

# Energiekonzept zum Bebauungsplan Steilshoop 11, Bezirk Wandsbek

Abschlussbericht

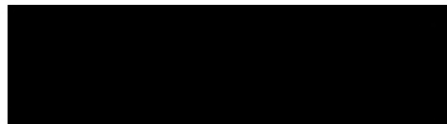
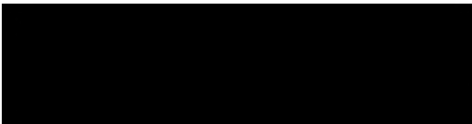


## **Auftraggeber**

SAGA Siedlungs-Aktiengesellschaft Hamburg  
Poppenhusenstraße 2  
22305 Hamburg

## **Verfasser**

Drees & Sommer SE  
Ludwig-Erhard-Straße 1  
20459 Hamburg



Abschlussbericht

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung und Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Grundlagen.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Ermittlung des Energiebedarfs.....</b>	<b>6</b>
3.1 Energieverbrauch Effizienzhaus-Standards Steilshoop 11.....	7
<b>4 Energiekonzept .....</b>	<b>8</b>
<b>5 Photovoltaik-Ertragspotenzial .....</b>	<b>10</b>
<b>6 Energie- und Klimabilanz .....</b>	<b>12</b>
6.1 Ergebnisse Energie- und Klimabilanz .....	12
<b>7 Ökonomische Bewertung .....</b>	<b>14</b>
7.1 Randbedingungen .....	14
7.2 Fördermittel.....	14
7.2.1 Förderprogramm für Klimafreundlichen Neubau (KFN).....	15
7.2.2 Investitions- und Förderbank Hamburg.....	15
7.3 Ergebnisse .....	16

Abschlussbericht

## 1 Einleitung und Aufgabenstellung

Der Energiefachplan ist ein energiewirtschaftliches Fachgutachten für Neubauvorhaben und in § 25 des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes (HmbKliSchG) verankert. Er wird bei Projekten erstellt, die mehr als 150 Wohneinheiten oder einen äquivalenten Wärmebedarf sowie eine Geschossflächenzahl von über 0,8 umfassen. Ab dieser Größenordnung und Dichte sind die grundlegenden Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Wärmeversorgung mit einem Wärmenetz gegeben. Ein Energiefachplan ermittelt die klimafreundlichsten Wärmeversorgungslösungen (mit möglichst geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen) bei gleichzeitiger wirtschaftlicher Vertretbarkeit.

Im Rahmen von schulischen Umstrukturierungsmaßnahmen und der damit verbundenen Bündelung der schulischen und sonstigen Gemeinbedarfsnutzungen eröffnete der „Campus Steilshoop“ im Jahr 2019. Durch die freiwerdenden schulischen Flächen ergibt sich die Möglichkeit der Neugestaltung des nördlichen Siedlungsrandes einschließlich ergänzendem Wohnungsbau.

Veranlasst durch diese Umstrukturierungen wurde im Jahr 2013 eine durch das Bezirksamt Wandsbek – nachstehend Ba-W genannt – beauftragte Rahmenplanung abgeschlossen und die daraus hervorgegangene Vorzugsvariante A2 der weiteren Entwicklung zugrunde gelegt.

Auf Grundlage der ausgewählten Nutzungsverteilung wurde im Jahr 2019 ein städtebaulich-freiraumplanerischen Realisierungswettbewerb ausgelobt. Auf insgesamt drei Baufeldern, am Edwin-Scharff-Ring und Fritz-Flinte-Ring (Baufelder A und B) sowie am Borcherring (Baufeld C) nördlich der Großwohnsiedlung, soll ein preisgünstiger Wohnungsneubau mit insgesamt ca. 400 bis 500 Wohneinheiten realisiert werden. Von diesen 400 bis 500 Wohneinheiten entfallen etwa 280 Wohneinheiten auf das Plangebiet Steilshoop 12 (Baufelder A und B am Edwin-Scharff-Ring und Fritz-Flinte-Ring) sowie etwa 190 Wohneinheiten auf das **Plangebiet Steilshoop 11 (Baufeld C am Borcherring)**.

Für das Plangebiet Steilshoop 11 sieht das Wettbewerbsergebnis eine im Detail differenzierte, raumbildende Blockrandstruktur vor, die im Bereich des Bramfelder Sees einen ergänzenden, großzügigen öffentlich nutzbaren Freiraum auf bisheriger Schulfläche schafft.

Für die Erstellung des Energiefachplans liegen der Freianlagenplan, die Ansichten, Flächenaufstellungen, Wohnungsschlüssel, Ausführungsstandards sowie das grundlegende Nutzungskonzept vor. Übergeordnet wird ein Energiestandard nach BEG-WG 55 oder BEG-WG 40 angestrebt. Die Flachdachflächen der Gebäude sollen unter anderem mit einer extensiven Begrünung sowie PV-Modulen belegt werden. Mit der Novellierung des Hamburger Klimaschutzgesetzes wird die Pflicht zur Nutzung und Errichtung von Photovoltaik-Anlagen um die Vorgabe einer Mindestbelegungsfläche von 30 Prozent der Bruttodachfläche mit Photovoltaik ab 2024 ergänzt.

Abschlussbericht

Die zukünftige Planung der Versorgungstechnik soll sich an den Ausführungsstandards orientieren:

- Zentrale Trinkwarmwasserbereitung,
- mechanische Abluft, keine mechanische Zuluft,
- Niedertemperaturheizkörper mit maximal 50°C im Vorlauf werden bevorzugt,
- gebäudebezogene Technikzentralen,
- keine Gebäudekühlung.

Da in Steilshoop-Nord die Versorgung der Wohnungen durch **Fernwärme** anliegt, bzw. erweitert werden kann, kann der Umfang des Anforderungskatalogs der BUKEA für einen Energiefachplan in Teilen reduziert werden. Das Energiekonzept wird projektbezogen seitens des Bezirks und der Bezirkspolitik gefordert und ist bis zur Beteiligung der Träger der öffentlichen Belange vorzulegen.

Es werden folgende Energieversorgungsoptionen untersucht:

- Photovoltaik,
- Abluft,
- Wärmerückgewinnung über Wärmepumpen und Fernwärme.

Im Rahmen des Energiekonzepts wird der Energiebedarf des Plangebiets für drei verschiedene energetische Standards (BEG WG Effizienzhaus 55, BEG WG Effizienzhaus 40, BEG WG Effizienzhaus 40 mit NH-Klasse) entwickelt. Aus der Kombination der Energiestandards und der Versorgungsvarianten wird der Primärenergiebedarf, die CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Investitionskosten und die daraus resultierenden Wärmepreise abgeschätzt und ausgewertet.

Ziel ist es, für die zukünftige Energieversorgung des Plangebiets eine Versorgungsvariante mit größtmöglicher CO<sub>2</sub>-Einsparung bei wirtschaftlicher Vertretbarkeit zu entwickeln und auf Basis der Untersuchungen eine Handlungsempfehlung auszusprechen.

Abschlussbericht

## 2 Grundlagen

Im Folgenden sind die wesentlichen Dokumente und Quellen aufgeführt, die als Grundlage bei der Erstellung des Energiekonzepts dienen:

- Datenpaket mit Projektbeteiligtenliste, Leistungsbild Energiekonzept, Emissionsfaktoren, Rahmenplanung, Lageplanung, Schnitten/Ansichten, Funktionsplan Steilshoop 11 + 12 (Stand: 11/2023),
- Bescheinigung PEF & THG-Emissionen,
- Erschließung Mobilitätskonzept mit Gesamtbericht, Funktionsplan, Leitungsübersicht und Verkehrsanlagen (Stand: 12/2023),
- Ermittlung Kennziffern E-Mobilität aus Energiefachplan RA 137/138, Gridcon Energy Consult,
- Informationen aus der Projekt Kick-Off Veranstaltung vom 30.11.2023,
- Ergebnisse Drees & Sommer-Workshop zu Versorgungsvarianten, Zwischenstand vom 14.12.2023.

Die verwendeten Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Faktoren sind in folgender Tabelle aufgeführt:

**Tabelle 1: Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Faktoren**

Energieart	Primärenergiefaktor [-]	CO <sub>2</sub> -Faktor [t/MWh]	Quelle/Kommentar
Fernwärme	0,33	0,064	BET (Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH)
Umweltwärme (Erdwärme, Umgebungswärme, Abwärme)	0,0	0,034	GEG/GEMIS
Strom (Bundesmix)	1,8	0,388	BUKEA
Strom (Ökostromtarif)	1,8	0,040	Ökostromvertrag noch nicht vorhanden
Strom (Photovoltaik, gebäudenah erzeugt)	0,0	0,000	GEG/GEMIS

Für dieses Energiekonzept wurde ein Arbeitspreis von 40 Ct/kWh für Strom und 12,6 Ct/kWh gemäß des Preisblatts 2024 von Wärme Hamburg angesetzt.

<sup>1</sup> Der CO<sub>2</sub>-Faktor sowie der Primärenergiefaktor der Fernwärme für das „Stadtnetz Hamburg“ ist vom Gutachter BET gemäß der Methode AGFW FW 309-1:2021 berechnet worden. Hierbei ist die für das Jahr 2025 geplante Abschaltung des Kohlekraftwerks Wedel sowie die erweiterte Nutzung der Aurubis-Abwärme und der Abwärme der Müllverwertungsanlage Borsigstraße bereits berücksichtigt. Eine Berechnung gemäß der „finnischen Methode“ liegt nach Aussage der Hamburger Energiewerke nicht für das gleiche Ausbauszenario vor und wird erst im Rahmen der Transformationsplanung final berechnet. Der aktuelle CO<sub>2</sub>-Faktor der Fernwärme beträgt 280 g/kWh.

Abschlussbericht

### **3 Ermittlung des Energiebedarfs**

Im Folgenden wird der zukünftige Energiebedarf und die überschlägige Heizlast<sup>2</sup> des Plan-gebiets für drei energetische Standards abgeschätzt. Es werden der Energiebedarf für die Beheizung der Räume, Trinkwarmwasserbereitung sowie der Gesamt-Strombedarf (Mieterstrom, Allgemeinstrom, Strombedarf E-Mobility) berücksichtigt.

Der Trinkwarmwasserbedarf wird in allen Effizienz-Varianten zum Heizwärmebedarf addiert, um den gesamten Wärmebedarf des Plangebiets zu ermitteln.

Die Ermittlung der beheizten Flächen des Plangebiets erfolgt anhand der übergebenen Flächenangaben und einer Belegungsdichte von ca. zwei Bewohnern pro Wohnungseinheit.

**Tabelle 2: Beheizte Flächen des Plangebiets**

<b>Nutzungsart</b>	<b>Anzahl Wohnungen [-]</b>	<b>Anzahl Bewohner/ Personen [-]</b>	<b>Wohnfläche/ Nutzfläche [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Brutto-Dachfläche [m<sup>2</sup>]</b>
Wohnen – St 11	225	450	18.520	4.184
Gewerbeflächen (Steilshoop 11)			965	
<b>Gesamt (STEI 11 und STEI 12)</b>	<b>505</b>	<b>1.008</b>	<b>42.145</b>	<b>9.112</b>

<sup>2</sup> Die genaue Heizlast ist im Rahmen einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831-1 im Zuge der weiteren Planung zu ermitteln.

### 3.1 Energieverbrauch Effizienzhaus-Standards Steilshoop 11

Nach Berechnung der Energieverbräuche der jeweiligen Effizienzhausstandards ergibt sich die nachfolgende Tabelle. Der Heizwärmebedarf ist für die beiden Varianten mit dem Effizienzhausstandard 40 geringer als für den Effizienzhausstandard 55. Im Bereich Trinkwarmwasserbedarf und Strombedarf ergeben sich keine Differenzen.

**Tabelle 3: Energiebedarf nach BEG WG Effizienzhaus-55-Standard, zentrale Warmwasserbereitung**

Variante	Heizwärme- bedarf [MWh/a]	Trinkwarm- Wasserbedarf [MWh/a]	Gesamt Wärmebedarf [MWh/a]	Strombedarf* [MWh/a]
Variante A – BEG-WG Effizienzhaus 55, zentrale WWB	648	205	853	556
Variante B – BEG-WG Effizienzhaus 40, zentrale WWB	463	205	668	556
Variante C – BEG-WG Effizienzhaus 40, zentrale WWB	463	205	668	556

\*Der Strombedarf für Wärmepumpe und Elektromobilität ist nicht inkludiert.

## 4 Energiekonzept

Da in Steilshoop-Nord für die Versorgung der Wohnungen Fernwärme anliegt, bzw. erweitert werden kann, kann der Umfang des Anforderungskatalogs der BUKEA für einen Energiefachplan in Teilen reduziert werden. Daher wird nachfolgend nur eine Energieversorgungsvariante betrachtet.

Die Grundversorgung im Bereich Wärme wird durch eine Wärmepumpe gedeckt. Diese Wärmepumpe nutzt das Temperaturniveau der WC-Abluft, das über eine Wärmerückgewinnung zur Verfügung steht. Die zusätzliche Wärmelast sowie die Warmwassererzeugung wird mittels Fernwärme erzeugt. Ebenfalls kommt zur Stromversorgung in allen Fällen eine Photovoltaikanlage zum Einsatz. Der erzeugte Strom soll, sofern technisch und wirtschaftlich sinnvoll, vor Ort für die technischen Anlagen genutzt werden. Ansonsten wird der erzeugte Strom voll eingespeist. Ein weiterer Bestandteil des Energiekonzepts sind die Ladestationen für Elektromobilität.

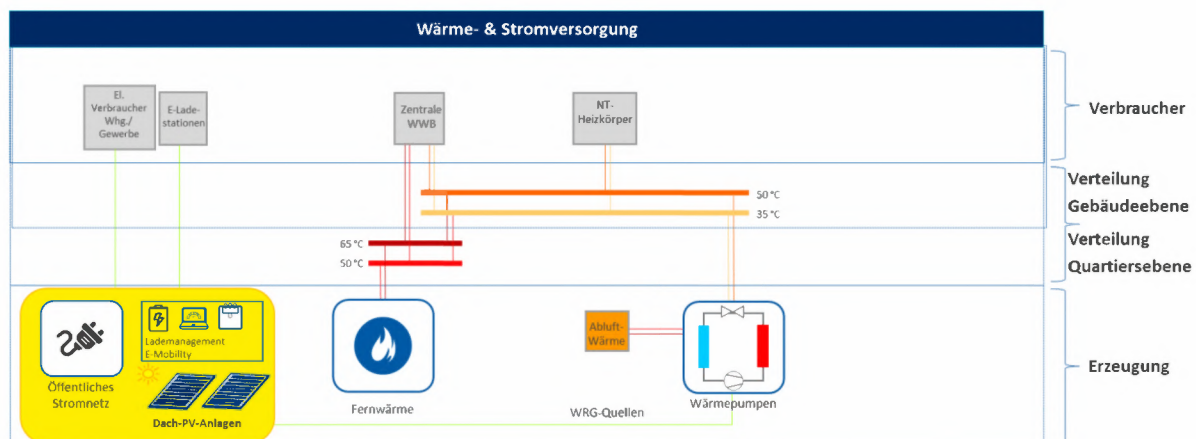


Abbildung 1: Energiekonzept

In Kapitel 6 werden detaillierte Angaben zu den erforderlichen Wärmemengen in Bezug auf die unterschiedlichen Energie- und Effizienzhausstandards gemacht.

### Wärmepumpen

Besonders effizient können Wärmepumpensysteme mit niedrigen Heiztemperaturniveaus wie z. B. bei Fußbodenheizungen mit Systemtemperaturen im Auslegungspunkt von 35/30 °C im Heizungs- Vor- und Rücklauf betrieben werden. Bei höheren Temperaturen, maximal 55 °C, sinkt die Effizienz und die technische Lebensdauer der Wärmepumpen. Es ist im Rahmen der weiteren technischen Planung zu prüfen, ob ein Betrieb mit Niedertemperaturheizkörpern und einer Trinkwasservorerwärmung durch die Wärmepumpe mit Nacherhitzung möglich ist. Ein wesentlicher Vorteil ergibt sich dadurch, dass die Abluftwärmenutzung ununterbrochen im Jahr und insbesondere auch in der Heizperiode verfügbar ist und sowohl die Beheizung der Gebäude als auch die Warmwasserbereitung durch die rückgewonnene Wärme ermöglicht wird. Ein weiterer Vorteil ist, dass das ohnehin notwendige Abluft-System genutzt wird. Ein Nachteil sind die noch vergleichsweise hohen Kosten für die Komponenten der Wärmerückgewinnung, da solche Systeme auf dem Markt noch nicht in hohen Stückzahlen verkauft werden.

## Abschlussbericht

Über die Abwärme-Rückgewinnung können für die Wohngebäude eine Wärmemenge von etwa 140 MWh/a bereitgestellt werden. Mit der Annahme, dass die Wärmepumpen eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 5 erreichen, wird für den Betrieb der Wärmepumpen eine Strommenge von etwa 30 MWh/a benötigt.

Darüber hinaus werden, wie in allen anderen Varianten auch, die Dachflächen für die Nutzung von Solarenergie mit Photovoltaik-Anlagen ausgestattet (siehe Kapitel 5). Die Verlegung der Abluft-Sammelleitungen auf dem Dach ist so auszuführen, dass die Mindestbelegung mit Photovoltaik-Modulen sichergestellt wird.

### Abluft-Wärmerückgewinnung

Durch gebäudebezogene Abluftwärmerückgewinnungseinheiten und Wärmepumpen kann über das gesamte Jahr, aber insbesondere auch im Winter, ein Teil der Wärme der Abluft über die Wärmerückgewinnung der Wärmeversorgung wieder zurückgeführt werden. Hierzu werden die Abluftvolumenströme auf den Dächern der Gebäude über Rohrnetze zusammengefasst und einer Ablufteinheit mit einem Wärmetauscher mit Wärmerückgewinnung zugeführt (vergleiche Abbildung 9). Die übertragene Wärme kann je nach Ausführung direkt auf dem Dach einer Wärmepumpe oder über einen zwischengeschalteten Sole-Kreislauf einer zentralen Wärmepumpe zugeführt werden. Die Wärme kann dann wiederum für die Beheizung des Gebäudes bereitgestellt werden. Die Nutzung einer Abwasserwärmerückgewinnung wird aufgrund des zu geringen Wärmeleistungspotenzials nicht weiter untersucht. Seitens Hamburg Wasser wurde in Sondierungsgesprächen zur Pilotierung von Abwasserwärmepumpenanlagen 500 kW als Mindestprojektgröße benannt.

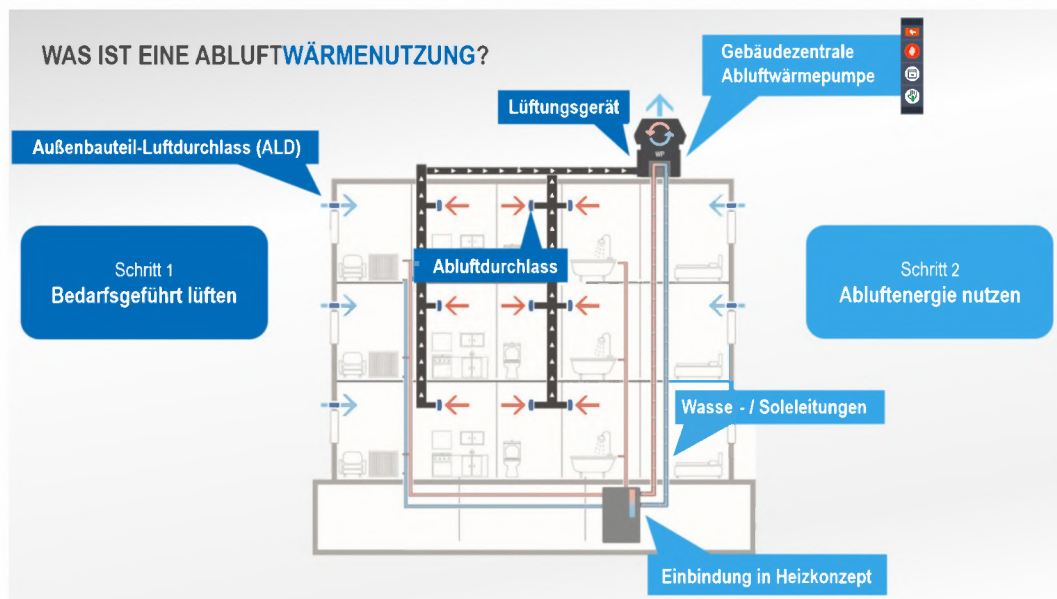


Abbildung 2: Prinzipschema einer Abluft-Wärmerückgewinnung (Quelle: AERECO)

Abschlussbericht

## 5 Photovoltaik-Ertragspotenzial

Die Freie und Hansestadt Hamburg strebt langfristig an, dass alle geeigneten Dachflächen möglichst in Kombination mit Gründächern, soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, zur Stromerzeugung durch die Nutzung solarer Strahlungsenergie genutzt oder zur Verfügung gestellt werden.

Für Gebäude, deren Baubeginn nach dem 01.01.2023 liegt, besteht gemäß des Hamburgischen Klimaschutzgesetzes eine Verpflichtung zum Bau von PV-Anlagen. Dabei müssen 30 % der Bruttodachfläche mit Photovoltaikmodulen ausgestattet werden.

Vor diesem Hintergrund wird für das Bebauungsgebiet Steilshoop 11 das Solar-Potential untersucht. Es wird dargestellt, ob die Dachflächen der Gebäude für die Aufstellung von Solar-Modulen geeignet sind und welcher Anteil des Strombedarfs bilanziell<sup>3</sup> über Photovoltaik-Strom gedeckt werden kann.

Einschränkungen für die Nutzung von PV-Anlagen auf den Dachflächen ergeben sich durch Technik-Aufbauten (Ablüfter, gegebenenfalls Abluftleitungen, Aufzugsschachtköpfe, Entrauchungsöffnungen und notwendige Wege etc.) Eine Dachnutzung durch Dachterrassen ist nicht vorgesehen.

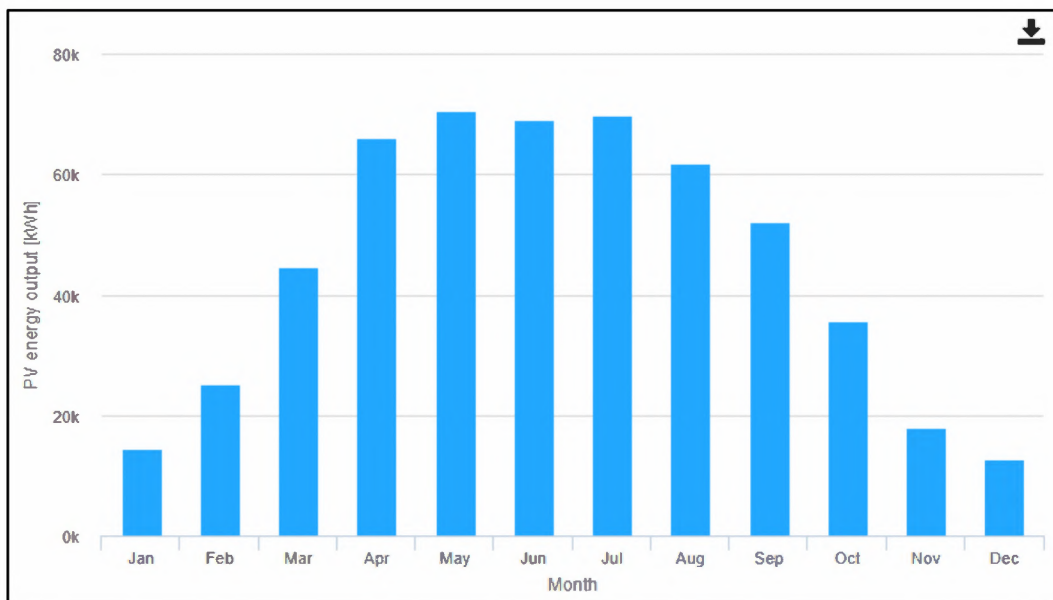


Abbildung 3: Solarpotenzial Steilshoop 11 (Quelle: PV-GIS)

Die für PV-Anlagen nutzbare Dachfläche wird anhand der erforderlichen GRZ von 0,3 ermittelt. Da zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch keine Grundrisspläne und Dachaufsichten verfügbar sind, wird von einer Bruttodachfläche von 4.184 m<sup>2</sup> (entspricht 80 % der bebauten Grundfläche) für Steilshoop 11 ausgegangen. Für die Dimensionierung der PV-Anlage wird eine Dachflächenbelegung von 30 % (auf Basis der Bruttodachfläche)

<sup>3</sup> Hierbei bleibt unberücksichtigt, dass der erzeugte PV-Strom und der Strombedarf im Wohngebiet zu unterschiedlichen Zeiten anfallen. Bei Überdeckung des Strombedarfes wird der überschüssige PV-Strom in das Netz eingespeist, bei Unterdeckung aus dem Netz bezogen.

Abschlussbericht

angesetzt. Es wird mit polykristallinen Solarzellen gerechnet. Die PV-Anlagen werden auf Gründächern installiert. Diese Kombination bietet den Vorteil niedriger Dachtemperaturen, was zu einer Verbesserung der Performance des PV-Module und somit zu einem höheren Stromertrag führt. Das Ertragspotenzial wird für eine Ost-West-Ausrichtung der PV-Module mit 10° Neigung ermittelt.

In allen Varianten wird davon ausgegangen, dass ein Teil des PV-Stroms zur Deckung der Anlagentechnik genutzt wird. Die verbleibende Strommenge wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird angesetzt, dass sich die Kostenersparnis aus der Differenz zwischen dem Strompreis aus Netzbezug (40 ct/kWh) und der Stromgestehungskosten von PV-Strom (ca. 11 ct/kWh) ergibt. Der berechnete PV-Ertrag und die Wirtschaftlichkeit werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 4: Ergebnisse PV-Ertrag eine Dachflächenbelegungsichte von 30 %**

PV-Anlage	Fläche (Ost + West)	Peak- leistung	Erzeugung	Investitions- kosten (ca.)	Kosten- ersparnis	ROI
	m <sup>2</sup>	kWp	MWh/a	€	€/a	a
<b>Ost-West- Ausrichtung (10° Neigung)</b>	1.250	250	238	450.000	69.000	ca. 7

Die PV-Anlagen auf den Dächern weisen insgesamt eine installierte Leistung von ca. 250 kWp auf und erzeugen jährlich eine Strommenge von etwa 238 MWh. Bilanziell können somit ca. 40% des gesamten Strombedarfs des Bebauungsgebietes durch lokal erzeugten Photovoltaik-Strom gedeckt werden. Die Investitionskosten der PV-Anlagen betragen etwa 450.000 €. Der ROI liegt bei ca. 7 Jahren. Gegenüber des Strombezugs aus dem Netz der öffentlichen Versorgung (Bundesmix) können durch den Einsatz der derzeit geplanten PV-Anlagen jährlich ca. 90 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Abschlussbericht

## **6 Energie- und Klimabilanz**

In diesem Kapitel ist die Energie- und Klimabilanz für die Versorgungsvariante und die jeweiligen Energieeffizienz-Standards aufgeführt. Diese beinhalten alle eine zentrale Warmwasserbereitung.

### **Versorgungs-Variante**

- Konzept 1 (K1): Photovoltaik + Fernwärme mit zentraler Warmwasserbereitung und Abluft-WRG.

### **Energieeffizienz-Standards**

- BEG WG Effizienzhaus-55-Standard (E55),
- BEG WG Effizienzhaus-40-Standard (E40),
- BEG WG Effizienzhaus-40-Standard, NH-Klasse.

### **6.1 Ergebnisse Energie- und Klimabilanz**

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Energie- und Klimabilanz für den Fall dargestellt, dass der über die Mieter bezogene Netzstrom sowie der Strombedarf für die Antriebsenergie der Wärmepumpen dem Strom des deutschen Strommix entspricht. Der Strombedarf des Vermieters für die restlich technische Gebäudeausrüstung und die Allgemeinbereiche wird bilanziell zu 30 % über den lokal erzeugten PV-Strom bezogen. Die restlichen 70 % des erzeugten PV-Stroms werden in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

### **Nachhaltigkeit**

In Bezug auf den Anteil lokaler erneuerbarer Energien für das Gesamtsystem der Wärme- und Stromversorgung liegt der EH 55 Standard bei 38 % und der EH 40 Standard bei 47 %. Die Fernwärmeversorgung geht dabei mit 0 % erneuerbarer Energien in die Bilanzierung mit ein, da dies zum aktuellen Zeitpunkt nicht quantifizierbar ist. Es ist jedoch in Zukunft damit zu rechnen, dass die Fernwärmeversorgung hier einen nennenswerten Anteil beiträgt.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen für die Wärmebereitstellung je nach Energieeffizienz-Standard bei Konzept 1 zwischen 58 und 59 g/kWh. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Stromversorgung der Mieter und Vermieter liegt bei 301 bis 302 g/kWh. Hier wird davon ausgegangen, dass der Strombedarf der Wärmepumpe mit Strom aus dem bundesdeutschen Strommix gedeckt wird.

Durch die Strombedarfsdeckung des Mieters über das öffentliche Stromnetz (deutscher Strommix mit einem CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 388 g/kWh) treten insgesamt höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Gesamtbilanzierung auf. Perspektivisch werden sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen des deutschen Strommix aber aufgrund der steigenden Anteile an Erneuerbaren Energien reduzieren, sodass die CO<sub>2</sub>-Emissionen aller Varianten deutlich sinken dürften.

**Tabelle 5: Energie- und Klimabilanz Steilshoop 11**

<b>Ökologische Bewertung</b>			
<b>Varianten</b>	<b>V1A EH 55</b>	<b>V1B EH 40</b>	<b>V1C EH 40 NH</b>
<b>Variantendefinition</b>	<b>PV + Fernwärme + Abluft-WRG</b>	<b>PV + Fernwärme + Abluft-WRG</b>	<b>PV + Fernwärme + Abluft-WRG</b>
Gesamtenergiebedarf [MWh/a]	1.494	1.308	1.308
Gesamtwärmebedarf [MWh/a]	853	668	668
Gesamtstrombedarf [MWh/a]	640	640	640
davon Mieterstrombedarf [MWh/a]	500	500	500
davon Allgmeinstrombedarf [MWh/a]	140	140	140
Strombedarf Elektromobilität [MWh/a]	56	56	56
Strombedarf Wärmepumpe [MWh/a]	29	29	29
Wärmebezug Fernwärme [MWh/a]	710	525	525
Wärmebezug Abluft-WRG [MWh/a]	143	143	143
Stromertrag PV [MWh/a]	238	238	238
Stromversorgung Vermieter durch PV (MWh/a)	42	42	42
PV Netzeinspeisung (MWh/a)	197	197	197
Endenergie Wärmeversorgung [MWh/a]	853	668	668
Endenergiebedarf Stromnetz [MWh/a]	402	402	402
davon Mieterstrombedarf [MWh/a]	293	293	293
davon Allgmeinstrombedarf [MWh/a]	109	109	109
Endenergie gesamt (abzgl. PV-Anlage) [MWh/a]	1.255	1.070	1.070
Endenergiebedarf Gesamt [MWh/a]	1.494	1.308	1.308
Primärenergiebedarf Wärme [MWh/a]	234	173	173
Primärenergiebedarf Strom [MWh/a]	723	723	723
Primärenergiebedarf gesamt [MWh/a]	958	896	896
CO <sub>2</sub> -Emissionen Wärme absolut [t/a]	50	38	38
CO <sub>2</sub> -Emissionen Strom absolut, bei Wärmepumpe m. Strommix [t/a]	156	156	156
CO <sub>2</sub> -Emissionen absolut gesamt [t/a]	206	194	194
CO <sub>2</sub> -Emissionen gesamt [kg/m <sup>2</sup> .a]	5,0	4,7	4,7
CO <sub>2</sub> -Emissionen Wärme spez. [g/kWh]	59	58	58
CO <sub>2</sub> -Emissionen Strom spez., bei Wärmepumpe m. Strommix [g/kWh]	243	243	243
CO <sub>2</sub> -Emissionen spez. gesamt, bei Wärmepumpe m. Strommix [g/kWh]	302	301	301
PEF Wärme [-]	0,275	0,259	0,259
CO <sub>2</sub> -Emissionen Wärme absolut [%]	100%	76%	76%
CO <sub>2</sub> -Emissionen Strom absolut [%]	100%	100%	100%
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen absolut Gesamt [%]</b>	<b>100%</b>	<b>94%</b>	<b>94%</b>
Anteil lokale Erneuerbare Energien [%]	38%	47%	47%

Die aktuelle Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärme bezieht sich auf das aktuelle Zukunftsszenario mit einem CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 64 gCO<sub>2</sub>/kWh für Fernwärme (siehe Erläuterung Tabelle 1). Der aktuelle, realistische Wert für Fernwärme liegt bei ca. 280 gCO<sub>2</sub>/kWh (gemäß finnischer Methode). Dies würde ca. fünfmal höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Wärme zur Folge haben. Jedoch wird davon ausgegangen, dass mit der Realisierung des Bauvorhabens Steilshoop die Verbesserung des Fernwärmenetzes erfolgt ist (siehe Erläuterung Fußnote 1) und die Berechnung des Zukunftsszenarios realistisch ist.

## **7 Ökonomische Bewertung**

Im Folgenden wird auf die Randbedingungen und Ergebnisse der ökonomischen Bewertung eingegangen. Die berücksichtigten Fördermöglichkeiten werden aufgezeigt.

### **7.1 Randbedingungen**

Die ökonomische Bewertung erfolgt über einen Betrachtungszeitraum von 15 Jahren. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt gemäß der VDI 2067. Dabei werden die Lebensdauer, die Wartungsintensität, der Restwert und die Ersatzinvestitionen berücksichtigt. Es werden die Preissteigerungsraten für Energie von 2 % und 5 % betrachtet. Die angesetzten Arbeitspreise sind Kapitel 2 zu entnehmen. Die Investitionskostenberechnung für die Anlagentechnik erfolgt über aktuelle Benchmarks oder vorliegende Angebote vergleichbarer Bauprojekte. Die Investitionskosten der verschiedenen Versorgungsvarianten verstehen sich als Mehrkosten für die Anlagentechnik, die ohnehin errichtet wird (Sowieso-Kosten). Beispielsweise werden für die Investitionskosten der Abluft-Wärmerückgewinnung lediglich die Mehrkosten für die Wärmerückgewinnungseinheiten, die Wärmepumpen und die zusätzliche Hydraulik angesetzt und nicht die Sowieso-Kosten der Abluftleitungen. Ferner werden in der Wirtschaftlichkeitsberechnung keine Mehrkosten der Kostengruppe 300, die sich aus den unterschiedlichen Energie-Effizienzstandards ergeben, berücksichtigt.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird eine variantenbezogene Aufstellung der Investitions-, Betriebs- und Verbrauchskosten vorgenommen. Zudem werden mögliche Fördermittel aufgeführt. Die folgenden Kenngrößen sind als Mischpreise zu verstehen, da sie kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundene Kosten berücksichtigen:

- Spezifische Wärmeerzeugungskosten (Cent/kWh),
- mittlere jährliche Kosten über 15 Jahre.

Alle Preise und Kosten sind als Netto-Werte angegeben. Baunebenkosten sind in den Preisen nicht enthalten.

Bei der ökonomischen Bewertung wird berücksichtigt, dass der lokal durch PV-Anlagen erzeugte Strom ausschließlich für den Betrieb der technischen Anlagen genutzt wird. Zusätzlich benötigter Strom wird vom Stromversorger bezogen. Der überschüssige Stromertrag wird direkt mit der Einspeisevergütung von 4 Cent/kWh vermarktet. Der Strombedarf der Wärmepumpen wird über Netzstrom mit einem Arbeitspreis von 400 €/MWh gedeckt.

### **7.2 Fördermittel**

Im Folgenden werden Fördermöglichkeiten auf Bundes- und Landesebene aufgeführt, deren Anwendbarkeit im Zuge der Wirtschaftlichkeitsberechnungen in Kapitel 7.3 geprüft wurde. Es werden im Folgenden ausschließlich Tilgungszuschüsse aufgeführt. Auf zinsgünstige Darlehen wird im Rahmen der Fördermittelbetrachtung nicht eingegangen.

### **7.2.1 Förderprogramm für Klimafreundlichen Neubau (KFN)**

Die Förderungsmöglichkeiten von Neubauten nach der **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)** für **Wohngebäude** wurden 2022 stark eingeschränkt. Seit 21.04.2022 werden über Mittel der BEG bis Ende 2022 nur noch der Standard des Effizienzhauses 40 mit QNG-Siegel (Qualitätssiegel für nachhaltige Gebäude) als Kreditvariante mit einem Fördersatz von 5% bezuschusst. Mit der Novellierung des GEG zum 01.01.2024 wurde dies unverändert übernommen.

Das Förderprogramm „Klimafreundlicher Neubau“ ist Teil der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Seit dem 14.12.2023 können aufgrund der ausgeschöpften Mittel keine neuen Anträge für das KFN-Programm bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gestellt werden.

Folgende Stufen werden (wurden) gefördert:

#### **Klimafreundliches Wohngebäude/Nichtwohngebäude**

Die Stufe klimafreundliches Wohngebäude/Nichtwohngebäude wird erreicht, wenn ein Effizienzhaus 40 die Anforderung Treibhausgasemissionen im Gebäudelebenszyklus für den Neubau von Wohngebäuden des "Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude PLUS" (QNG-PLUS) erfüllt und nicht mit fossilen oder biogenen Energieträgern beheizt wird.

#### **Klimafreundliches Wohngebäude/Nichtwohngebäude – mit QNG**

Die Stufe klimafreundliches Wohngebäude/Nichtwohngebäude – mit QNG wird erreicht, wenn für ein Effizienzhaus 40 ein Nachhaltigkeitszertifikat ausgestellt wird, das die Übereinstimmung der Maßnahme mit den Anforderungen des "Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Plus" (QNG-PLUS) oder "Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Premium" (QNG-PREMIUM) bestätigt.

### **7.2.2 Investitions- und Förderbank Hamburg**

Gefördert werden der Neubau von preisgünstigen Mietwohnungen sowie die Änderung oder Erweiterung von Gebäuden in Hamburg für alle Haushalte, die bestimmte Einkommensgrenzen einhalten, insbesondere für Familien, Menschen ab 60 Jahren, behinderte Menschen und Menschen, die als vordringlich wohnungssuchend anerkannt sind.

Die laufenden Zuschüsse sind von der Höhe des Grundstückswerts und der Größe des Bauvorhabens abhängig. Nachfolgend sind die möglichen Module aufgeführt. Aufgrund diverser Abhängigkeiten sind diese in den nachfolgenden Berechnungen des Energiekonzepts jedoch nicht berücksichtigt.

#### **Grundmodule (verpflichtend)**

- Einem pauschalen IFB-Förderdarlehen,
- laufenden einkommensbezogenen Zuschüssen.

**Optionale Ergänzungsmodule** (frei wählbar) für z. B.:

- Energiesparendes Bauen,
- nachhaltiges Bauen,
- barrierefreies Bauen,
- Aufzugsanlagen,
- Kfz-Stellplätze,
- E-Mobilität,
- Fahrrad-Stellplätze,
- Carsharing für Mieterinnen und Mieter.

Für das vorliegende Bauvorhaben kommen nachfolgende Ergänzungsmodule infrage:

**Energiesparendes Bauen**

Werden im Neubau die Anforderungen des gesetzlichen Standards überschritten, werden Zuschüsse in folgender Höhe gezahlt:

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| – IFB-Effizienzhaus-40         | 72 €/m <sup>2</sup> förderfähiger Wohnfläche,  |
| – IFB-Effizienzhaus-40 mit WRG | 176 €/m <sup>2</sup> förderfähiger Wohnfläche, |
| – IFB-Passivhaus               | 176 €/m <sup>2</sup> förderfähiger Wohnfläche, |
| – IFB-Niedrigstenergie-Haus    | 190 €/m <sup>2</sup> förderfähiger Wohnfläche. |

**Zertifikat für Nachhaltiges Bauen**

Für die Zertifizierung im Rahmen eines der folgenden Gebaudezertifizierungssysteme (in der jeweils höchsten Qualitätsstufe) wird ein einmaliger Zuschuss gezahlt von 29 €/m<sup>2</sup> förderfähiger Wohnfläche für:

- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB): Stufe Platin,
- Umweltzeichen der Hafen City Hamburg GmbH: Stufe Platin,
- oder ein einmaliger Zuschuss von 15 €/m<sup>2</sup> förderfähiger Wohnfläche für Bewertungssystem Nachhaltiger Wohnungsbau (NaWoh),
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB): Stufe Gold in den Themengebieten ENV, SOC und TEC muss ebenfalls jeweils mindestens Gold (65%) erreicht werden.

**7.3 Ergebnisse**

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der ökonomischen Bewertung für die einzelnen Versorgungsvarianten 1 bis 3 in Kombination mit den jeweiligen Energieeffizienz-Standards aufgeführt.

**Wirtschaftlichkeit**

Die Investitionskosten belaufen sich bei allen Varianten auf ca. 540.000 €. Dies betrifft die Wärmeerzeugung über Fernwärme und Wärmepumpe sowie die Stromerzeugung der PV-Anlage. Die Kosten aus der KG 300 sind hier nicht mitberücksichtigt. Aktuell wird davon ausgegangen, dass die geringere Heizlast beim EH 40 Standard keine nennenswert geringere Dimensionierung der Fernwärme zur Folge hat. Aus diesem Grund sind die Investitionskosten identisch. Die jährlichen Kosten zur Wärmeerzeugung liegen beim

EH 55 Standard ca. 25 % über den Kosten des EH 40 Standards. Die spezifischen Kosten für die Wärmeerzeugung liegen zwischen 14,7 bis 14,8 Cent/kWh bei einer Verbrauchskostensteigerung von 2 % und zwischen 17,7 bis 17,8 Cent/kWh bei einer Verbrauchskostensteigerung von 5 %.

Abzüglich des eigen genutzten Photovoltaik-Stroms verbleiben für den Allgemeinstrombedarf ca. 39.000 € Kosten aus dem Stromnetzbezug.

**Tabelle 6 Ökonomische Bewertung – Darstellung der Ergebnisse**

<b>Ökonomische Bewertung Wärmeerzeugung</b>			
<b>Varianten</b>	<b>V1A EH 55</b>	<b>V1B EH 40</b>	<b>V1C EH 40 NH</b>
<b>Variante</b>	<b>PV + Fernwärme + Abluft-WRG</b>	<b>PV + Fernwärme + Abluft-WRG</b>	<b>PV + Fernwärme + Abluft-WRG</b>
Investitionskosten Energieversorgung exkl. Fördermittel [€]	541.690	541.690	541.690
Fördermittel Energieversorgung [€]	-	-	-
Investitionskosten Energieversorgung gesamt [€]	541.690	541.690	541.690
Kapitalgebundene Kosten [€/a]	9.172	9.172	9.172
Kapitalgebundene Kosten [€/m2.a]	0,495	0,495	0,495
Betriebsgebundene Kosten [€/a]	4.056	4.056	4.056
Betriebsgebundene Kosten [€/m2.a]	0,219	0,219	0,219
PV Netzeinspeisung (€/a)	7.863	7.863	7.863
Verbrauchskosten (2 %) [€/a]	112.540	85.903	85.903
Verbrauchskosten (2 %) [€/m2.a]	6,08	4,64	4,64
Verbrauchskosten (5 %) [€/a]	138.207	105.495	105.495
Verbrauchskosten (5 %) [€/m2.a]	7,46	5,70	5,70
jährl. Energiekosten (2 %)[€/a]	125.768	99.132	99.132
jährl. Energiekosten (2 %)[€/m <sup>2</sup> .a]	6,8	5,4	5,4
jährl. Energiekosten (5 %)[€/a]	151.435	118.724	118.724
jährl. Energiekosten (5 %)[€/m2.a]	8,2	6,4	6,4
spez. Energiekosten (2 %) [Cent/kWh]	14,7	14,8	14,8
spez. Energiekosten (5 %) [Cent/kWh]	17,7	17,8	17,8
jährl. Energiekosten (2 %)[%]	100%	79%	79%
jährl. Energiekosten (5 %)[%]	100%	78%	78%
Stromkosten Vermieter jährlich [€/a]	39.125	39.125	39.125
Stromkosten Mieter jährlich [€/a]	200.192	200.192	200.192

In Abbildung 4 werden die jährlichen Kosten der Wärmeversorgung für alle Varianten bei einer Energiepreissteigerung von 2 % bzw. 5 % dargestellt. Die jährlichen Kosten sind die Summe aus kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten.

Die Energiepreissteigerungsraten haben in dieser Betrachtung einen hohen Einfluss auf die Gesamt-Wirtschaftlichkeit der Varianten. Grund hierfür ist, dass die Verbrauchskosten mit ca. 89% der jährlichen Kosten im Mittel einen sehr hohen Anteil im Vergleich zu den kapitalgebundenen (ca. 7 %) und betriebsgebundenen Kosten (ca. 4 %) haben. Ein Grund sind die sehr geringen Kosten beim Betrieb der Fernwärme und Photovoltaik-Anlage sowie deren niedrigen Investitionskosten im Vergleich zu herkömmlichen Wärmeerzeugungsanlagen.

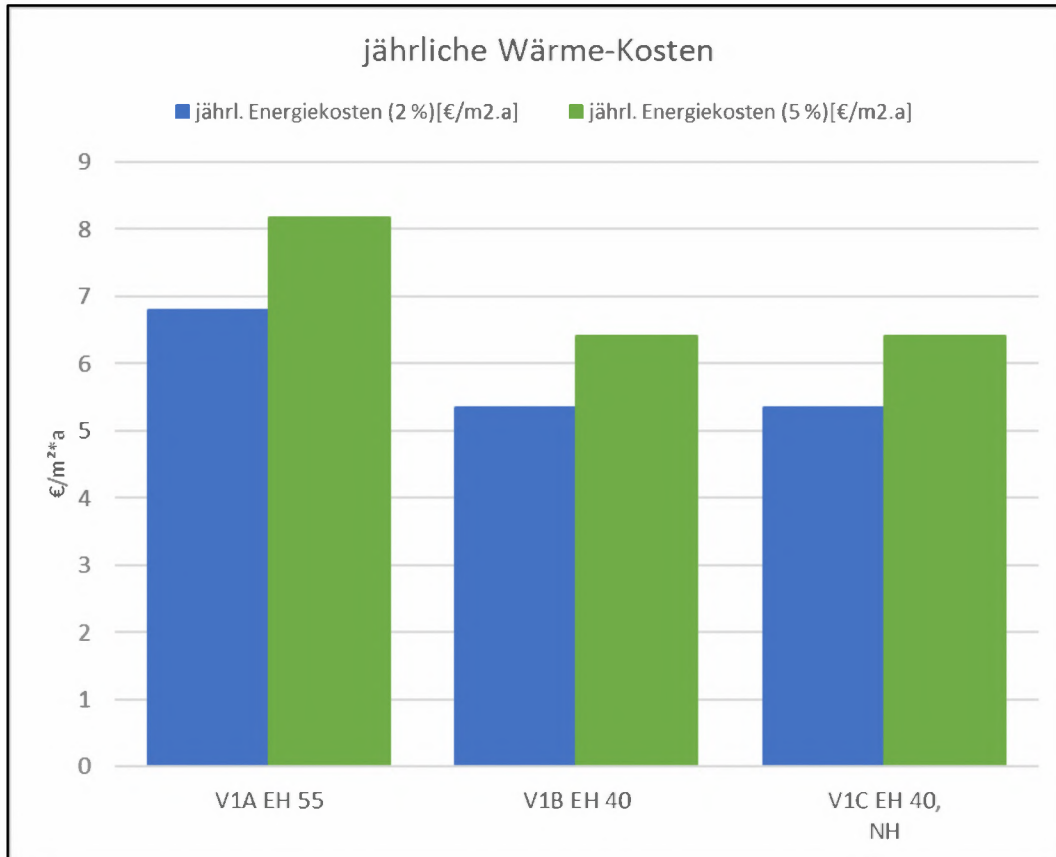
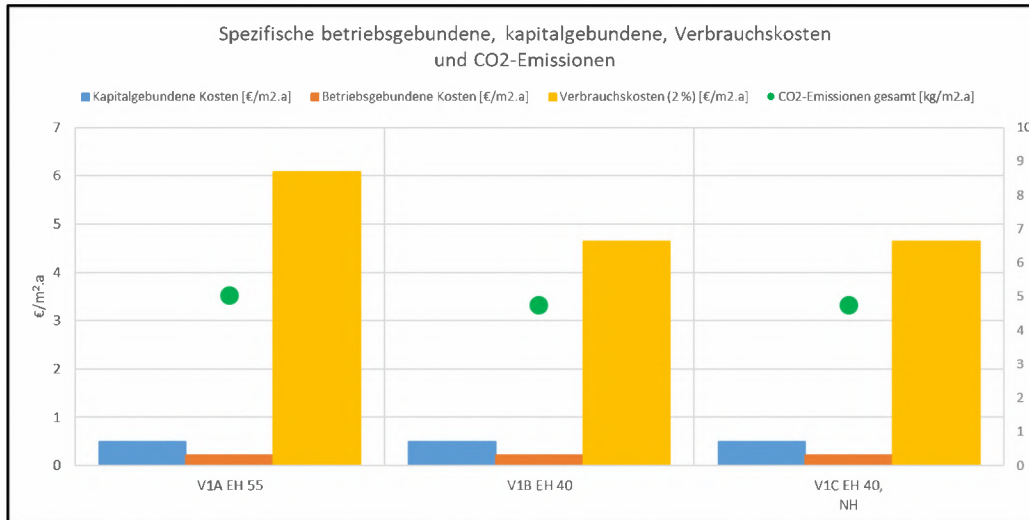


Abbildung 4: jährliche Wärme-Kosten (bei 2 % bzw. 5 % Energiepreissteigerung)

Generell ist bei der ökonomischen Bewertung zu berücksichtigen, dass aufgrund des kurzen Betrachtungszeitraums von 15 Jahren die kapitalgebundenen Kosten einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben.

In Abbildung 5 sind die jährlichen Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen für alle Varianten dargestellt. Es wird deutlich, dass infolge des geringeren Wärmebedarfs der EH 40 Variante folglich geringere Verbrauchskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen. Die Kapitalgebundenen- und Betriebsgebundenen Kosten sind identisch.



**Abbildung 5: Betriebsgebundene, Kapitalgebundene und Verbrauchskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen**

Bei der finalen Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind im vorliegenden Fall die Kosten durch die KG 300 entscheidend. Die Kosten infolge der KG 300 werden hier nicht betrachtet. Da hier nur eine Energiekonzeptvariante untersucht wird, ergeben sich für die KG 400 (hier Wärme- und Stromerzeugung) keine nennenswerten Unterschiede.

#### **Handlungsempfehlung für eine klimagerechte Energieversorgung**

Das Ziel des Energiefachplans ist es, für die zukünftige Energieversorgung des Plangebiets eine Versorgungsvariante mit größtmöglicher CO<sub>2</sub>-Einsparung bei wirtschaftlicher Vertretbarkeit zu entwickeln. Daher ist der Fokus der Bewertung auf das Thema Nachhaltigkeit zu legen. Im Rahmen des Normalverfahrens nach § 9 BauGB wurden zwei Energiekonzepte (EK) (im Sinne eines reduzierten Anforderungskatalogs im Vergleich zum Energiefachplan (EFP)) für beide B-Pläne erstellt.

Da in Steilshoop-Nord für die Versorgung der Wohnungen durch Fernwärme anliegt bzw. erweitert werden kann, wurde der Umfang des Anforderungskatalogs der BUKEA für einen Energiefachplan in Teilen reduziert. Somit ist das Energiekonzept als „Energiefachplan light“ zu verstehen und berücksichtigt ein Energiekonzept mit drei verschiedenen Effizienzstandards (EH 55, EH 40 und EH 40, NH-Klasse).

Die Varianten mit den Effizienzstandards EH 40 weisen die geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebetrieb auf. Nach aktuellem Stand liegen diese für den Wärme- und Strombezug ca. 6% unter den Treibhausgasemissionen des EH 55 Standards. Im Bereich der Wirtschaftlichkeit ergeben sich bei den Investitionskosten keine Unterschiede, da sich aufgrund der geringeren Heizlast bei den EH 40 Standards zu dem EH 55 Standard keine Einsparungen bei Fernwärmeanschluss ergeben. Die Dimensionierung der Photovoltaikanlage und der Wärmepumpe sind ebenfalls identisch, da diese die Grundlast decken. Die jährlichen Kosten zur Wärmeerzeugung liegen beim EH 55 Standard ca. 25 % über den Kosten des EH 40 Standards.

Die angestrebte Fernwärmeversorgung hat gegenüber anderen Wärmeversorgungsvarianten ökonomisch als auch ökologisch diverse Vorteile. Hier sind zum einen die

(vergleichsweise) stabilen Preise aufgrund der diversen Wärmequellen als auch die geringen und sich weiter reduzierenden Primärenergiefaktoren und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren zu nennen. Die Fernwärmenetze gelten aufgrund ihrer flächendeckenden Struktur und der politischen Zielsetzung als zentraler Faktor der Energiewende. Für die Grundlastversorgung der Wärme wird über die Abluft-Wärmerückgewinnung eine Wärmepumpe implementiert. Eine wärmepumpenbasierte Wärmeversorgung über das zukünftig dekarbonisierte Stromnetz weist neben einer guten ökologischen Performance auch eine verbesserte Entkopplung von schwankenden Energiepreisen auf. So wird beispielsweise eine Steigerung der Stromkosten durch eine Jahresarbeitszahl von 4 der Wärmepumpe nur zu rund 25 % an die Wärmekosten weitergegeben. Durch die PV-Stromerzeugung Vor-Ort wird die Abhängigkeit weiter vermindert und die Kostenstabilität für die Mieter steigt weiter. Dadurch ergibt sich auch für den Vermieter ein deutlich vermindertes Risiko der Zahlungsunfähigkeit von Mietern wie sie zum Beispiel durch den Energiemarkt beeinflussende Ukraine Krise hervorgerufen werden kann. Insgesamt ergibt sich hier eine deutlich gesteigerte Resilienz.

Weiterhin ist es erforderlich, den Effizienzhaus-Neubaustandard festzulegen. Es ist gesetzlich erforderlich, dass die Gebäudehülle und die Anlagentechnik mindestens die Anforderungen des EH 55 Standards erfüllen. Die Umsetzung eines EH 40 Standards hängt entscheidend von den dadurch entstehenden Mehrkosten der KG 300 ab. Daher wird dies nicht abschließend empfohlen, da zum aktuellen Projektstand die Mehrkosten nicht quantifizierbar sind. Darüber hinaus sollte ein etwaiger Mehraufwand an Ressourcen (bspw. erhöhter Dämmstandard, niedrigerer U-Wert für Fenster etc.) bei der Entscheidungsfinden des EH Standards berücksichtigt werden.

Um die Ergebnisse aus dem Energiekonzept im weiteren Planungsprozess zu berücksichtigen, werden folgende weitere Schritte empfohlen:

- Fixierung des Effizienzhaus-Neubaustandards,
- Konkretisierung der Planungsparameter und Energiebilanzen,
- Prüfung der Förderung des Vorhabens nach den aufgeführten IFB-Fördermitteln.

Dieser Bericht umfasst 20 Seiten (inklusive Deckblatt ohne Anlagen).

Hamburg, 06.08.2025

Drees & Sommer SE

