmen kwg aus Hildesheim mit dem Quartier Heimgartenstraße gewonnen werden. Das Tagungsprogramm befindet sich unter https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/_downloads/Veranstaltungsdokumente/EffizienzTagung_2022.pdf.

4.2 Kontaktintensivierung mit interessierten Wohnungsunternehmen

Aus der Akquise ergaben sich zahlreiche Kontakte, die für die Kontaktintensivierung zu den Themen „net-Zero-Quartier“ und „serielle Sanierung“ genutzt wurden. Dabei ging es zunächst um Informationen, die in die Thematik einführten, wobei sehr unterschiedliche Informationstiefen erreicht wurden. Wie immer bei innovativen Ansätzen bestand eine verständliche Skepsis vieler Akteure. Diese wurde dadurch verstärkt, dass die energiesprong-Erstlingsprojekte wie z. B. in Hameln zunächst mit zahlreichen Herausforderungen zu kämpfen hatten. Der Grund lag vor allem in der noch völlig unterentwickelten Angebotsseite. Die eingeführten großen Bauunternehmen legten bis zum Jahr 2022 ihre Schwerpunkte sehr deutlich auf den Neubau, wo hohe Auftragsbestände und Margen umsetzbar waren. Innovative Akteure aus dem energiesprong-Umfeld unterschätzten zunächst die Komplexität der Aufgabe und besaßen in mehreren Fällen keine ausreichende

Erfahrung mit der sehr herausfordernden Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen im Bestand. Zudem wurde deutlich, dass es im Gegensatz zu Reihenhausprojekten in den Niederlanden eine deutlich höhere Herausforderung darstellt, Mehrfamilienhäuser seriell zu sanieren. Eingriffe innerhalb der Wohnungen waren nicht zu vermeiden und stellten sich durchweg als sehr viel umfangreicher dar als zunächst geplant. Diese Erfahrungen wurden innerhalb der Wohnungswirtschaft kommuniziert und stellten eine Barriere dar, die in vielen Gesprächen deutlich wurde.

Auf der anderen Seite ist den Wohnungsunternehmen bewusst, dass sie mit der Dekarbonisierung ihres Bestands eine gewaltige Aufgabe vor sich haben. Besonders kommunale Unternehmen und Genossenschaften werden durch ihre Aufsichtsgremien zudem zum Klimaschutz angehalten, so dass sie Strategien präsentieren müssen, wie sie diese Herausforderungen bewältigen wollen. In diesem Sinne konnten projektbezogenen Impulse für zahlreiche Akteure und konkrete Quartiere gegeben werden. Selbstverständlich führten nicht all diese Kontakte zu weiteren Bearbeitungen in Form von net-Zero-Konzepten oder gar zu konkreten Umsetzungsmaßnahmen. Dennoch waren auch diese wichtig, um langfristig einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands zu erreichen. Die folgende Auflistung zeigt die Quartiere, für die ein net-Zero-Konzept erstellt worden ist.

4.2.1 Quartier Alfred-Schulze-Straße, Rostock

Im Anschluss an ein Online-Seminar, bei dem die serielle Sanierung vorgestellt worden war, erfolgte der Anruf seitens des Amtes für Umwelt- und Klimaschutz der Stadt Rostock, das mit der kommunalen Wärmeplanung befasst war und dafür konkrete Zuarbeit auf Quartiersebene benötigte. Nach einem umfangreichen Sondierungsprozess wurde das Quartier der Wohnungsgenossenschaft Schifffahrt-Hafen (WGSH) mit knapp 100 Wohneinheiten als Untersuchungsobjekt ausgewählt.

4.2.2 Quartier Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen

Die GEWOBAU Erlangen soll im Auftrag der Stadt Erlangen in den nächsten Jahren 2.000 Wohnungen im Sinn der Klimaneutralität sanieren. Ihr damaliger Geschäftsführer nahm das Angebot zur Erstellung von net-Zero-Konzepten für zwei Quartiere an und setzte sich zum Ziel, innerhalb weniger Jahre möglichst den gesamten Bestand mit 6.000 Wohnungen im Sinn der seriellen Sanierung hochwertig zu modernisieren.

Das Quartier in der Heinrich-Hertz-Straße in Erlangen umfasst 18 Adressen mit zukünftig 168 Wohneinheiten. Die drei- bis viergeschossigen Baukörper des Untersuchungsgebiets sind sehr homogen. Die sechs Wohnblocks mit jeweils zwei bis vier Treppenhäusern beinhalten je zwischen 12 und 32 Dreizimmerwohnungen.

Für das Quartier wurde im Rahmen des DBU-Projekts ein net-Zero-Konzept entwickelt. Das Konzept sollte möglichst umsetzungsorientiert erstellt werden, um Vorgaben für die darauf anschließende Beauftragung an einen Generalübernehmer zur seriellen Sanierung zu erhalten.

4.2.3 Quartier Paul-Gossen-Straße, Erlangen

Parallel zum Quartier Heinrich-Hertz-Straße wurde seitens der GEWOBAU Erlangen ein zentrumsnahes Gebiet rund um die Paul-Gossen-Straße für eine vertiefte Untersuchung ausgewählt und die Durchführung eines weiteren net-Zero-Konzepts beauftragt. In diesem Gebiet wurden in der Folge drei Bauabschnitte seriell saniert.

4.2.4 Quartier Seelhorst, Hannover

Das Wohnungsunternehmen Gundlach plant die energetische Modernisierung und Weiterentwicklung des Quartiers Seelhorst in Hannover mit in Summe 198 Wohneinheiten. Im Zuge dessen gilt es auch, das gesamte Quartier aufzuwerten und die Zufriedenheit und Wohn- bzw. Nutzungsqualität der Akteure im Quartier weiter zu erhöhen. Es soll aufgezeigt werden, wie die langfristigen kommunalen und nationalen Ziele der Energieeinsparung und CO₂-Reduzierung im Quartier erreicht werden können. Ergebnis des Konzeptes soll ein konkreter Maßnahmenplan sein, mit dem Ziel bilanziell Klimaneutralität im Quartier zu erreichen. Darüber hinaus sieht Gundlach in der seriellen Gebäudemodernisierung Chancen, die Sanierungsrate und Sanierungstiefe deutlich zu erhöhen. Bisher liegen in Hannover keine ausreichenden Erfahrungen zu diesem Thema vor. Im Quartier soll deshalb pilothaft die Konzeption und ggf. Umsetzung geprüft werden. Dazu soll ein Modernisierungskonzept für ein Mustergebäude unter Nutzung industriell vorgefertigter Komponenten und Haustechnik-Container sowie innovativer und digitaler Planungsinstrumente entstehen.

4.2.5 Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt

Die kwg Kreiswohnbaugesellschaft Hildesheim ist ein Wohnungsunternehmen in kommunaler Trägerschaft. Im Bestand befinden sich ca. 570 Gebäude mit etwa 4.200 Wohneinheiten im Landkreis Hildesheim. Die Bestände stammen überwiegend aus den Baujahren der 1950er und 1960er Jahre. Mit der kontinuierlichen Sanierung eines Großteils des Bestands in den Jahren 1998 bis 2019 wurde ein charakteristischer mittlerer Standard erzielt. Dieser ist allerdings für die Erreichung der gesetzten Klimaziele der Bundesregierung nicht ausreichend. Die Nachrüstung von Dämmung oder eine weitere vollumfängliche Modernisierung der Gebäudehülle nach heutigen Standards zur Erreichung der Klima-Zielwerte scheidet aus wirtschaftlicher Sicht bis zum nächsten Sanierungszyklus aus. Aus diesem Grund wurde das Quartier Heimgartenstraße ausgewählt, um mit dem gegebenen mittleren Wärmeschutz Lösungen im Bereich der Versorgungstechnik zu ermitteln, mit denen eine bilanzielle Klimaneutralität des Quartiers erreicht werden kann und diese im Rahmen eines net-Zero-Konzepts aufzubereiten. Die Ergebnisse sollen anschließend auf weitere Bestände und Quartiere übertragen werden.

5. Fach-Workshops (AP 2)

Für die Entwicklung der net-Zero-Konzepte erschien es wichtig, die Baupraxis und technologische Trends einzubeziehen, um eine spätere Umsetzung zu erleichtern. Eine Aufgabe innerhalb des Projekts war es deshalb, den Austausch und die Vernetzung mit Generalübernehmern und weiteren Akteuren aus Planung, Bau, Kommunen, Wohnungswirtschaft sowie dem Energiesprung-Projekt der dena in den Themengebieten „Umsetzung klimaneutraler Wohnquartiere“ und „serielle Modernisierung“ zu organisieren.

Die ursprüngliche Idee, diesen Fachaustausch in zwei zentralen Workshops durchzuführen, konnte nicht umgesetzt werden, da der Projektablauf der akquirierten Projekte aufgrund der Corona-Pandemie zeitlich nicht synchron funktionierte.

Stattdessen wurden projektbezogene Workshops durchgeführt, die im Ergebnis sogar einen wesentlich intensiveren Austausch für das jeweilige Quartier ermöglicht haben und durch die Vielzahl unterschiedlicher Projekte ein noch größeres Potenzial erzielen konnten, Herausforderungen und Lösungen des einen Projekts auf die anderen Projekte mit ihren Akteuren zu multiplizieren. In der nachfolgenden Zusammenstellung befinden sich alle Fach-Workshops, die zu den innerhalb des Vorhabens behandelten Quartieren durchgeführt worden sind.

5.1 Quartier Alfred-Schulze-Straße, Rostock

Die Umsetzung des net-Zero-Konzepts für das Quartier Alfred-Schulze-Straße war eingebunden in die parallel stattfindende Wärmeplanung der Stadt Rostock. Deshalb bot sich die Chance, die gegenseitigen Synergien zwischen der strategischen Wärmeplanung der Stadt Rostock und der operativen Umsetzung eines dekarbonisierten Quartiers innerhalb der Stadt zu diskutieren, die Hintergründe der jeweiligen Projekte zu präsentieren und die für eine Umsetzung notwendigen Strukturen in die Konzepte aufzunehmen. Dazu wurde am 1. September 2021 ein gemeinsamer Workshop mit den beteiligten Ämtern der Stadt Rostock und Akteuren der WGSB durchgeführt. Ein wesentlicher Diskussionspunkt dabei waren Optionen für eine möglichst schnelle Dekarbonisierung, die in weiten Teilen zunächst auf Gebäudetechnik-Ebene erfolgen soll, weil der Bauzustand nach der Sanierung in den 1990er Jahren nach wie vor als eher gut zu veranschlagen ist. Die im net-Zero-Konzept gemachten Erfahrungen stellten einen wichtigen Baustein zur Wärmeplanung für die Gesamtstadt dar und brachte zahlreiche Erkenntnisse für die kommunale Versorgungsstruktur, insbesondere mit Blick auf zukünftige Energiebedarfswerte nach energetisch hochwertiger Sanierung.

5.2 Quartier Paul-Gossen-Straße, Erlangen

Mit dem net-Zero-Konzept für das Quartier Paul-Gossen-Straße in Erlangen wurde die Grundlage für die unmittelbar nach der Erstellung vorgesehene Umsetzung gelegt. Ein Vorteil war deshalb, dass die umsetzenden Akteure frühzeitig bekannt waren und das mögliche Umsetzungskonzept in einen gemeinsamen Fach-Workshop besprochen werden konnte. Der Workshop fand am 16. Dezember 2021 online statt. Teilnehmende waren der beauftragte GÜ Synergieering, der Haus-technikkomponenten-Anbieter SiSTEMS sowie die Technikabteilung des Wohnungsunternehmens GEWOBAU. Wesentlicher Kern des Workshops war eine intensive Diskussion der erforderlichen Maßnahmen, um eine spätere Übertragung des net-zero-Konzepts in eine serielle Umsetzung vorzubereiten. Deshalb nahmen auch Experten aus dem Energiesprong-Team der dena am Workshop teil, um ihre Erfahrungen aus der seriellen Sanierung einzubringen.

5.3 Quartier Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen

Auch das net-Zero-Konzept für das Quartier Heinrich-Hertz-Straße war Grundlage für die spätere Umsetzung. Analog zur Vorgehensweise im Quartier Paul-Gossen-Straße wurde deshalb am 17. November 2022 ein Online-Workshop mit Teilnehmenden des beauftragten GÜ ecoworks, der Technikabteilung des Wohnungsunternehmens GEWOBAU sowie des unterbeauftragten Architekturbüros durchgeführt. Zwei wichtige Fragestellungen waren dabei die wirtschaftliche Einbindung von Versorgungskonzepten in die vorgefertigten Fassadenelemente und Lösungsmöglichkeiten zum Umgang mit den vorhandenen Loggien im Bestand.

5.4 Quartier Seelhorst, Hannover

Bereits während der Erstellung des net-Zero-Konzepts für das Quartier in Hannover fand ein regelmäßiger Austausch mit dem Wohnungsunternehmen Gundlach, dem Bauträger Gundlach als umsetzendes Unternehmen sowie den mit dem Umbau des Quartiers beauftragten Architekten statt. Am 24. August 2023 wurde dann ein Workshop mit den beteiligten Akteuren im Wohnungsunternehmen Gundlach in Hannover durchgeführt, um die Umsetzung der folgenden Punkte innerhalb des Konzepts zu konkretisieren: wirtschaftliche und CO₂-freie Wärmeversorgung, neuer Wohnraum durch Aufstockung und Verdichtung, serielle und industrielle Sanierung.

5.5 Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt

In die Entwicklung des net-Zero-Konzepts für das Quartier Heimgartenstraße wurden Ideen und Konzepte des Haustechnik-Anbieters SiSTEMS berücksichtigt, um entsprechend des Projektziels umsetzungsorientiert und praxiskonform vorzugehen und eine schnelle Umsetzung zu erreichen. Vor der Erstellung des Konzepts wurde deshalb ein Fach-Workshop mit Haustechnikexperten der Firma SiSTEMS sowie der Technikabteilung des Wohnungsunternehmens kwg durchgeführt. Der Workshop fand am 27. Januar 2023 statt.

6. Entwicklung von net-Zero-Konzepten (AP 3)

Eine Kernaufgabe des Vorhabens umfasste in Arbeitspaket 3 die Entwicklung von net-Zero-Konzepten und in der Folge in Arbeitspaket 4 die Präsentation der Ergebnisse mit dem Ziel, eine möglichst hohe Zahl von Wohnungen in Richtung Klimaneutralität zu modernisieren.

Für die Entwicklung der jeweiligen net-Zero-Konzepte wurde zunächst die energetische Ausgangssituation der Bebauung ermittelt und anschließend die Machbarkeit zur konkreten Umsetzung eines bilanziellen Null-Emissions-Quartiers überprüft. Dazu wurden die Gebäude als Typologien der Planung in ihrer städtebaulichen Situation mit den energetisch relevanten Parametern wie Ausrichtung, Gebäudegeometrie, Transmissionsflächen, Fensterflächen, solaren Gewinnen sowie der Gebäudetechnik erfasst und damit die energetische Ausgangssituation abgebildet. Darauf basierte das Sanierungskonzept für die Gebäude im Quartier unter Berücksichtigung industriell vorgefertigter Komponenten, einer auf erneuerbaren Energien sowie einfacher und kostengünstiger Wärmepumpentechnik basierten Wärmeversorgung und einem Konzept zur möglichen Erreichung eines net-Zero Standards auf Quartiersebene. Besondere Beachtung bei der Umsetzung der Klimaneutralität lag auf der Herausarbeitung von Chancen, die durch die Umstellung von brennstoffbasierter fossiler Technik auf erneuerbare strombasierte Versorgung ermöglicht werden. Eine wesentliche Bedeutung hatten kostengünstige Systemlösungen mit marktverfügbarer Technik, die auch im Zuge der weiteren Quartiersentwicklung wirtschaftlich sinnvoll betrieben und fortentwickelt werden können.

Nach Fertigstellung der Quartiersgutachten wurden im Arbeitspaket 4 den Entscheidern in den beteiligten Wohnungsunternehmen die Ergebnisse präsentiert und gemeinsam mit ihnen diskutiert. Ziel war es, die Konzepte nach Möglichkeit zeitnah in die Umsetzung zu bringen.

Die folgende Übersicht zeigt die entwickelten net-Zero-Konzepte und die aktuell in Umsetzung bzw. Planung befindlichen Projekte inkl. der jeweiligen Wohneinheiten. In den erstellten net-Zero-Konzepten wurden 800 Wohneinheiten in fünf großen Quartieren betrachtet. Diese Konzepte dienen als Grundlage dafür, um zügig in die konkrete Planung und Umsetzung zu gehen. Bei den Quartieren in Erlangen konnten die Quartierskonzepte dafür genutzt werden, die Ergebnisse auf vier weitere Quartiere zu übertragen. Nach aktuellem Stand ist die Umsetzung auf Grundlage der im DBU-Projekt erstellten Konzepte für neun Quartiere mit insgesamt fast 1.300 Wohneinheiten auf dem Weg.

Tabelle 3 erstellte net-Zero-Konzepte und Stand der Umsetzung

Quartier	Anzahl WE im net-Zero-Konzept	Stand der Umsetzung	Anzahl WE nach Fertigstellung
Alfred-Schulze-Straße, Rostock	99	noch in Vorplanung; Erweiterung um weitere Gebäude	200
Paul-Gossen-Straße, Erlangen	156	Aufträge an GÜ Synergieering Erweiterung auf zwei weitere Bauabschnitte (GÜ Niersberger) aktuell in Umsetzung	450
Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen	168	Auftrag an GÜ ecoworks Erweiterung auf Quartier Buckenhofer Weg Umsetzung ab 03/2024	250
Seelhorst, Hannover	198	Auftrag an Gundlach Bauträger aktuell Abstimmung Änderung B-Plan mit Stadt Hannover	198
Heimgartenstraße, Sarstedt	179	Auftrag an SiSTEMS aktuell in Umsetzung	179
Summe	800		1277

6.1 Quartier Alfred-Schulze-Straße, Rostock

Das Quartier der Wohnungsgenossenschaft Schifffahrt-Hafen (WGS) mit 88 Wohneinheiten zzgl. Aufstockung (11 WE) sollte daraufhin überprüft werden, wie eine bilanzielle Klimaneutralität im Sinn eines net-Zero-Quartiers erreicht werden kann. Die Untersuchung erfolgte ergebnisoffen, aber optimiert in Richtung der anzustrebenden Minderung von Treibhausgasen anhand der folgenden Varianten:

- **Bestand:** Das vorhandene Quartier auf Grundlage der verfügbaren Informationen
- **Hülle alt, Rest EH 55, FW:** KG-Decke/Außenwand/Fenster unverändert, sonst wie EH 55, FW
- **EH 55, FW:** BEG-Standard EH 55 mit Fernwärmeversorgung
- **EH 40, FW:** BEG-Standard EH 40 mit Fernwärmeversorgung
- **EH 55 EE, Strom:** BEG-Standard EH 55 EE mit Wärmepumpe, WW dezentral und PV-Anlage
- **EH 40 EE, Strom:** BEG-Standard EH 40 EE mit Wärmepumpe, WW dezentral und PV-Anlage.

Tabelle 4 Übersicht über die Anzahl der Wohneinheiten und die Wohnfläche der drei Gebäude

Straße	Baujahr	Wohneinheiten	Wohnfläche [m²]
Alfred-Schulze-Str. 2-5	1961	32 + 4 (DG)	2.178,00
Alfred-Schulze-Str. 10-13	1961	32 + 4 (DG)	2.183,50
Alfred-Schulze-Str. 14-16	1961	24 + 3 (DG)	1.855,68

Das Quartier besteht aus den drei Baukörpern Alfred-Schulze-Straße 2-5 / 10-13 / 14-16, die 1961 viergeschossig in konventioneller Massivbauweise errichtet wurden. Die Gebäude sind unterkellert und mit Satteldächern versehen, die 1975 z.T. ausgebaut wurden. Eine grundlegende Sanierung wurde 1993 durchgeführt, wobei Außenwände, Dachböden und Kellerdecken jeweils mit 8 cm Dämmung gedämmt und die Fenster erneuert wurden. Die Heizung und Warmwasserbereitung erfolgt wohnungszentral mit Gasthermen, deren Ersatz durch Fernwärme ca. 2025 ansteht. Ziele der WGSH für die Sanierung sind der Einbau von Aufzügen, ggf. Grundrissänderungen, Heizungstausch mit möglichst weitestgehend erneuerbarer Versorgung. Zudem ist eine Aufstockung gewünscht.

Tabelle 5 Zusammenstellung der U-Werte und sonstigen Kennwerte für die vier Varianten

Beschreibung Bauteil		Bestand	Hülle alt, Rest EH 55	EH 55	EH 40
U Dach 1 (Pulldach, neu)	W/(m ² K)		0,120	0,120	0,100
U Dach 2 (oberste Geschossdecke, Bestand)	W/(m ² K)	0,338			
U Wand 1 (Außenwand Bestand)	W/(m ² K)	0,350	0,350	0,130	0,120
U Wand 2 (Außenwand Aufstockung)	W/(m ² K)	0,130	0,130	0,130	0,120
U Kellerdecke	W/(m ² K)	0,342	0,342	0,342	0,200
U-Wert Fenster	W/(m ² K)	2,54	2,54	0,90	0,80
g-Wert Fenster	-	0,77	0,77	0,50	0,50
U-Wert Haustür	W/(m ² K)	1,10	1,10	1,10	1,10
Wärmebereitstellungsgrad Lüftungsanlage	-	0	0,75	0,75	0,75
Luftdichtheit n ₅₀	1/h	2	1,4	0,8	0,8
Wärmebrückenzuschlag ΔU _{WB}	W/(m ² K)	0,12	0,08	0,06	0,025

6.1.1 Endenergiebedarf

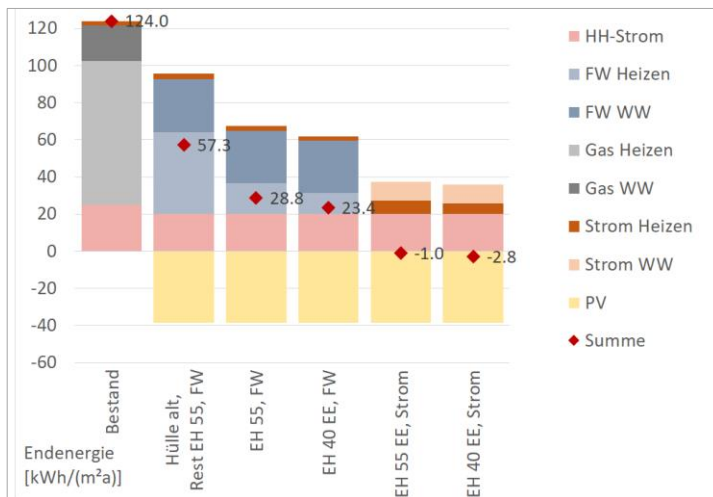


Abbildung 1 Endenergiebedarf der untersuchten Varianten. Strom, Gas und Fernwärme besitzen unterschiedliche Wertigkeiten und sind daher nur bedingt miteinander vergleichbar.

Während der Energiebedarf des Bestands durch die Raumheizung dominiert wird, ändert sich das Bild insbesondere bei den Wärmepumpen-Varianten in das Gegenteil, sodass der Haushaltsstrom die wesentlichste Bedarfsposition darstellt. Die Effizienzhaus-Varianten EH 55 und 40 EE Strom erzielen zudem in der Jahresbetrachtung eine Plusenergiebilanz. Die Fernwärmevariante stellt sich primär-energetisch – analog zu den CO₂-Emissionen – deutlich günstiger dar als in der hier dargestellten Endenergiebilanz.

6.1.2 CO₂-Emissionen

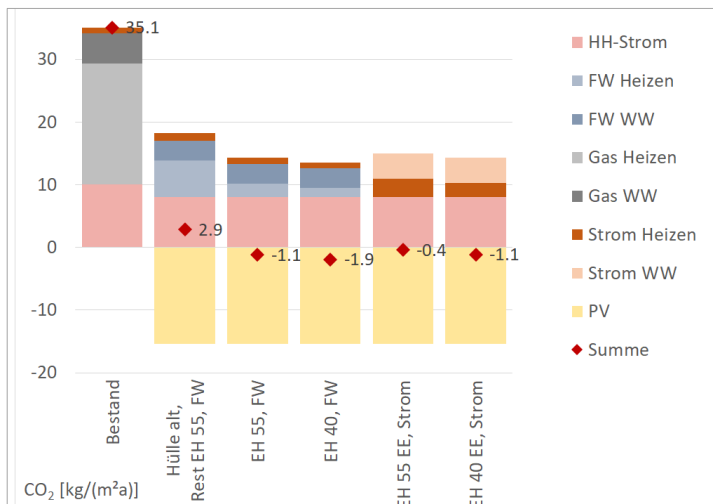


Abbildung 2 CO₂-Emissionen der untersuchten Varianten

Für den Klimaschutz ist vor allem die CO₂-Bilanz des Quartiers entscheidend. Hierbei handelt es sich allerdings um ein bewegliches Ziel, da sowohl Fernwärme als auch Strom in den nächsten Jahrzehnten dekarbonisiert werden und deshalb die hier verwendeten Emissionsfaktoren einen dynamischen Verlauf haben. Im Zusammenspiel sämtlicher Effizienzmaßnahmen und der PV-Stromerzeugung ergibt sich unter den aktuellen Randbedingungen für die Varianten 3 bis 7 (EH 55 & 40) über das Jahr insgesamt eine klimaneutrale CO₂-Bilanz.

6.1.3 Lebenszykluskosten

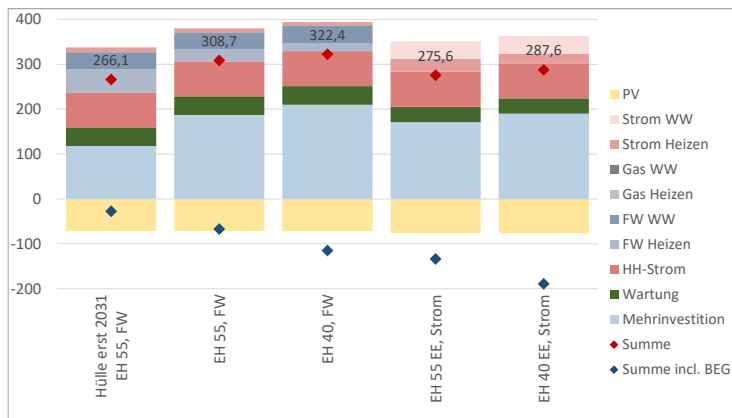


Abbildung 3 Lebenszykluskosten der untersuchten Varianten: entscheidend sind die resultierenden Werte des Barwerts (€/m²)

Die Lebenszykluskosten für die Investition in Effizienzmaßnahmen und durch Energieverbrauch über einen Zeitraum von 20 Jahren inklusive Restwertbetrachtung werden in Abbildung 3 für die Varianten zusammengestellt. Durch die Förderung schneiden die hocheffizienten Varianten mit Wärmepumpe und PV am günstigsten ab. Für die Diskussion ist dennoch die erste Variante von Bedeutung, bei der zunächst die Fassade beibehalten wird.

6.2 Paul-Gossen-Straße, Erlangen

Die Gebäude des Quartiers Paul-Gossen-Straße weisen den charakteristischen Baustil Anfang der 1960er Jahre mit klaren Baukörpern aus. Die Gebäude sind viergeschossig bis auf den Gebäudeteil Jaminstraße 39/41, das mit drei Geschossen ausgeführt ist. Alle Gebäude weisen eine Unterkellerung und ein unausgebautes Dachgeschoss mit einem Dachstuhl als Satteldach auf. Diese Art der Bebauung setzt sich im Norden des betrachteten Quartiers fort.



Abbildung 4 Quartiersgebiet Paul-Gossen-Straße [Quelle: GEWOBAU Erlangen]



Abbildung 5 Hochwertige Freiflächen mit zahlreichen Bäumen, Paul-Gossen-Straße 85-87

Analog zur Aufgabenstellung für das Konzept in der Heinrich-Hertz-Straße (Kapitel 6.3) sollten möglichst umsetzungsorientiert die Grundlagen für eine serielle net-Zero-Sanierung der Gebäude erstellt werden. Es handelt sich um ein reines Wohnquartier mit einer Wohnfläche von insgesamt 8.706 m². Die vier Gebäude in der Paul-Gossen-Straße sind baugleich mit jeweils 1.078 m² Wohnfläche. Der Baukörper in der Jaminstraße unterteilt sich in einen viergeschossigen Part in der Jaminstraße 43/45/47 und einen dreigeschossigen in der Jaminstraße 39/41. Die Anzahl der Wohnungen beläuft sich für das Gebäudeensemble auf 124 vor der Sanierung und 156 Wohnungen nach der Aufstockung. Die Sanierung soll im bewohnten Zustand durchgeführt werden.

Tabelle 6 Auflistung der Grundstücksfläche, Geschossfläche und Wohnfläche der Gebäude vor und nach der Sanierung

Baukörper	Gebäude-Nr.	Nutzfläche [m ²] vor Modernisierung	Nutzfläche [m ²] nach Aufstockung um 1 Geschoss	Baujahr	Teilmodernisierung	Anzahl Wohnungen vor Modernisierung	Anzahl Wohnungen nach Aufstockung
Paul-Gossen-Straße 89-91	134	1078	1.347	1957	1997	16	20
Paul-Gossen-Straße 85-87	135	1078	1.347	1957	1997	16	20
Paul-Gossen-Straße 81-83	136	1078	1.347	1957	1997	16	20
Paul-Gossen-Straße 77-79	137	1078	1.347	1957	1998	16	20
Jaminstraße 39-47	142	2512	3.210	1958	1997	36	46
Koldestraße 31-35	143	1883	2.354	1958	1997	24	30
Summe		8.706	10.953			124	156

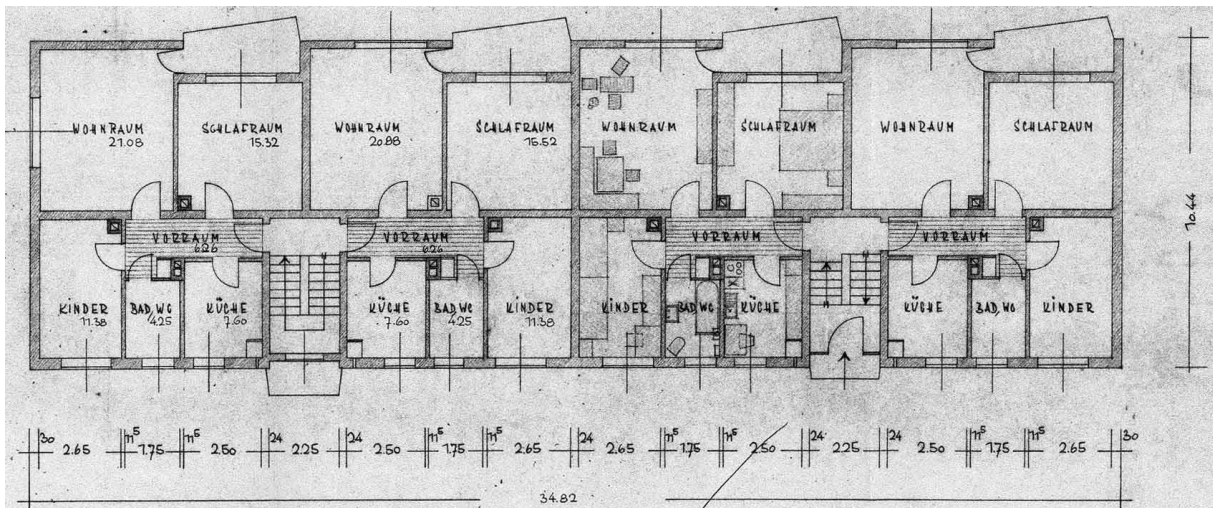


Abbildung 6 Grundriss für die Wohngeschosse der Paul-Gossen-Straße 77 - 91

6.2.1 Endenergiebedarf

Der Energiebedarf für das bestehende Quartier wird aktuell durch die Raumheizung dominiert. Diese Rangfolge kehrt sich allerdings nach der Modernisierung um. Heizen und Warmwasser liegen in etwa gleichauf und der Haushaltsstrombedarf liegt trotz Einsparmaßnahmen am höchsten. Bei Betrachtung einer Sanierung mit Wärmepumpentechnik kann, wie bei der Heinrich-Hertz-Straße, für den Endenergiebedarf eine Plusenergiebilanz erzielt werden. Durch den ungünstigeren Endenergiekennwert von Fernwärme gelingt dies für das Quartier Paul-Gossen-Straße nicht.

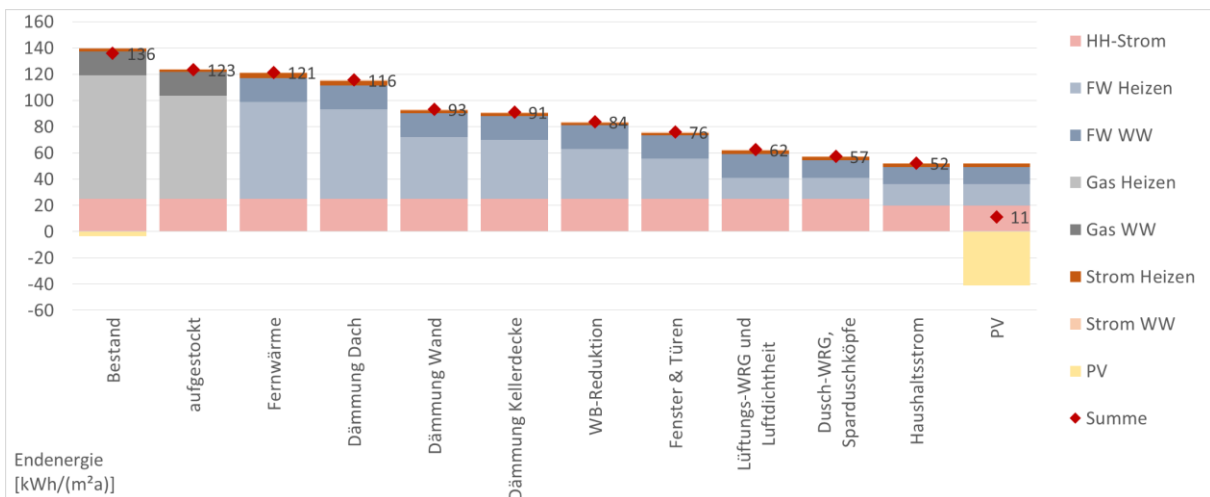


Abbildung 7 Schrittweise Veränderung des Endenergiebedarfs durch die vorgeschlagenen Maßnahmen. Die verschiedenen Energieträger (Strom, Gas, Fernwärme) besitzen unterschiedliche Wertigkeiten und sind daher nur bedingt miteinander vergleichbar.

6.2.2 CO₂-Emissionen

Für den Klimaschutz ist vor allem die CO₂-Bilanz des Quartiers entscheidend. Ähnlich wie bei der Primärenergie sind der Fernwärmeanschluss und die Installation der PV-Anlagen die wichtigsten Einzelmaßnahmen. Zusammen mit den übrigen Effizienzmaßnahmen ergibt sich unter den aktuellen Randbedingungen über das Jahr insgesamt eine positive CO₂-Bilanz.

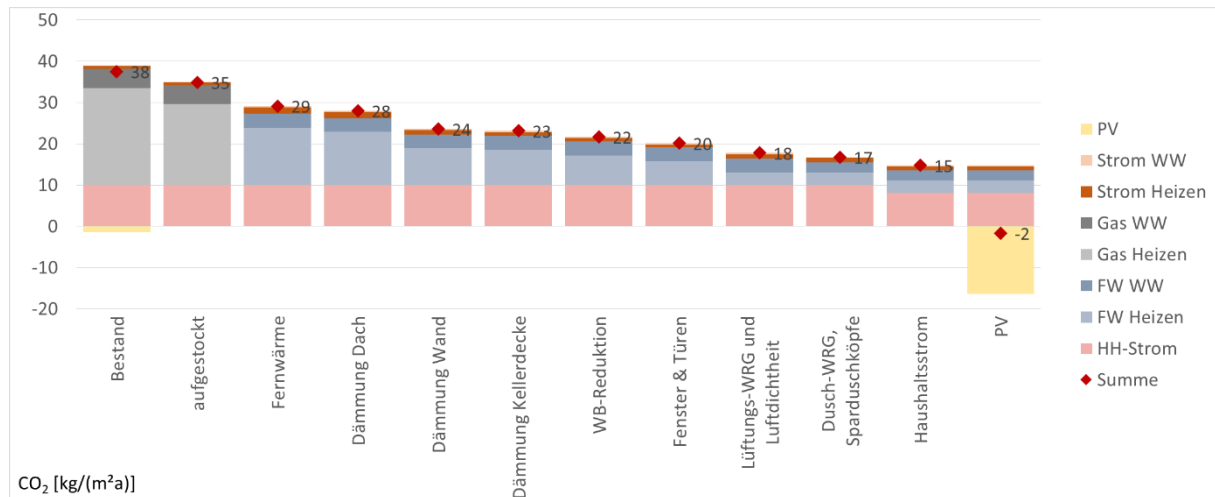


Abbildung 8 Schrittweise Veränderung der CO₂-Emissionen durch die Maßnahmen

6.2.3 Lebenszykluskosten

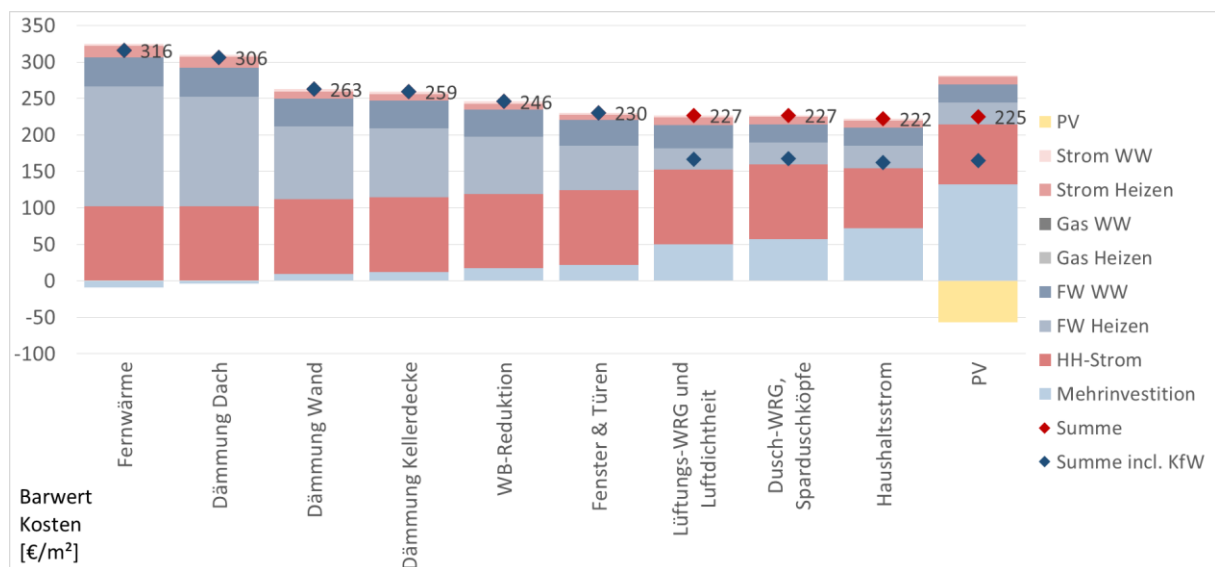


Abbildung 9 Lebenszykluskosten in der Abfolge der Maßnahmen

Abbildung 9 zeigt die Lebenszykluskosten für die Investition in Effizienzmaßnahmen und durch Energieverbrauch entstehenden Kosten für jede Maßnahme. Nicht in der Grafik enthalten sind die ökonomischen Wirkungen von Aufstockung und Fernwärmeanschluss, da beides nicht allein aus wirtschaftlichen Erwägungen umgesetzt werden soll. Dargestellt werden die kumulierten Kosten über den Betrachtungszeitraum pro Quadratmeter Wohnfläche. Die Summe aus den Annuitäten der Mehrinvestitionen und den Betriebskosten für die Energie inklusive des Haushaltsstroms sinkt sukzessive mit den Maßnahmen. Die KfW-Förderung führt zu einer zusätzlichen Verbesserung.

6.3 Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen

In der Heinrich-Hertz-Straße in Erlangen befindet sich ein Wohnquartier der GEWOBAU mit 132 Wohneinheiten und 8.382 m² Wohnfläche. Die drei- bis viergeschossigen Baukörper des Untersuchungsgebiets sind sehr homogen. Die sechs Wohnblocks mit jeweils zwei bis vier Treppenhäusern beinhalten je zwischen 12 und 32 Dreizimmerwohnungen.



Abbildung 10 Lageplan des Quartiers mit den sechs Baukörpern

Der Auftrag der Stadt Erlangen gibt vor, in den nächsten Jahren 2.000 Wohnungen im Sinn der Klimaneutralität durch die GEWOBAU zu sanieren. Wichtige grundsätzliche Leitlinien für die Modernisierungstätigkeit sind:

- Zukunftsfähigkeit der Wohnungen sichern
- Nachfragegerechte Modernisierung trotz aktueller Vollvermietung
- Die Wohnungsgrundrisse entsprechen weitgehend aktuellen Wohnbedürfnissen, sodass keine Grundrissänderungen durchgeführt werden.
- Der Zustand der Konstruktionen in Verbindung mit dem nicht ausreichenden Energiestandard erfordern eine Ertüchtigung der Gebäude vor allem für die energetisch relevanten Bauteile und die Gebäudetechnik
- Die Ausstattung sowie Schönheitsreparaturen können im Zuge der Modernisierung, aber auch bei jeweiligen späteren Mieterwechseln durchgeführt werden.



Abbildung 11 Blick von Westen in das Quartier Heinrich-Hertz-Straße

Tabelle 7 Auflistung der Nutzfläche und Anzahl der Wohnungen vor und nach der Sanierung

Anwesen	Gebäude-Nr	Nutzfläche [m ²] vor Modernisierung	Nutzfläche [m ²] nach Aufstockung um 1 Geschoss	Baujahr	Teilmodernisierung	Anzahl Wohnungen vor Modernisierung	Anzahl Wohnungen nach Aufstockung
Heinrich Hertz Str. 7 - 11	190	1.524	1.905	1963	1999	24	30
Heinrich Hertz Str. 12 - 16	191	1.524	1.905	1963	1999	24	30
Heinrich Hertz Str. 18 - 22	192	1.524	1.905	1963	1999	24	30
Heinrich Hertz Str. 24 - 28	193	1.524	1.905	1963	1999	24	30
Heinrich Hertz Str. 21 - 27	194	1.524	2.031	1963	1999	24	32
Schwedlerstr. 23 - 25	198	762	1.016	1962	1997	12	16
Summe		8.382	10.667			132	168

6.3.1 Wohnungsmix

Die Gebäude weisen ausschließlich Dreizimmerwohnungen auf. Dieser Schlüssel soll nicht geändert werden, weil dies zu deutlichen Mehrinvestitionen führen würde. Zudem wird im bewohnten Zustand saniert, sodass es Ziel der GEWOBAU ist, die Mieter in den Gebäuden zu halten.

6.3.2 Zentrale Ziele des Unternehmens

Die Modernisierung wird unter der besonderen Prämisse der Klimaneutralität durchgeführt und soll als Blaupause für weitere Vorhaben in der Zukunft wirken. Die Maßnahmen wurden im Jahr 2021 begonnen und stehen kurz vor dem Abschluss. Das Konzept sieht eine energetische Modernisierung der Gebäudehülle mit möglichst zukunftsfähigem Standard vor, die Anpassung der Technik an aktuelle Anforderungen. Das bedeutet insbesondere, dass aufgrund der absehbar deutlich steigenden Kosten für das Verbrennen fossiler Energieträger die Versorgung entweder über Fernwärme oder über ein Wärmepumpensystem erfolgen wird.

Die Erneuerung der Bäder in den Wohnungen könnte Maßnahmen hinsichtlich der Umsetzung erleichtern, würde aber zugleich eine hohe Belastung der Mieter mit sich bringen. Außerdem sind zahlreiche Bäder auf einem recht guten Standard. Deshalb wird angestrebt, die Maßnahmen im Sinn von energiesprong-Maßnahmen mit seriell vorgefertigten Komponenten durchzuführen. Dadurch wird neben den zahlreichen positiven energetischen Zielsetzungen die Bauzeit verkürzt und eine erhöhte Akzeptanz bei den Mietern erreicht.

Zudem wird untersucht, ob zusätzliche Förderungen als Pilotvorhaben im Rahmen des dena-Modellvorhabens möglich sind.

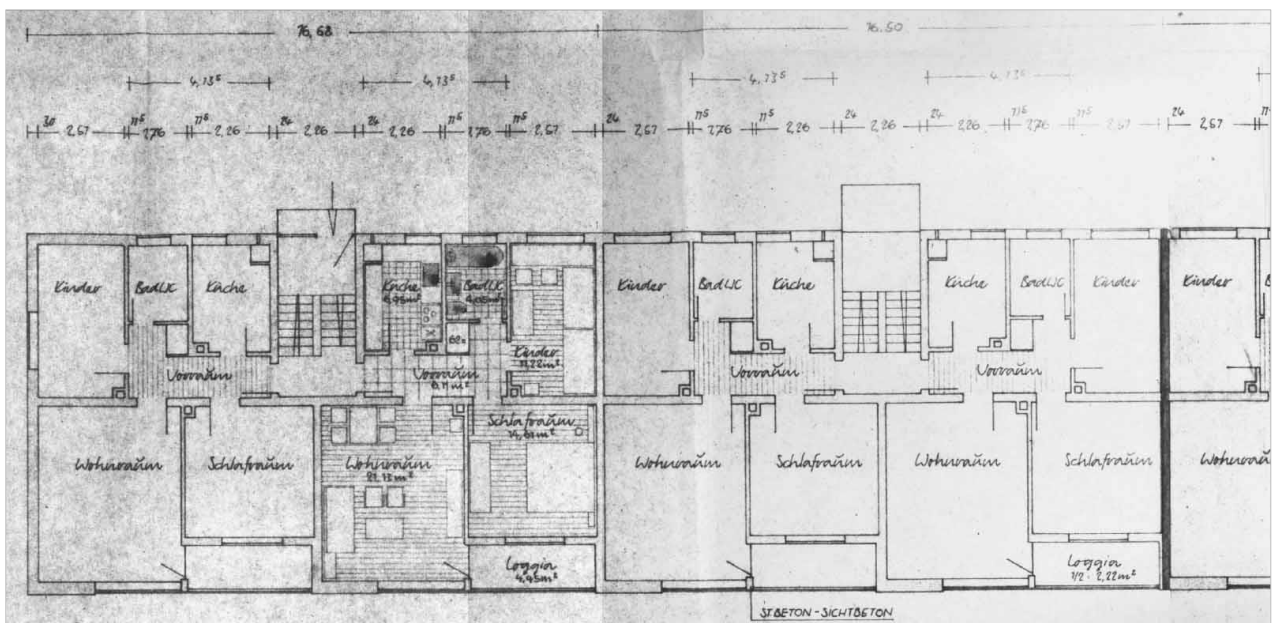


Abbildung 12 Standard-Grundriss für die Gebäude im Gebiet Heinrich-Hertz-Straße. Es handelt sich ausschließlich um Dreizimmerwohnungen, die Anordnung von Bad und Küche liegt auf der Eingangsseite zzgl. eines Kinderzimmers, auf der Balkonseite liegen Wohn- und Schlafraum.

Es ist Ziel der GEWOBAU sowohl eine hochwertige Gestaltung des Wohnumfelds zu erreichen als auch der Eingangssituation und Treppenhäuser bei den sechs Gebäuden.

6.3.3 Endenergiebedarf

Der Energiebedarf des bestehenden Quartiers wird durch die Raumheizung dominiert. Nach der Modernisierung kehrt sich die Rangfolge um. Durch die deutliche Einsparung beim Heizwärmebedarf aufgrund der Effizienzmaßnahmen und durch den Einsatz der Wärmepumpe reduziert sich der Endenergiebedarf für die Heizung gravierend und liegt etwa gleichauf mit dem Energiebedarf für die Warmwasserbereitung. Der Haushaltsstrom dominiert den Bedarf im modernisierten Zustand.

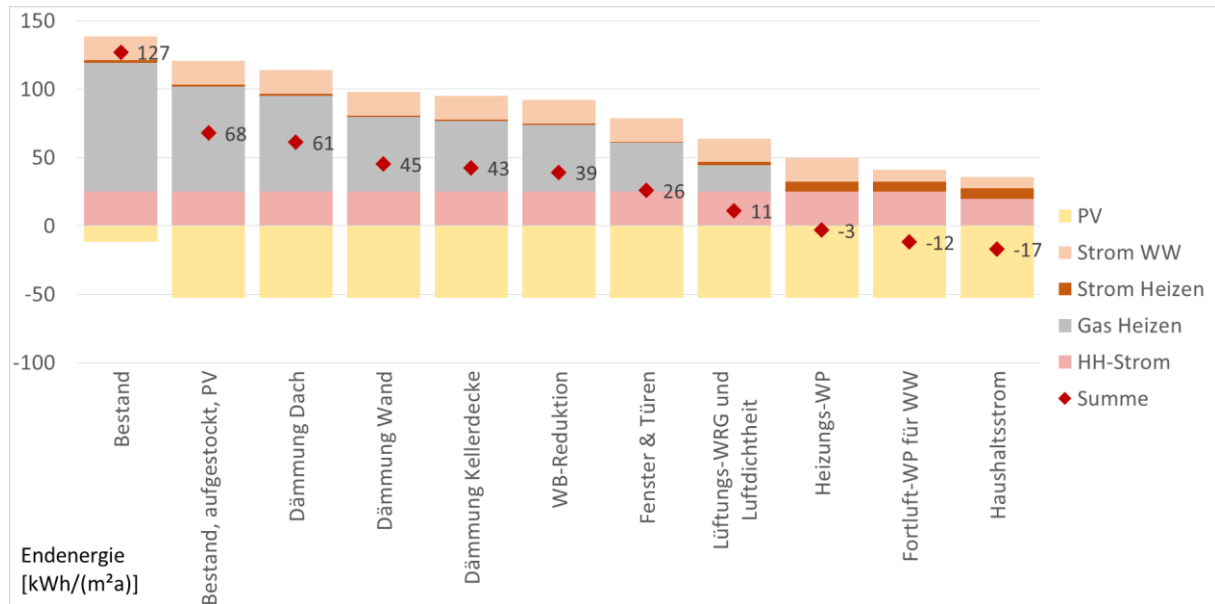


Abbildung 13 Schrittweise Veränderung des Endenergiebedarfs durch die untersuchten Maßnahmen. Die Jahresbilanz ist inkl. Haushaltsstrom deutlich im Plusenergiebereich.

6.3.4 CO₂-Emissionen

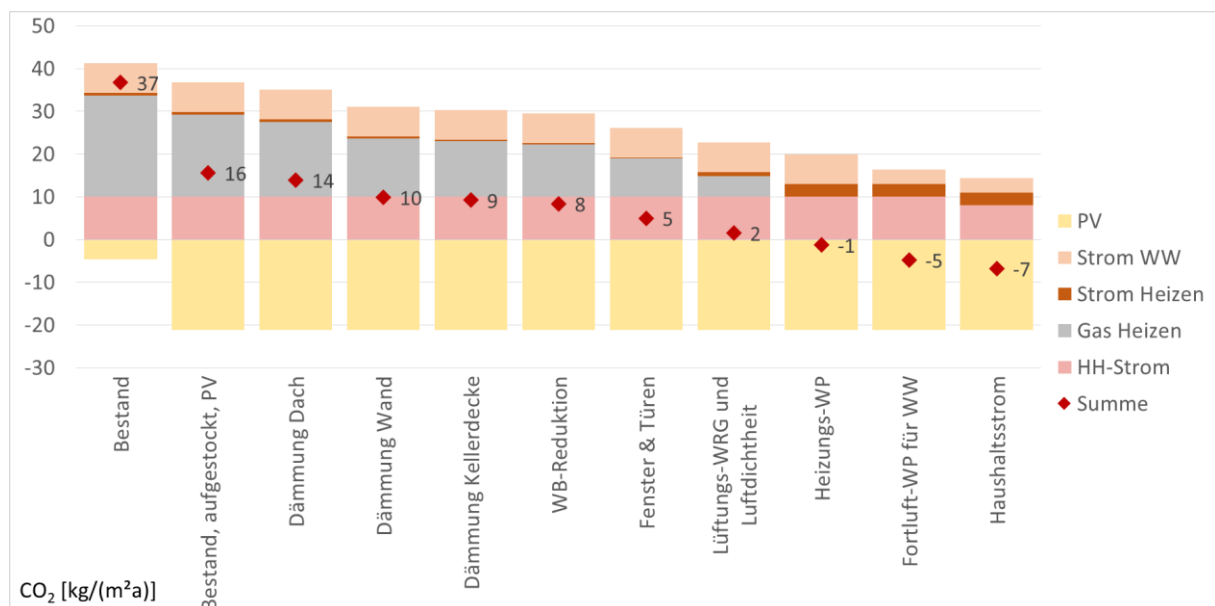


Abbildung 14 Schrittweise Veränderung der CO₂-Emissionen durch die vorgeschlagenen Maßnahmen.

Für den Klimaschutz ist vor allem die CO₂-Bilanz des Quartiers entscheidend. Verwendet wurden für Gas ein CO₂-Faktor von 250 g CO₂/kWh, für den Strom-Mix 401 g CO₂/kWh. In der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen wird deutlich, welche hohe Relevanz die Photovoltaik aufweist. Zusammen mit den übrigen Effizienzmaßnahmen ergibt sich über das Jahr Klimaneutralität.

6.3.5 Lebenszykluskosten

Die Abbildung zeigt die Lebenszykluskosten für die Investition und den Gebäudebetrieb entsprechend der untersuchten Maßnahmen. Dargestellt werden die kumulierten Kosten über den Betrachtungszeitraum pro Quadratmeter Wohnfläche. Die Summe aus den Annuitäten der Mehrinvestitionen und den Betriebskosten für die Energie inklusive des Haushaltsstroms sinkt sukzessive mit den Maßnahmen. Die BEG/KfW-Förderung führt zu einer zusätzlichen Verbesserung. Die Erträge für die Fotovoltaik wiegen unter den gesetzten Rahmenbedingungen die Investitionen in etwa auf, können sich bei einem effizienten Mieterstromkonzept nochmals günstiger darstellen.

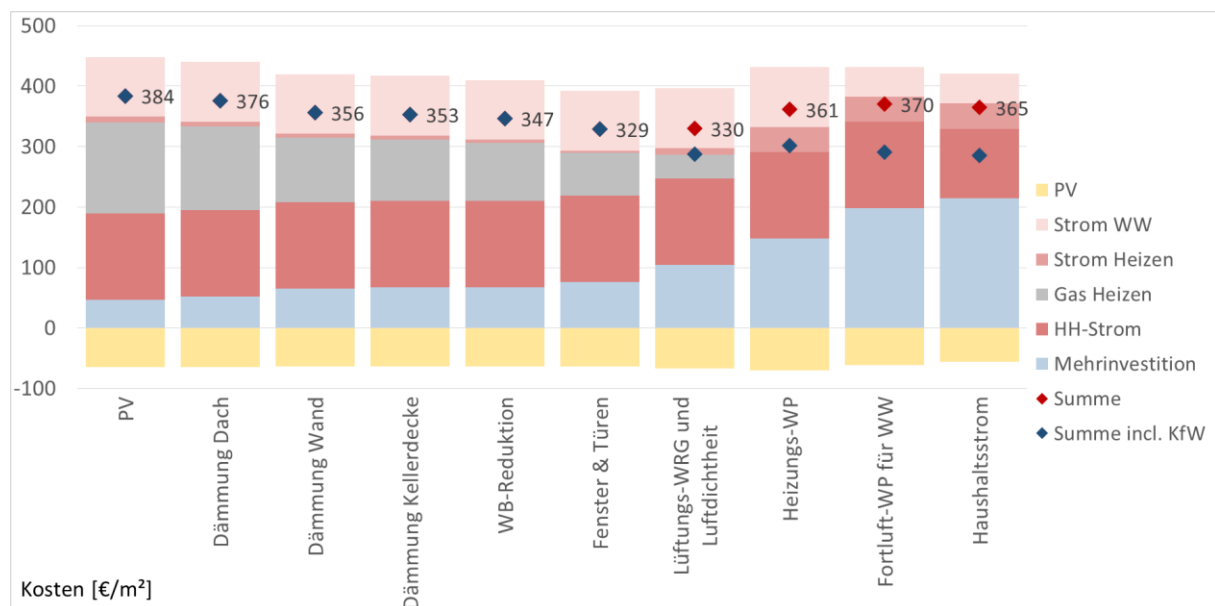


Abbildung 15 Lebenszykluskosten (€/m² Wohnfläche) in der Abfolge der untersuchten Maßnahmen. Selbst ohne Förderung liegen die Optionen günstiger als die Ausgangssituation des Bestands.

6.4 Quartier Seelhorst, Hannover

Das zu betrachtende Quartier befindet sich im Südosten der Landeshauptstadt Hannover im Stadtteil Seelhorst. Es handelt sich um ein reines Wohnquartier. Das Quartier wird im Süden durch die Peiner Straße, nach Westen durch den Mergenthalerweg und nach Osten durch den Hans-Sachs-Weg abgegrenzt und umfasst 133 Wohneinheiten mit rund 9.800 m² Wohnfläche in Mehrfamilienhäusern der Baujahre 1965 bis 1972.

Bei dem zu untersuchenden Wohnquartier mit zwei- bis viergeschossigen Gebäuden stellt sich der Energiestandard der Gebäude jahrgangstypisch dar. Das beinhaltet die bereits durchgeführten Effizienzmaßnahmen in Teilbereichen. Die Heizwärmeversorgung erfolgt je Baukörper über Gaskessel. Zur Trinkwarmwasserversorgung sind überwiegend elektrische Durchlauferhitzer in den einzelnen Wohnungen installiert. Die Wärmeerzeuger sind über 20 Jahre alt und abgängig. Hier herrscht dringender Handlungsbedarf.



Abbildung 16 Lageplan des Quartiers Seelhorst



Abbildung 17 Ansicht Edisonweg 4 und 4a

Tabelle 8 Zusammenstellung der Wohnfläche, Wohneinheiten und Geschosse nach Baukörpern

Gebäude	Wohnfläche	Wohneinheiten	Geschosse
Edisonweg 3, 3a, 3b	1.896	24	4
Edisonweg 5, 5a	976	13	3+D
Edisonweg 7	508	6	3
Hans Sachs Weg 6	508	6	3
Edisonweg 2, 2a	904	12	3
Edisonweg 4, 4a	863	12	3
Edisonweg 6, 6a	822	13	3
Hans Sachs Weg 2, 4	840	12	3
Mergenthaler Weg 3-11	1.231	20	2
Mergenthaler Weg 14-16	1.010	12	3
Mergenthalerweg 18	289	4	2

6.4.1 Wohnungsmix

Die Gebäude weisen vornehmlich Dreizimmerwohnungen (70 Mal) auf. Den nächst größeren Anteil nehmen Vierzimmerwohnungen ein (40 Mal). Darüber hinaus existieren 13 Zwei- und zwei Einzimmerwohnungen. Dieser Schlüssel soll nicht geändert werden, weil dies zu deutlichen Mehrinvestitionen führen würde. Außerdem herrscht Vollvermietung. Zudem ist geplant, die anstehende Sanierung im bewohnten Zustand durchzuführen. Es ist Ziel des Wohnungsunternehmens Gundlach, die Mieter in den Gebäuden zu halten und die Maßnahmen in der Wohnung auf das notwendige Minimum zu reduzieren.

6.4.2 Zentrale Ziele des Wohnungsunternehmens

Das Wohnungsunternehmen Gundlach plant die energetische Modernisierung und Weiterentwicklung des Quartiers in den nächsten fünf Jahren. Im Zuge dessen gilt es auch, das gesamte Quartier aufzuwerten und die Zufriedenheit und Wohn- bzw. Nutzungsqualität der Akteure im Quartier weiter zu erhöhen. Es soll aufgezeigt werden, wie die langfristigen kommunalen und nationalen Ziele der Energieeinsparung und CO₂-Reduzierung im Quartier erreicht werden können. Ergebnis des Konzeptes soll ein konkreter Maßnahmenplan sein, mit dem Ziel bilanziell Klimaneutralität im Quartier zu erreichen. Vor diesem Hintergrund sind für die Landeshauptstadt Hannover und das Wohnungsunternehmen Gundlach folgende Klimaschutz-Themengebiete und Zielsetzungen von besonderem Interesse und sollen im net-Zero-Konzept konkret untersucht und entwickelt werden:

1. CO₂-Neutralität

Oberstes Ziel ist die Überprüfung, ob und wie ein bilanzieller Nullemissionsstandard für Heizwärme und Haushaltsstrom erreicht werden kann. Dazu wurden im Wesentlichen folgende Leistungen erbracht:

- Ermittlung der energetischen Ausgangssituation
- Entwicklung von Sanierungsempfehlungen für die Gebäude unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten
- Konzepterstellung für eine klimaneutrale Wärme- und Stromversorgung (im Wesentlichen PV-Anlage unter Nutzung aller zur Verfügung stehenden Dachflächen)
- Optimierung der Wärmeversorgung zur Reduzierung von Verbrauch, Kosten und Emissionen
- Berücksichtigung und Bewertung grauer Energie.

2. Zusätzlicher Wohnraum

Prüfung unterschiedlicher Optionen zur Schaffung zusätzlichen Wohnraums (Dachgeschossausbau, Aufstockung, Nachverdichtung)

3. Serielle Modernisierung

Das Wohnungsunternehmen Gundlach sieht in der seriellen Gebäudemodernisierung Chancen, die Sanierungsrate und Sanierungstiefe deutlich zu erhöhen. Bisher liegen in Hannover keine ausreichenden Erfahrungen zu diesem Thema vor. Im Quartier soll deshalb pilothaft die Konzeption und ggf. Umsetzung geprüft werden. Dazu soll ein Modernisierungskonzept für ein Mustergebäude unter Nutzung industriell vorgefertigter Komponenten und Haustechnik-Container sowie innovativer und digitaler Planungsinstrumente auf Grundlage des Konzepts erstellt werden.

6.4.3 Endenergiebedarf

Der Energiebedarf für das bestehende Quartier wird aktuell durch die Raumheizung dominiert. Diese Rangfolge kehrt sich allerdings nach der Modernisierung um. Heizen und Warmwasser liegen in etwa gleichauf und der Haushaltsstrombedarf liegt trotz Einsparmaßnahmen am höchsten. Spätestens in den vollkommen strombasierten Varianten mit Wärmepumpenheizung wird der Haushaltsstrom zum dominierenden Verbraucher. In der letzten Variante wird auch für diesen

Bereich eine höhere Effizienz unterstellt. Insgesamt kann so in der Jahresbilanz mehr elektrischer Strom erzeugt werden als verbraucht wird. Ein bilanzielles Null-Emissions-Quartier ist erreichbar.

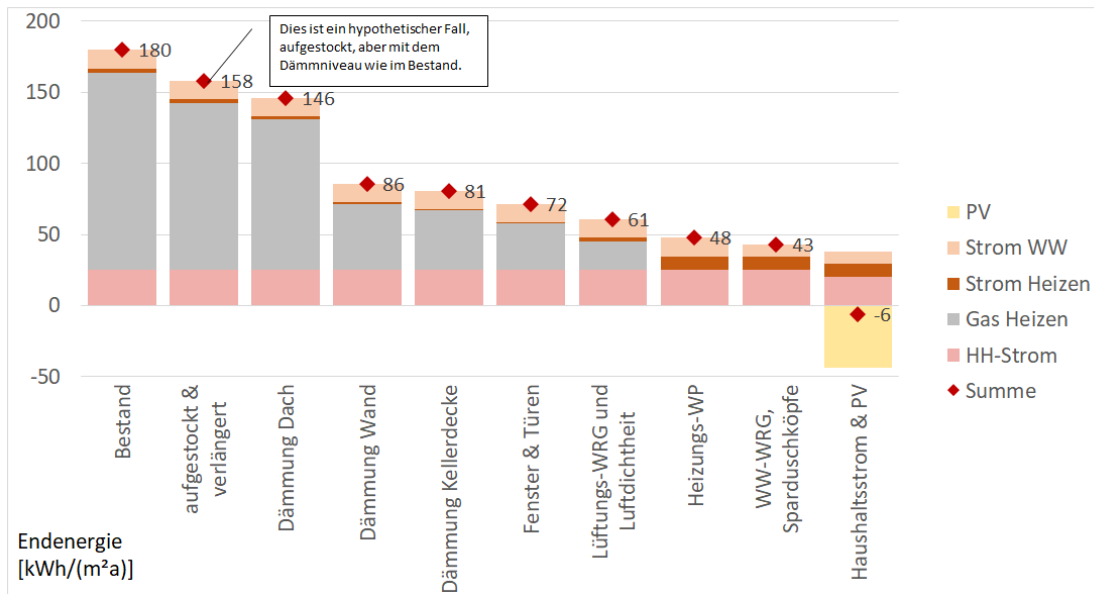


Abbildung 18 Schrittweise Reduzierung des Endenergiebedarfs nach Durchführung der einzelnen Maßnahmen. Anmerkung: Ein Vergleich verschiedener Energieträger allein auf Endenergiebasis ist nur bedingt möglich.

6.4.4 Primärenergie-Bedarf

Will man die verschiedenen Energiearten untereinander vergleichbar machen, ist die nicht-erneuerbare Primärenergie (PE) hierfür der eingeführte Maßstab. Die mit der Luft-Wasser-Wärmepumpe versorgten Varianten haben durch die Jahresarbeitszahl von 2,8 trotz des höheren Primärenergiefaktors für Strom einen etwas geringeren Primärenergiebedarf als die Gas-Varianten.

Durch die PV-Anlagen kann in der Jahresbilanz mehr Primärenergie erzeugt werden als benötigt wird.

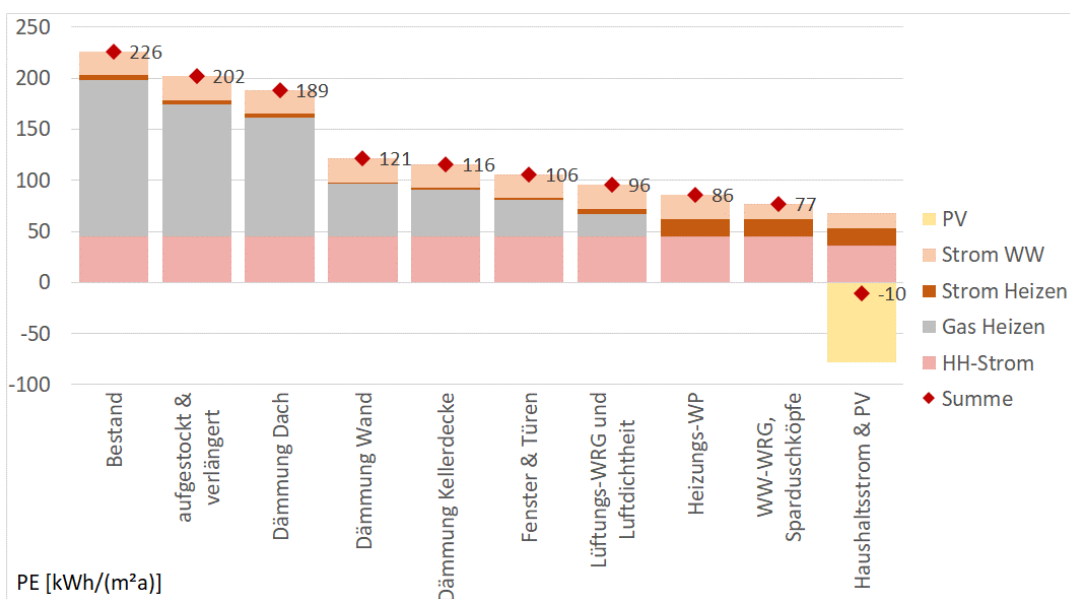


Abbildung 19 Schrittweise Reduzierung der Primärenergie

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen nimmt der Strom für die Trinkwarmwasserbereitung den größten Anteil ein. Möglichkeiten zur Reduzierung dieses Anteils liegen z.B. im Einsatz von Duschwasser-Wärmerückgewinnung, der Installation von Wasserspar-Armaturen oder dem Einbau von energieeffizienten Elektro-Durchlauferhitzern.

6.4.5 CO₂-Emissionen

Für den Klimaschutz ist vor allem die CO₂-Bilanz des Quartiers entscheidend. Ähnlich wie bei der Primärenergie sind die Gebäudedämmung und die Installation der PV-Anlagen die wichtigsten Einzelmaßnahmen. Zusammen mit den übrigen Effizienzmaßnahmen ergibt sich unter den aktuellen Randbedingungen über das Jahr insgesamt eine klimaneutrale CO₂-Bilanz.

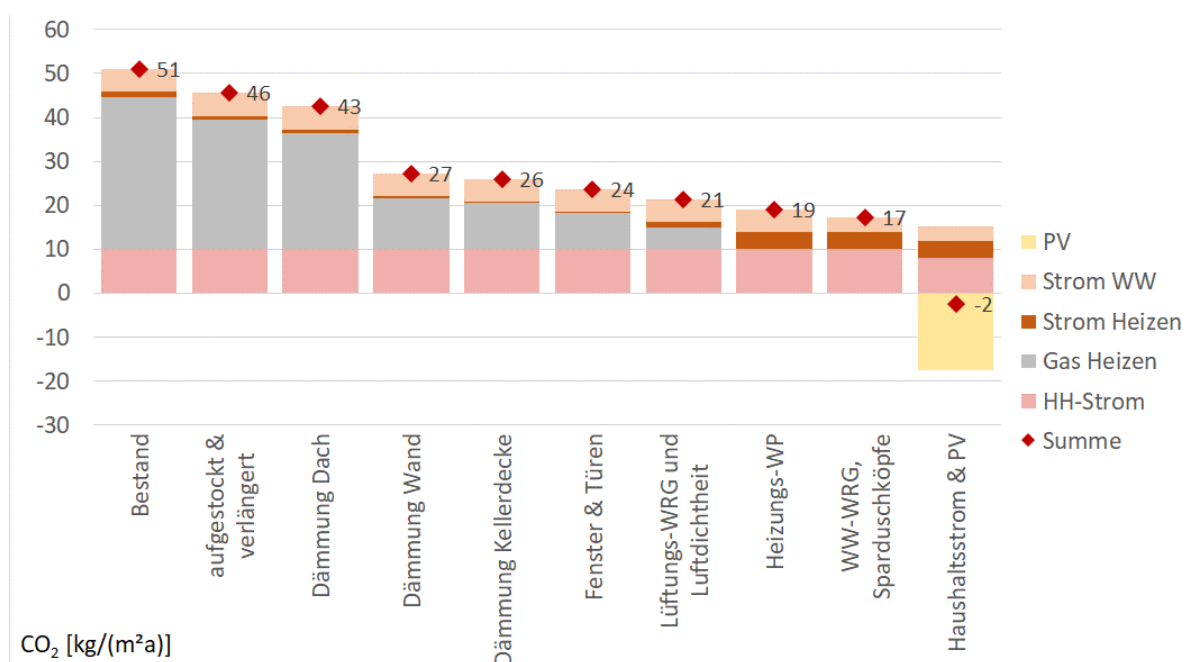


Abbildung 20 Schrittweise Reduzierung der CO₂-Emissionen

6.4.6 Investitionskosten

Die Investitionskosten werden in Tabelle 9 zusammengefasst. Dabei wird unterschieden nach den Standardkosten für das Erreichen des GEG-Standards (Gebäude-Energiegesetz, aktueller gesetzlicher Mindeststandard) und den Mehrinvestitionen, um den Zielstandard zu erreichen. Zu den energetisch bedingten Kosten kommen bei jeder Maßnahme beträchtliche Instandsetzungs- und Modernisierungskosten hinzu. Von besonderer Bedeutung in diesem Gutachten sind die Mehrinvestitionen, die für den klimaneutralen Zielstandard aufzubringen sind. Diese werden nach Bauteilen in der dritten Tabellenspalte aufgeführt. Dabei handelt es sich um die Gesamtkosten der Maßnahme pro Quadratmeter Wohnfläche, jedoch ohne Aufstockung. In der letzten Spalte sind diese Kosten unter Berücksichtigung der möglichen Förderung aufgeführt. Sie betragen ohne PV und Maßnahmen zum Haushaltsstrom knapp 295 €/m², inkl. der beiden Positionen 386 €/m². Die Berechnungen beruhen auf einer Gesamtwohnfläche inklusive Aufstockung von 14.342 m². Aufgrund der Förderung durch KfW und BAFA ist die klimaneutrale Variante kostengünstiger als die Referenzvariante nach GEG.

Tabelle 9 Zusammenstellung der Investitionskosten

	Kosten GEG	Mehrinvest	GEG&Mehrinv	Ges. Bestand	Förderung	Förderung	Summe n. Förd	pro m² WF
Außenwand	126,36 €	6,59 €	132,95 €	1.906.674 €	40%	762.670 €	1.144.005 €	79,77 €
Dach	71,88 €	11,18 €	83,06 €	1.191.260 €	40%	476.504 €	714.756 €	49,84 €
Grund	21,21 €	1,25 €	22,45 €	322.020 €	40%	128.808 €	193.212 €	13,47 €
Fenster & Türen	86,53 €	7,51 €	94,04 €	1.348.675 €	40%	539.470 €	809.205 €	56,42 €
Qualitätssicher.	20,00 €	10,00 €	30,00 €	430.246 €	40%	172.098 €	258.147 €	18,00 €
Lüftung	31,00 €	34,00 €	65,00 €	932.199 €	40%	372.880 €	559.320 €	39,00 €
Heiz-Zentrale	24,36 €	2,26 €	26,61 €	381.689 €	45%	171.760 €	209.929 €	14,64 €
Heiz-Verteilung	- €	13,04 €	13,04 €	187.000 €	45%	84.150 €	102.850 €	7,17 €
Warmwasser	15,65 €	11,74 €	27,38 €	392.700 €	40%	157.080 €	235.620 €	16,43 €
PV	- €	77,90 €	77,90 €	1.117.179 €		- €	1.117.179 €	77,90 €
Haushaltsgeräte	- €	13,04 €	13,04 €	187.000 €		- €	187.000 €	13,04 €
Summe	397 €	188 €	585,48 €	8.396.642 €		2.865.420 €	5.531.222 €	386 €

6.4.7 Lebenszykluskosten

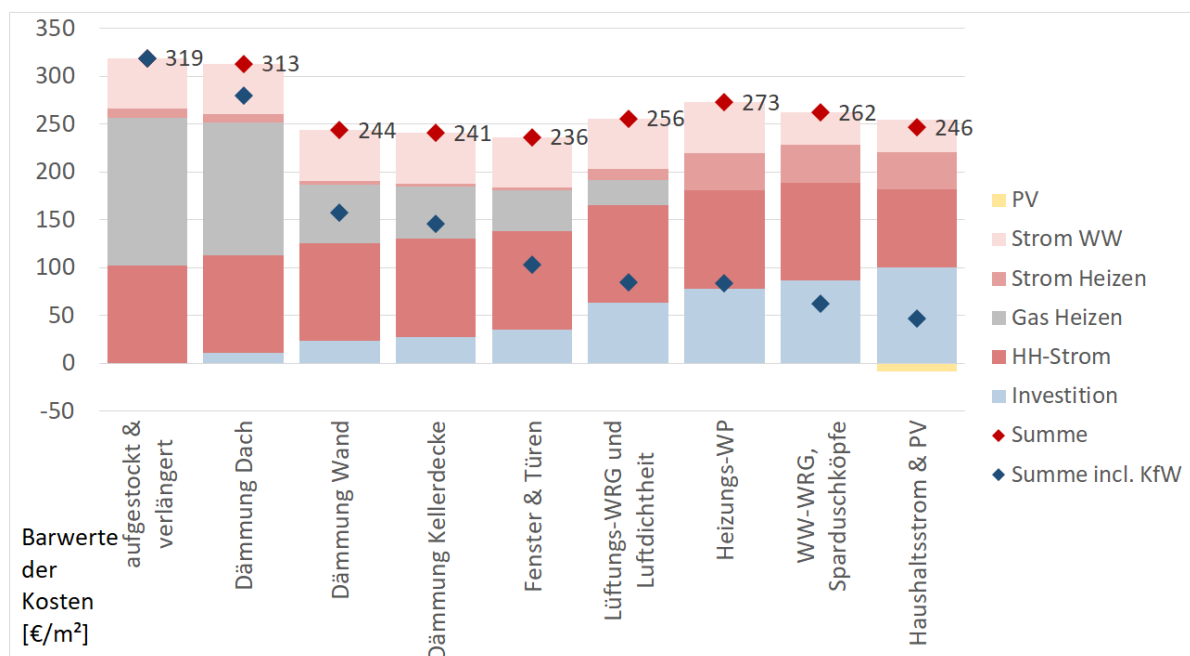


Abbildung 21 Lebenszykluskosten nach Durchführung der einzelnen Maßnahmen.

Abbildung 21 fasst die Lebenszykluskosten gegenüber der Referenzvariante nach GEG, abzüglich eines eventuellen Restwerts am Ende des Betrachtungszeitraums, gegenüber einer fiktiven Variante mit der Geometrie der aufgestockten und verlängerten Gebäude, aber dem Wärmeschutz des Bestands zusammen. Die Energiekosten stellen den Barwert über den Betrachtungszeitraum dar, der Posten PV bezeichnet die Bilanz aus Investition in die PV-Anlage und Erträgen aus Eigenverbrauch und Einspeisung. Die fiktive Variante aus Aufstockung und Verlängerung der Gebäude (und Wärmeschutz des Bestands) verursacht einen Barwert von 319 EUR/m². Alle untersuchten und dargestellten Maßnahmen ziehen niedrigere Barwerte mit sich und sind damit unter Berücksichtigung der KfW-Förderung wirtschaftlich. Es ergibt sich eine eindeutige Win-Win-Situation für Mieter und Vermieter.

6.5 Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt

Bei den 12 Gebäuden des Quartiers in Sarstedt handelt es sich um den charakteristischen Baustil Anfang der 1960er Jahre aus klaren Baukörpern mit Zwei- und Dreigeschossigkeit. Die Dachgeschosse haben Satteldächer und sind teilweise ausgebaut und nachträglich mit Dachgauben versehen worden.



Abbildung 22 Satellitenaufnahme des Quartiers Heimgartenstraße

Die Gebäude sind sehr homogen und unterscheiden sich in zwei Gebäudetypen. Sechs Gebäude weisen eine Nord-Süd-Ausrichtung auf und haben drei Hauseingänge (Ausnahme Heimgartenstraße 1 und 3 mit zwei Hauseingängen). Diese Gebäude sind dreigeschossig und beinhalten 138 Wohneinheiten. An diesen Gebäuden sind aufgeständerte Balkone angebaut. Sechs weitere Gebäude haben eine Ost-West-Ausrichtung und beinhalten bei einer Zweigeschossigkeit 41 Wohnungen. Insgesamt stehen also 179 Wohneinheiten im Quartier zur Verfügung.



Abbildung 23 Heimgartenstraße 11 (links) und Heimgartenstraße 13 (rechts)

6.5.1 Zentrale Ziele des Wohnungsunternehmens

Mit der kontinuierlichen Sanierung der Gebäude in den Jahren 1998 bis 2019 wurde ein charakteristischer mittlerer Standard erzielt, der die Modernisierungsergebnisse ungünstiger erscheinen lässt als eine Ertüchtigung vom energetisch ungünstigen Ursprungszustand auf den hochwertigen energetischen Standard.

Tabelle 10 Modernisierungsjahr der Wohnblocks sowie Art der Modernisierung

Gebäude Nr.	Haus Nr.	Dämmung AW	U-Wert neu AW	Dämmung Dach	U-Wert neu Dach	Austausch Fenster	U-Wert neu Fenster
82013	1+3	2006	0,35	2019	0,24	2013	1,30
82013	13+15+17	2006	0,35	2017	0,24	2013	1,30
82013	5+7+9	2006	0,35	2018	0,24	2013	1,30
82014	11	2003	0,35	2003	0,30	2003	1,30
82015	21+23+25	2007	0,35	2007	0,30	2013	1,30
82016	29+31+33	1999	0,4	2016	0,24	2014	1,30
82018	19	2005	0,35	2005	0,30	2005	1,30
82018	27	2005	0,35	2005	0,30	2005	1,30
82022	37+39+41	1998	0,4	2016	0,24	2014	1,30
82024	35	1999	0,4	1999	0,30	2015	1,30
82024	43	1999	0,4	1999	0,30	2015	1,30
82034	45	1998	0,4	1998	0,30	2015	1,30

Zum Erreichen der gesetzten Klimaziele der Bundesregierung ist ein mittlerer Standard nicht ausreichend. Die Nachrüstung von Dämmung oder eine weitere vollumfängliche Modernisierung der Gebäudehülle nach heutigen Standards zur Erreichung der Klima-Zielwerte scheidet aus wirtschaftlicher Sicht bis zum nächsten Sanierungszyklus allerdings aus.

Aus diesem Grund gilt es für das Quartier Heimgartenstraße mit dem gegebenen mittleren Wärmeschutz Lösungen im Bereich der Versorgungstechnik zu ermitteln, mit denen eine bilanzielle Klimaneutralität des Quartiers erreicht werden kann. Die Ergebnisse sollen anschließend auf weitere Bestände und Quartiere übertragen werden. Diese Untersuchungsvariante stellt für große Bestände zahlreicher Wohnungsunternehmen eine wichtige Option dar.

6.5.2 Variante 1: Sole-Wasser-Wärmepumpe und Durchlauferhitzer

Die Heizwärmeversorgung erfolgt über eine Sole-Wasser-Wärmepumpe. Aufgrund der notwendigen hohen Vorlauftemperatur wird eine Hochleistungswärmepumpe benötigt. Die Erschließung des Erdreichs als Wärmequelle geschieht über Hochleistungs- Energiepfähle. Der Vorteil dieser Pfähle ist, dass sie einen deutlich geringeren Platzbedarf benötigen als klassische Sondenbohrungen. Ein Pfahl hat eine Länge von ca. 30 Metern und ersetzt bis zu 3.000 Meter Sondenbohrungen. Die konkrete Entzugsleistung des Erdreichs im Quartier muss über eine Probebohrung und einen Thermal Response Test ermittelt werden. Je nach Ergebnis werden fünf bis sieben Energiepfähle benötigt. Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt über Durchlauferhitzer in den Wohnungen. Es wird ein Mieterstrommodell mit Versorgung der Mieter mit Haushaltsstrom und Strom für die Durchlauferhitzer angeboten. Die Investitionskosten für die Versorgungsvariante 1 betragen ca. 440 bis 540 EUR/m² Wohnfläche. Vor Umsetzung müssen der Platzbedarf mit Standortfestlegung für die unterirdische Heizzentrale sowie die Bohrpfähle geprüft werden. Außerdem muss die Entzugsleistung des Erdreichs über ein geologisches Gutachten verifiziert werden.

6.5.3 Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe und Abluftwärmepumpe

Variante 2 unterscheidet sich bei der Trinkwarmwasserversorgung von Variante 1. Anstelle von elektrischen Durchlauferhitzern werden in die Wohnungen Abluftwärmepumpen eingebaut. Diese Variante ist insbesondere dann interessant, wenn die Wohnungslüftung von Fensterlüftung auf eine kontrollierte Wohnraumlüftung umgestellt werden soll. Durch die Entfeuchtung der Innenluft kann Schimmelbildung vermieden werden. Zu beachten ist hier allerdings der hohe Installationsaufwand für Abluftverrohrung und Nachström-Öffnungen in jeder Wohneinheit. Die Variante verursacht mit 485 bis 595 €/m² Wohnfläche etwas höhere Investitionskosten als Variante 1.

6.5.4 Variante 3: Holzpellet-Kessel mit Durchlauferhitzern

Die Heizwärmeversorgung geschieht bei dieser Variante über einen zentralen Holzpellet-Kessel mit elektrischem Heizstab für die Lastspitzen. Kessel und Pelletlager befinden sich gemeinsam im unterirdischen Haustechnik-Container. Die Trinkwarmwasserversorgung erfolgt dezentral über elektrische Durchlauferhitzer in den Wohnungen. Gegenüber den beiden anderen Varianten ist wegen des notwendigen Pelletlagers ein größerer Platzbedarf für die unterirdische Haustechnikzentrale zu berücksichtigen. Außerdem muss eine Abgasleitung mit Schornstein errichtet werden. Ein weiterer Nachteil dieser Variante liegt in der notwendigen regelmäßigen Anlieferung von Pellets und die bei der Verbrennung entstehenden Immissionen. Variante 3 stellt hinsichtlich der Investitionskosten zwischen 180 und 220 EUR/m² die günstigste Variante dar.

6.5.5 CO₂-Bilanz der Varianten

Aktuell betragen die jährlichen CO₂-Emissionen für das Quartier 287 Tonnen bzw. 30 kg/m²a für Heizwärme und Trinkwarmwasser. Durch die Deckung eines großen Anteils des Bedarfs für die Wärmepumpenanlage, die Durchlauferhitzer und den Haushaltsstrom verbleiben in der Variante 1 Restemissionen von 93 Tonnen im Jahr durch Netzstrombezug für den Betrieb der Wärmepumpenanlage und der Durchlauferhitzer. In Variante 2 verbleiben insgesamt 94 Tonnen für die Wärmepumpen. Unter der Annahme, dass es sich beim Netzstrom perspektivisch um Ökostrom mit einem Emissionsfaktor von Null handelt, lassen sich die Treibhausgasemissionen auf null reduzieren. In Variante 3 verbleiben Restemissionen von 58 Tonnen pro Jahr für den Betrieb des elektrischen Heizstabs und 23 Tonnen für die Verfeuerung von Holzpellets. Bei Ökostrombezug reduzieren sich die Gesamtemissionen auf 23 t/a. Durch die betrachteten Maßnahmen in den Wärmepumpen-Varianten 1 und 2 kann durch zusätzlichen Bezug von Ökostrom mit einem CO₂-Emissionsfaktor von null eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung sichergestellt werden.

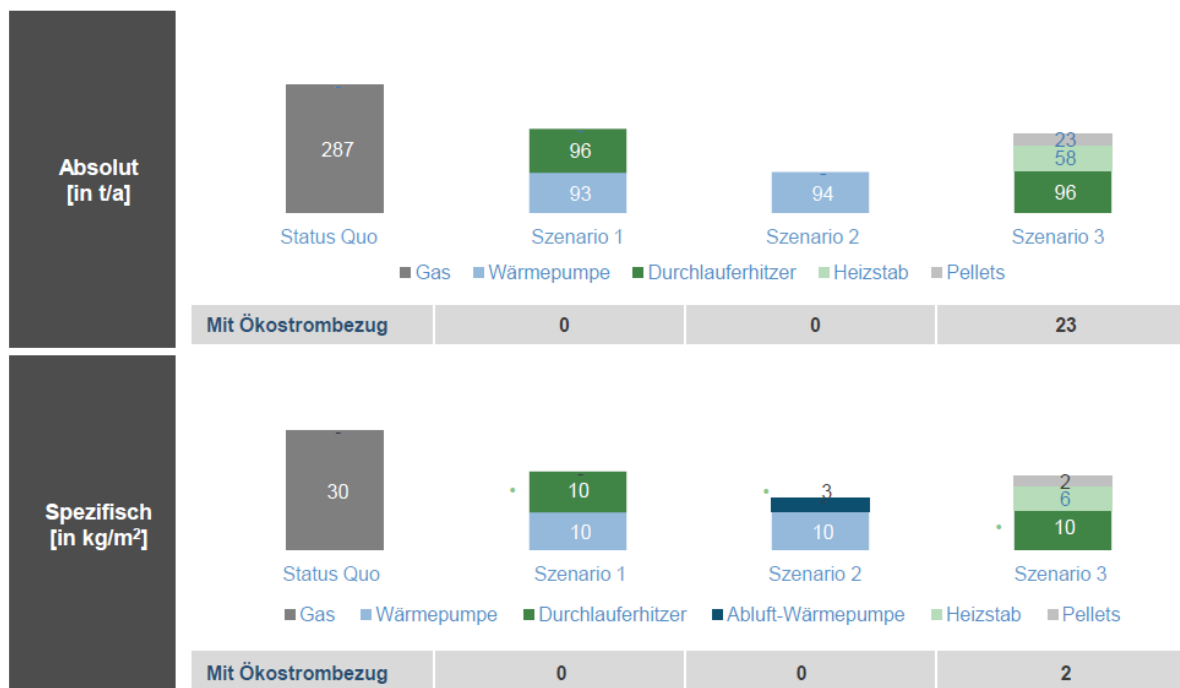


Abbildung 24 CO₂-Bilanz für die Wärmeversorgung

6.5.6 Gesamtbewertung der Varianten im Vergleich

Die Varianten 1 und 2 sind mit einem Investitionsbedarf von 440 bis 540 EUR/m² (Variante 1) bzw. 485 bis 595 EUR/m² (Variante 2) deutlich kostenintensiver als Variante 3 mit nur 180 bis 220 EUR/m². Der Grund dafür liegt in den hohen Erschließungskosten für die Wärmequelle Erdreich und den höheren Investitionskosten für die Wärmepumpenanlage gegenüber einem Holzpellet-Kessel. Durch die wesentlich geringeren Betriebskosten für die strombasierten Wärmepumpen, die durch die PV-Anlage und die Direktstromnutzung ermöglicht werden, sind die Varianten 1 und 2 allerdings wirtschaftlicher als Variante 3. Bei einem Wärmepreis von 14 ct/kWh und einem Strompreis von 10 % unter dem Marktpreis ergibt sich für Variante 1 eine Rendite von ca. 3,7 %.

In Variante 2 liegt diese bei 3,2 % und in Variante 3 hingegen nur bei 0,3 %. Mit Erhöhung des Eigenverbrauchs, insbesondere durch eine höhere Mieterstromdurchdringung, lässt sich das wirtschaftliche Potenzial weiter erhöhen. Aus Sicht des Wohnungsunternehmens als zukünftiger Wärmelieferant lässt sich mit Variante 3 kein erfolgreiches Geschäftsmodell erzielen.

Es wird empfohlen, Variante 1 weiter zu betrachten, da auch die zweite Variante aufgrund des stark erhöhten Installationsaufwands für die einzubauenden Abluftanlagen ausscheidet.

	Szenario 1 Sole-WP und Durchlauferhitzer	Szenario 2 Sole-WP und Abluft-WP	Szenario 3 Biomasse und Durchlauferhitzer
CO ₂ -Emissionen	ca. 20 kg/m ² 0 kg/m ² mit Ökostrom	ca. 13 kg/m ² 0 kg/m ² mit Ökostrom	ca. 18 kg/m ² 2 kg/m ² mit Ökostrom
Investitionsbedarf ^{1,2} (inkl. Planung)	440 – 540 €/m ²	485 - 595 €/m ²	180 – 220 €/m ²
Wirtschaftlichkeit	Amortisation ca. 25 Jahre Rendite ca. 3,7 %	Amortisation ca. 28 Jahre Rendite ca. 3,2 %	Keine Amortisation Rendite ca. 0,3 %
Mieter-/Nutzerkosten	Wärmepreis: Konstant, ca. 14 ct/kWh Strompreis: 10 % unter Marktpreis	Wärmepreis: Konstant, ca. 14 ct/kWh Strompreis: 10 % unter Marktpreis	Wärmepreis: Konstant, ca. 14 ct/kWh Strompreis: 10 % unter Marktpreis
Qualitative Einschätzungen	<ul style="list-style-type: none"> Platzbedarf, Ort und Machbarkeit für HEPs (Geothermie) muss geprüft werden Empfehlung zur weiteren Betrachtung	<ul style="list-style-type: none"> Platzbedarf, Ort und Machbarkeit für HEPs (Geothermie) muss geprüft werden Hinzukommend: Verrohrung in Wohneinheiten 	<ul style="list-style-type: none"> Verbrennung von Holz-Pellets führt zu lokalen Emissionen Wartung / Reinigung von Biomassekesseln aufwendig Storanfalliger als Wärmepumpen

Abbildung 25 Zusammenfassung der Bewertung aller drei untersuchten Varianten

7. Präsentation der Konzepte bei den Wohnungsunternehmen (AP 4)

Nach Fertigstellung der konkreten net-Zero-Konzepte wurden diese den Entscheidern in den beteiligten Wohnungsunternehmen präsentiert und diskutiert. Ziel dabei war es auch, die Konzepte zeitnah in die Umsetzung zu bringen.

7.1 Präsentation Alfred-Schulze-Straße, Rostock

Die Abschlusspräsentation des Quartierkonzepts Alfred-Schulze-Straße erfolgte am 31.5.2023 in Rostock gemeinsam mit der Wohnungsgesellschaft Schifffahrt-Hafen inkl. des Geschäftsführers Herrn Blank und Dienststellen der Stadt Rostock im Amt für Umwelt- und Klimaschutz. Angesichts der Tatsache, dass in den 1990er Jahren ein großer Teil des Bestandes saniert wurde, lag ein wesentlicher Aspekt der Diskussion auf der Strategie zu einem wirtschaftlichen Umsetzen der Klimaneutralität. Die hohe Ausbaustufe der Rostocker Fernwärme in Verbindung mit den Optionen der kommunalen Wärmeplanung zielte stark auf den Anschluss von möglichst vielen Liegenschaf-

ten an das Fernwärmenetz der Stadt Rostock. In den nächsten fünfzehn Jahren soll die Wärmelieferung klimaneutral bereitgestellt werden. Die Maßnahmen an der Gebäudehülle und ggf. sinnvolle Aufstockungen sollen innerhalb der Investitionszyklen durchgeführt werden. Darüber hinaus werden Quartiere außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes mit Wärmepumpenlösungen geplant im Sinn des Quartierskonzepts. Der Abschlussbericht befindet sich in Anlage 4a, die Präsentation in Anlage 4b.

7.2 Präsentation Quartier Paul-Gossen-Straße, Erlangen

Die Abschlusspräsentation für das Quartier Paul-Gossen-Straße hat am 19.01.2021 stattgefunden. Der Abschlussbericht befindet sich in Anlage 5a, die Präsentation in Anlage 5b. Das net-Zero-Konzept zur Paul-Gossen-Straße gab einen wesentlichen Anstoß zu umfangreichen net-Zero-Modernisierungen mit seriellen Techniken. Es war ein wichtiger Impuls für das Vorhaben des Unternehmens, den gesamten Bestand von 6.000 Wohnungen mit serieller Sanierung in möglichst kurzer Zeit klimaneutral zu gestalten. Nach Vorliegen des Gutachtens wurden Angebote von mehreren Anbietern eingeholt und ein erweitertes Gebiet um die Paul-Gossen-Straße festgelegt, in dem durch zwei Generalübernehmer die Sanierung zentrumsnah in drei Bauabschnitten durchgeführt wird mit einem Gesamtumfang von 475 Wohneinheiten mit 31.208 m² Wohnfläche zuzüglich der Aufstockungen. Die durchgeführten Maßnahmen in Form serieller Sanierung unterliegen einer steilen Lernkurve. Dabei ist zu berücksichtigen ist, dass Akteure in den Markt drängen, die vorher in angrenzenden Sektoren tätig waren und erstmals mit der herausfordernden Sanierungspraxis im bewohnten Zustand konfrontiert werden. Im ersten Bauabschnitt ist dieser Effekt besonders deutlich erkennbar, der zweite und dritte Bauabschnitt wird durch ein erfahrenes regionales Unternehmen durchgeführt. Zum Prozess der Umsetzung des ersten und dritten Bauabschnitts gibt es Präsentationen und Beiträge auf mehreren Foren, die in Kapitel 8.1 dokumentiert werden.

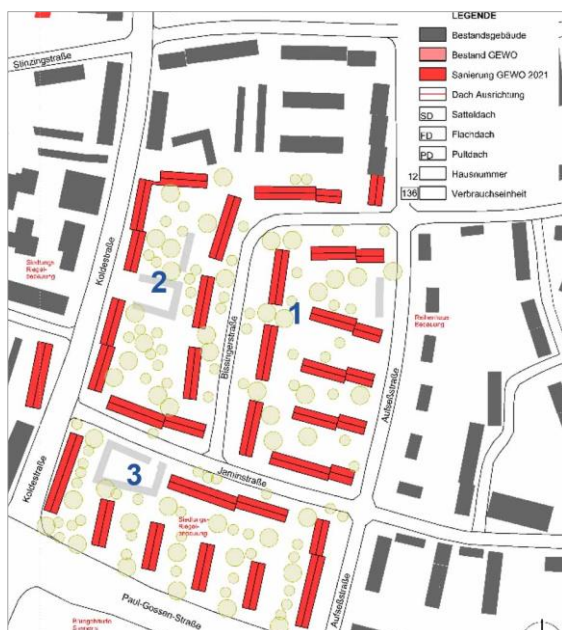


Abbildung 26 Drei Bauabschnitte in Erlangen-Ost

7.3 Präsentation Quartier Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen

Die Abschlusspräsentation für das Quartier Heinrich-Hertz-Straße gegenüber dem Wohnungsunternehmen GEWOBAU hat am 28.09.2022 stattgefunden. Die Quartierskonzepte zur Heinrich-Hertz-Straße und zur Paul-Gossen-Straße wurden jeweils in der frühen Planungsphase mit der GEWOBAU Erlangen hinsichtlich ihrer Ansätze. Der Austausch und die Diskussion gaben wesentliche Impulse für die Modernisierungsvorhaben mit serieller Technik, die ab dem Frühsommer 2022 im Areal der Paul-Gossen-Straße mit drei Bauabschnitten durchgeführt wurde. Für das Quartier Heinrich-Hertz-Straße und darüber hinaus das Quartier Buckenhofer Weg mit insgesamt 250 Wohnungen besteht eine Beauftragung an die Fa. ecoworks zur seriellen Sanierung. Das Projekt befindet sich in der Planungsphase, der Baubeginn wird nach Redaktionsschluss dieses Vorhabens erfolgen. Der Abschlussbericht befindet sich in Anlage 6a, die Präsentation in Anlage 6b.

7.4 Präsentation Quartier Seelhorst, Hannover

Die Abschlusspräsentation für das Quartier Seelhorst wurde mit Vertretern des Wohnungsunternehmens Gundlach und der Landeshauptstadt Hannover am 24.08.2023 im Rahmen eines Fach-Workshops durchgeführt. Bevor mit der konkreten Umsetzung begonnen werden kann, muss aufgrund der geplanten Verdichtung eine B-Plan-Änderung bei der Stadt erfolgen. Dieser Prozess ist aktuell noch nicht abgeschlossen. Es ist vorgesehen, dass die Autoren des net-Zero-Konzepts in die Umsetzung eng eingebunden werden. Der Abschlussbericht befindet sich in Anlage 7a, die Präsentation in Anlage 7b.

7.5 Präsentation Quartier Heimgartenstraße, Sarstedt

Die Abschlusspräsentation für das Quartier Heimgartenstraße hat am 02.08.2023 stattgefunden. Parallel wurde ein Förderantrag im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze beantragt. Über diesen Antrag sollen die vor der Umsetzung notwendigen Untersuchungen zur Erdreichentzugsleistung sowie der erforderlichen geologischen Simulation abgewickelt werden, bevor die Umsetzung im Anschluss anhand der Planungsparameter abgeschlossen werden kann. Der Abschlussbericht befindet sich in Anlage 8a, die Präsentation in Anlage 8b.

8. Kommunikation & Verbreitung (AP 5)

Allein aus den gesetzten Klimaschutzzielen und der sich daraus ergebenden Rolle für den Gebäudebestand ergibt sich die Notwendigkeit, neue Wege bei der energetischen Gebäudesanierung einzuschlagen. Wie oben unter „Innovativer Charakter des Projekts“ dargestellt, stellt die hohe Anzahl der unsanierten und teilsanierten Wohneinheiten eine gewaltige Herausforderung aber eine ebenso gewaltige Chance für die Entwicklung eines neuen Marktes zur Standardisierung, Industrialisierung und Digitalisierung der Gebäudesanierung. Dabei wird die Motivation und Notwendigkeit zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zunehmen. Das Erreichen des klimaneutralen Gebäudebestands wird für Wohnungsunternehmen zu einem der zentralen Punkte ihres Handelns. Wichtig ist dafür aber das Aufzeigen gangbarer wirtschaftlicher und sozialverträglicher Pfade. Diese Aufgabe wurde im Rahmen des Vorhabens intensiv verfolgt, um Bekanntheit und Nachfrage aber auch das Angebot zur Entwicklung von quartiersbezogenen net-Zero-Konzepten und zur Umsetzung von klimaneutralen Wohnquartieren nachhaltig zu fördern.

Die Ergebnisse des Projektes sollten einer breiten Fachöffentlichkeit präsentiert werden. Dazu gehörten in erster Linie Wohnungsunternehmen sowie Entscheider aus Kommunal-, Landes- und Bundespolitik, aber auch Bauunternehmen, die in Zukunft Sanierungen mit seriellen Techniken durchführen wollen. Bei folgenden Foren und Veranstaltungen wurden Beiträge zu klimaneutralen Quartieren und zur seriellen Sanierung eingebracht und auf das Vorhaben und seine Ergebnisse verwiesen:

8.1 Präsentationen

8.1.1 11. Forum Wohnungslüftung HEA / UBA 21.06.2022

Auf dem 11. Forum Wohnungslüftung am Umweltbundesamt, veranstaltet gemeinsam mit der HEA, wurden Lösungen für gute Innenraumluftqualität intensiv diskutiert. Dazu wurde ein Impuls aus der Baupraxis mit Schwerpunkt auf der seriellen Sanierung von Burkhard Schulze Darup vorgestellt mit dem Titel „Aus der Projektpraxis: Lüftungsanlagen im Geschosswohnungsbau und in der seriellen Sanierung“. Die Präsentation befindet sich in der Anlage 9.

8.1.2 14. Effizienztagung Bauen und Modernieren 10.-11.11.2022 in Hannover

Auf der Effizienztagung des euz im Hannover Congress Centrum am 10./11.11.2022 gab es ein eigenes Panel für das Thema der klimaneutralen Wohnquartiere und dem Werkzeug der seriellen Sanierung, das von der target GmbH veranstaltet und moderiert wurde. Darauf wurden aus dem Team zwei Beiträge vorgestellt. Bei Burkhard Schulze Darup lag der Schwerpunkt auf einer Gesamtübersicht zum Thema in Verbindung mit konkreten Beispielen für Quartierskonzepte und erste Umsetzungsergebnisse. Der Titel lautete „net-Zero-Quartiere – Innovative Quartierslösungen zur CO₂-freien Gebäudesanierung“. Die Präsentation befindet sich in Anlage 10. In Ergänzung dazu wurde von Tobias Timm ein Projektbericht über die Serielle Sanierung im ersten Bauabschnitt

der GEWOBAU Erlangen vorgestellt. Dabei ging es sowohl um die Grundlagen unseres net-Zero-Ansatzes und das erstellte Konzept, vor allem aber um konkrete Daten zur energetischen Planung, zu den Strategieansätzen und um die ersten Bilder von umgesetzten Maßnahmen (Anlage 11).

8.1.3 dena Energiewende Kongress, 14.11.2022

Auf dem dena Energiewende Kongress am 14.11.2022 in Berlin beschäftigte sich ein Panel mit dem Thema der seriellen Sanierung als Hebel zur Umsetzung von klimaneutralen Quartieren. Dort wurden mehrere umgesetzte Projekte vorgestellt und interaktiv diskutiert. Die Zusammenarbeit mit dem energiesprung-Team der dena stellt eine wichtige Verbindung für das Vorhaben „net-Zero-Quartiere“ da. Die beiden Ansätze ergänzen sich sehr gut und es gibt einen intensiven Austausch zwischen der Projektgruppe, der dena, dem BMWK und der GEWOBAU Erlangen. Beim Kongress wurde das Projekt „Seriell Sanieren - GEWOBAU Erlangen“ vor allem unter dem Versorgungsaspekt dargestellt. Die Präsentation befindet sich in der Anlage 12.

8.1.4 Institut für Städtebau Berlin, 11.-12.05.2023

Das Institut für Städtebau Berlin veranstaltete am 11.-12.5.2023 ein Online-Forum zum Thema „Städtebau und Energie“. Die Teilnehmenden kamen vor allem aus kommunalen Verwaltungen und aus städtebaulichen Planungsbüros. Seitens Burkhard Schulze Darup wurde ausbedungen, die Thematik der Seriellen Sanierung im Quartier als einen ergänzenden Schwerpunkt in seinem Vortrag einzubinden, um dem Publikum diesen Ansatz möglichst praxisnah zu präsentieren. Unter dem Titel „Energetische Quartierskonzepte“ ging es zunächst vor allem um grundsätzliche Fragestellungen der Quartiersversorgung. Nach einigen Beispielen aus dem Neubaubereich zielte der Vortrag vor allem auf die Sanierung mit seriellen Techniken. Die Präsentation befindet sich in Anlage 13.

8.1.5 Passivhaustagung 2023, 11.03.2023

Auf der vom Passivhaus Institut veranstalteten Passivhaustagung in Wiesbaden hat Tobias Timm am 11.03. in der Session 9 – „schnelle und vorgefertigte Sanierung“ das DBU-Projekt mit seinen bis dahin erzielten Ergebnissen in der Präsentation „net-Zero-Quartiere – Innovative Lösungen zur CO₂-freien Gebäudesanierung“ vorgetragen. Kernthema war, dass zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands in Deutschland neue Wege gegangen werden müssen. Eine wesentliche Lösung liegt dabei in der seriellen Sanierung mit industriell vorgefertigten Komponenten, die den EnerPHit-Standard erfüllen. Die Präsentation befindet sich in Anlage 14.

8.1.6 Forum Energie & Bau der Architektenkammer Hannover, 25.05.2023

Analog zur Präsentation auf der Passivhaustagung hat Tobias Timm im Forum Energie & Bau der Architektenkammer Hannover einen aktuellen Stand über das DBU-Projekt gegeben und darüber hinaus Praxisbeispiele der Umsetzung anhand der Projekte in Erlangen gezeigt.

8.1.7 PHI Arbeitskreis Serielles Sanieren 2023

Das Passivhaus Institut veranstaltete im Rahmen des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser am 12.10.2023 die 61. Sitzung zum Thema „Serielle energetische Sanierung nach Passivhaus-Prinzipien“. In zahlreichen Vorträgen, u.a. durch Tobias Timm, wurden Möglichkeiten diskutiert, mit standardisierten Verfahren und Lösungsansätzen und hohem Vorfertigungsgrad hochwertige energetische Sanierungen in kürzeren Bauzeiten zu realisieren. Im Rahmen des Arbeitskreises wurden Konzepte der seriellen Sanierung mit Passivhaus-Bauteilqualitäten (z.B. EnerPHit) vorgestellt. Dabei standen insbesondere hochwärmegeämmte und luftdichte Bauteile der Gebäudehülle und Lösungen für die Gebäudetechnik inkl. Lüftung mit Wärmerückgewinnung im Fokus. Daneben wurden Qualitätsmerkmale für die serielle Sanierung mit Passivhaus-Bauteilen dargestellt. Die Präsentation befindet sich in Anlage 15.

8.2 Fortführung und Verstetigung

Zum Abschluss des Projekts wird geprüft, welche Form der Fortführung unter wirtschaftlichen und strategischen Aspekten sinnvoll sein kann. Eine Weiterführung als Fortbildungskonzept oder mittels einer deutlich erhöhten Anzahl von analog erstellten Quartierskonzepten wird empfohlen.

Sehr gute Chancen zur Verstetigung der Projektidee werden darin gesehen, dass die target GmbH gemeinsam mit Dr. Schulze Darup seit April 2023 regionaler Partner des Energiesprung-Projekts der dena für Niedersachsen ist. Aus dieser Rolle heraus ist es Aufgabe, Wohnungsunternehmen und Kommunen das Thema der seriellen Sanierung näher zu bringen und konkrete Projekte zu initiieren. Eine wesentliche Grundlage für die Umsetzung von Projekten zur seriellen Sanierung ist die Betrachtung von Gebäuden innerhalb ihrer Quartiersgrenzen und die Entwicklung von net-Zero-Konzepten. Die innerhalb des DBU-Projektes gemachten Erfahrungen sollen eingesetzt werden, um weitere klimaneutrale Quartiere zu entwickeln. Erste Ansätze, die das hohe Maß an Synergie zwischen dem abgeschlossenen Projekt und der Arbeit im Energiesprung-Projekt beweisen, konnten für das kommunale Wohnungsunternehmen GSG in Oldenburg und den Bauverein Wunstorf eG genutzt werden. Beide Wohnungsunternehmen planen die klimaneutrale Sanierung von konkreten Quartieren. Für die Planungsunterstützung stehen neue Förderprogramme beim BAFA zur Verfügung. Darüber können Machbarkeitsstudien zur seriellen Sanierung und für effiziente Wärmenetze gefördert werden. Bei beiden Programmen handelt es sich um wirkungsvolle Instrumente, um die Inhalte eines net-Zero-Konzepts zu entwickeln.

Ein weiterer konkreter Ansatz zur Verstetigung der Projektergebnisse liegt in der kommunalen Wärmeplanung, die in Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern bis 2028 aufgestellt werden muss. Wie bereits im Quartier Alfred-Schulze-Straße in Rostock gezeigt, ergibt sich ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der strategischen und übergeordneten Wärmeplanung in einer Kommune und der projektbezogenen und operativen Wärmeplanung innerhalb von zukünftigen klimaneutralen Quartieren in der Kommune. Nur ein tiefes Verständnis für Anforderungen an die Quartiersversorgung führt zu strategisch sinnvollen Ergebnissen bei der kommunalen Wärmeplanung. Gute Ergebnisse können nur dann erzielt werden, wenn für jedes Quartier präzise Grundlagen sowohl für den aktuellen, besonders aber auch den zukünftigen Energiebedarf vorliegen.

Zudem hat sich im Zuge des Forschungsvorhabens gezeigt, dass für unterschiedliche Quartierstypen sehr klare Versorgungsempfehlungen gegeben werden können, um Fehlinvestitionen in die zukünftige Infrastruktur zu vermeiden. Das gilt insbesondere für die Thematik der Wärmenetze. Diese werden aktuell für eine Vielzahl von Bestandsgebieten als „einfache“ Lösung gesehen. Dabei wird allerdings nicht berücksichtigt, dass die zukünftig deutlich geminderte Versorgungsdichte zu sehr hohen Kosten für die Nutzer führen werden. Diese liegen absehbar deutlich über denen von dezentralen Wärmepumpensystemen, wie sie in den kommenden Jahren mit hoher Wirtschaftlichkeit umgesetzt werden können.

Über eigene Projekte zur Wärmeplanung aber auch über Multiplikatoren, wie Landesenergieagenturen soll in den nächsten Monaten das Zusammenspiel deutlich gemacht werden, um die kommunale Wärmeplanung über Projekte in Quartieren konkret zu machen.

Hilfreich wäre in Ergänzung dazu ein Folgeprojekt, bei dem auf Grundlage der Erfahrungen aus unserem Vorhaben für eine Auswahl von charakteristischen Quartierstypen die Klimawirksamkeit und Wirtschaftlichkeit für unterschiedliche Versorgungsoptionen gegenübergestellt wird. Das Ergebnis könnte ein übersichtliches Handbuch für Akteure sein, die eine kommunale Wärmeplanung in den kommenden Jahren im geforderten großen Umfang durchführen werden. Als Ergänzung kann auf dieser Basis ein Rechentool erstellt werden, das in der Praxis der Wärmeplanung zum Einsatz kommen kann.

9. Fazit

Mit dem Klimaschutzgesetz hat der Bund das ambitionierte Ziel zur Klimaneutralität bis 2045 gesetzt. Einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels muss der Gebäudebestand leisten. Allerdings wird es mit der bisherigen Vorgehensweise bei der Gebäudesanierung nicht möglich sein, dieses Ziel zu erreichen.

Mit dem Projekt „net-Zero-Quartiere“ sollte ein Beitrag dazu geleistet werden, die große Aufgabe zur Dekarbonisierung des deutschen Gebäudebestands gezielt voranzutreiben. Einerseits ging es darum, sinnvolle Strategien und Techniken für das Erreichen des net-Zero-Standards zu identifizieren und Impulse in Richtung Marktumsetzung zu setzen. Weiterhin sollte die Chance genutzt werden, nicht nur Einzelgebäude zu betrachten, sondern das Quartier im Verbund zu sehen und dadurch neue Möglichkeiten für Umsetzungstechniken und für die Wärmeversorgung voranzutreiben. Insbesondere mit Blick auf den Fachkräftemangel ging es darum, mittels serieller Sanierung und industrieller Vorfertigung eine erhöhte Umsetzungsgeschwindigkeit zu erzielen bei gleichzeitiger Verbesserung der Sanierungstiefe.

Projektziel war, diese Impulse durch die Entwicklung von net-Zero-Konzepten für ca. 1.000 Wohneinheiten in konkreten Quartieren praxistauglich und umsetzungsnah zu setzen. Trotz erheblicher Schwierigkeiten bei der Projektdurchführung aufgrund der zahlreichen Einschränkungen und Unsicherheiten der Akteure während der Corona-Pandemie konnte das Projektziel erreicht werden und 800 Wohneinheiten in fünf großen Quartieren betrachtet werden. Es ist ein großer Erfolg des Projekts, dass schon kurze Zeit nach Veröffentlichung der Konzepte die Pla-

nungs- und Umsetzungsphase begonnen wurde. Die Anzahl der Wohnungen, die darauf basierend in die Sanierungsumsetzung gehen sollen, liegt bei über 1.200 Wohneinheiten. Dies zeigt die Relevanz der quartiersbezogenen Betrachtung und unterstreicht die großen Chancen zur Verstärkung der erprobten Ansätze etwa in der kommunalen Wärmeplanung oder im Rahmen des Energiesprung-Projekts der dena.

Das Zusammenwirken mit dem Energiesprung-Team hatte eine hohe Bedeutung. Bei Projektbeginn war durchaus das Interesse der Wohnungswirtschaft zu spüren, allerdings begleitet von einer gewissen Skepsis. Ein wichtiger Grund dafür lag darin, dass die prädestinierten Akteure aus der Bauwirtschaft zu dem Zeitpunkt ihr volles Augenmerk auf den Wohnungsneubau legten, bei dem hohe Renditen realisierbar waren. Deshalb wurden die ersten Projekte vor allem durch innovative Quereinsteiger übernommen. Der frische Wind war sehr hilfreich, allerdings gepaart mit einer intensiven Lernkurve. Im Klartext: es gab durchaus Projekte mit Optimierungsbedarf. Aufgrund der aktuellen Marktlage befinden wir uns aktuell in einer Situation, in der auf der Angebotsseite ein deutlich erhöhtes Interesse auch bei den eingeführten größeren Bauunternehmen existiert. In 2024 wird es darum gehen, eine möglichst hohe Anzahl von erfolgreichen Projekten fertigzustellen, damit auch die Wohnungswirtschaft ihre Zurückhaltung verliert.

Voraussetzung dafür ist eine deutliche Kostensenkung bei der seriellen Sanierung, die derzeit bei zahlreichen Angeboten durchaus 200 bis 500 EUR/m² über Vergleichspreisen konventioneller Sanierung liegt. Nach zahlreichen Impulsen für einen Förderbonus, die auch von den beteiligten Projektpartnern ausgingen, gewährt der Bund seit Januar 2023 eine Zusatzförderung für serielle Sanierung in Höhe von 15 Prozent für die KfW-Effizienzhausstufen 40 und 55, was einen zusätzlichen Zuschuss von 18.000 bis 22.500 € pro Wohnung ausmacht. Dadurch können sich bei optimierter Planung serielle Lösungen derzeit sehr wirtschaftlich darstellen. Gleichzeitig muss es aber das Ziel aller Beteiligten sein, die Kosten schnell zu senken. Analog dazu wurde auch von den Akteuren des Forschungsvorhabens vorgeschlagen, die Förderquote pro Jahr z. B. um 2,5 Prozent zu senken. Deshalb sind die Komponentenhersteller etwa für Fassadenmodule aber auch für Wärmepumpentechnik gefragt, ihre Kosten zu optimieren, um die hocheffiziente serielle Sanierung in Deutschland zum Durchbruch zu bringen. Gelingt dies nicht, werden Projekte, wie z.B. in Erlangen, Einzelprojekte bleiben und das Ziel eines CO₂-freien Gebäudebestands in womöglich unerreichbare Ferne geraten.

Anlagen

Diesem Abschlussbericht sind folgende Anlagen beigelegt, auf die im Bericht verwiesen wird:

Anlage 1	sechseitiger Flyer
Anlage 2	12-seitige Broschüre
Anlage 3	Adressliste
Anlage 4a	Bericht net-Zero-Konzept Alfred-Schulze-Straße
Anlage 4b	Präsentation net-Zero-Konzept Alfred-Schulze-Straße
Anlage 5a	Bericht net-Zero-Konzept Paul-Gossen-Straße
Anlage 5b	Präsentation net-Zero-Konzept Paul-Gossen-Straße
Anlage 6a	Bericht net-Zero-Konzept Heinrich-Hertz-Straße
Anlage 6b	Präsentation net-Zero-Konzept Heinrich-Hertz-Straße
Anlage 7a	Bericht netZero-Konzept Seelhorst
Anlage 7b	Präsentation netZero-Konzept Seelhorst
Anlage 8a	Bericht net-Zero-Konzept Heimgartenstraße
Anlage 8b	Präsentation net-Zero-Konzept Heimgartenstraße
Anlage 9	Präsentation Forum Wohnungslüftung HEA / UBA
Anlage 10	Präsentation „net-Zero-Quartiere – Innovative Quartierslösungen zur CO ₂ -freien Gebäudesanierung
Anlage 11	Präsentation Projektbericht über die Serielle Sanierung im ersten Bauabschnitt der GEWOBAU
Anlage 12	Präsentation Serielles Sanieren - GEWOBAU Erlangen
Anlage 13	Präsentation Institut für Städtebau
Anlage 14	Präsentation net-Zero-Quartiere – Innovative Lösungen zur CO ₂ -freien Gebäudesanierung
Anlage 15	Präsentation PHI Arbeitskreis serielles Sanieren

Quellen

[dena 2020] Deutsche Energieagentur: Das energiesprong-Prinzip. - <https://www.energiesprong.de/was-ist-energiesprong/das-energiesprong-prinzip/>

[Danfoss 2020] Korrespondenz mit Herrn Kazatel (2.9.2020 ff per Mail und VK gem. mit Herrn Heim) und Link: [Fernwärme-, Haus- und Wohnungsstationen; Systeme zur Trinkwassererwärmung | Danfoss](#)

[GEWOBAU 2020-1] epiqr – Objektinformation der GEWOBAU Erlangen Stand 2020

[GEWOBAU 2020-2] Zustandsbericht mit Detailangaben zu den Gebäuden – GEWOBAU Erlangen Stand 2020

[GEWOBAU 2020-3] Bereitstellung des CO₂-Monitorings durch Dr. Renn für das Quartier durch die GEWOBAU, Erlangen 2020

[Hundhausen 2020] Prof. Hundhausen, Erlangen-Büchenbach, Ertrag Plusenergiehaus, Mail vom 22.11.2020

[iKratos 2020] Angebot 47971 der Fa. iKratos vom 8.9.2020

[ESTW 2020] <https://www.estw.de/de/Energie-Wasser/Waerme/>, <https://www.estw.de/de/Energie-Wasser/Waerme/Rechte-Seite/fernwaerme.pdf>, abgerufen 22.11.20

[PHI 2020-1] Passivhaus Projektierungs Paket – Passivhaus Institut Darmstadt 2020

[PHI 2020-2] districtPH – Rechenwerkzeug zur energetischen Erfassung und Bilanzierung von Quartieren, Passivhaus Institut Darmstadt 2020

[Schulze Darup 2010] Schulze Darup (Hrsg.): Energetische Gebäudesanierung mit Faktor 10. – Darstellung der Projektergebnisse des gleichlautenden Forschungsvorhabens, gefördert durch die DBU (AZ 19208) https://www.dbu.de/OPAC/ep/Energetische_Gebaeudesanierung_Faktor_10.pdf

[Schulze Darup 2019] Schulze Darup: Kostengünstiger und zukunftsfähiger Geschosswohnungsbau im Quartier“. Forschungsvorhaben, fachlich und finanziell gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU AZ 33119/01-25), Kostenloser Download des Berichts: www.dbu.de/projekt_33119/01_db_2409.html

[Schulze Darup 2020] Schulze Darup: Neues Bauen für bezahlbares Wohnen - Planungsanregungen für die energieeffizienten und kostenoptimierten Neubauten der 2020er Jahre. – Broschüre im Auftrag der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen GmbH Hannover 2020