

Energiekonzept zum Bebauungsplan Steilshoop 12, Bezirk Wandsbek

Abschlussbericht

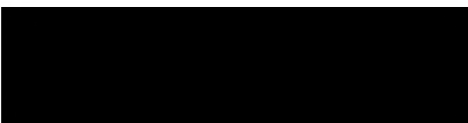
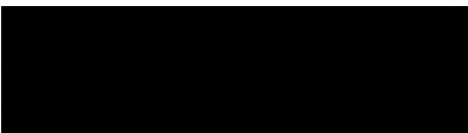


Auftraggeber

SAGA Siedlungs-Aktiengesellschaft Hamburg
Poppenhusenstraße 2
22305 Hamburg

Verfasser

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



Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung und Aufgabenstellung	3
2 Grundlagen.....	5
3 Ermittlung des Energiebedarfs.....	6
3.1 Energieverbrauch Effizienzhaus-Standards Steilshoop 12.....	7
4 Energiekonzept	8
5 Photovoltaik-Ertragspotenzial	10
6 Energie- und Klimabilanz	12
6.1 Ergebnisse Energie- und Klimabilanz	12
7 Ökonomische Bewertung	14
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 bei 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 CO₂-Emissionen) bei gleichzeitiger wirtschaftlicher Vertretbarkeit.

Im Rahmen von schulischen Umstrukturierungsmaßnahmen und der damit verbundenen Bündelung der schulischen und sonstigen Gemeinbedarfsnutzungen im 2019 eröffneten der „Campus Steilshoop“. Durch die freiwerdenden schulische Flächen ergibt sich die Möglichkeit der Neugestaltung des nördlichen Siedlungsbereichs 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/C1 am Borcherring).

Für das Plangebiet Steilshoop 12 sieht das Wettbewerbsergebnis auf den zwei Baufeldern A und B im Bereich des heutigen Fußballplatzes sowie des Schulgrundstücks eine wohnbauliche Entwicklung vor. Dabei verfolgt das Wettbewerbsergebnis für die Wohnbebauung eine differenzierte geschlossene Blockrandbebauung, die durch ihre Bauform eine klare Zonierung des Wohnumfeldes, ruhige Innenhöfe und nutzbare Freiflächen schafft.

Für die Erstellung des Energiefachplans liegen der Freianlagenplan, die Ansichten, die Flächenaufstellungen, die Wohnungsschlüssel, die 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.

Abschlussbericht

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

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

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. Das Energiekonzept wird projektbezogen seitens des Bezirks und der Bezirkspolitik gefordert und ist bis zur Beteiligung der Träger öffentlicher Belange vorzulegen.

Es werden folgende Energieversorgungsoptionen untersucht:

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

Im Rahmen des Energiekonzepts wird der Energiebedarf des Plangebietes für drei verschiedene energetische Standards (BEG WG EH 55, BEG WG EH 40, BEG WG EH 40 mit NH-Klasse) entwickelt. Aus der Kombination der Energiestandards und der Versorgungsvarianten werden der Primärenergiebedarf, die CO₂-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 CO₂-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 CO₂-Faktoren sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 1: Primärenergie- und CO₂-Faktoren

Energieart	Primärenergiefaktor [-]	CO ₂ -Faktor [t/MWh]	Quelle/Kommentar
Fernwärme ¹	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 Preisblattes 2024 von Wärme Hamburg angesetzt.

¹ Der CO₂-Faktor sowie der Primärenergiefaktor der Fernwärme für das „Stadtnetz Hamburg“ sind 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 CO₂-Faktor der Fernwärme beträgt 280 g/kWh.

Abschlussbericht

3 Ermittlung des Energiebedarfs

Im Folgenden wird der zukünftige Energiebedarf und die überschlägige Heizlast² des Plangebiets 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 Plangebietes erfolgt anhand der übergebenen Flächenangaben und einer Belegungsdichte von ca. zwei Bewohner pro Wohnungseinheit.

Tabelle 2: Beheizte Flächen des Plangebiets

Nutzungsart	Anzahl Wohnungen [-]	Anzahl Bewohner, Personen [-]	Wohnfläche/ Nutzfläche [m ²]	Brutto-Dachfläche [m ²]
<u>Wohnen – St 12</u>	280	558	22.560	4.928
Gesamt (STEI 11 und STEI 12)	505	1.008	42.145	5.695

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

Abschlussbericht

3.1 Energieverbrauch Effizienzhaus-Standards Steilshoop 12

Nach Berechnung der Energieverbräuche der jeweiligen Effizienzhausstandards ergibt sich 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	Heizwärmebedarf [MWh/a]	Trinkwarm-Wasserbedarf [MWh/a]	Gesamt Wärmebedarf [MWh/a]	Strombedarf* [MWh/a]
Variante A – BEG-WG Effizienzhaus 55, zentrale WWB	790	255	1.044	667
Variante B – BEG-WG Effizienzhaus 40, zentrale WWB	564	255	819	667
Variante C – BEG-WG Effizienzhaus 40, zentrale WWB	564	255	819	667

* 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 werden 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.

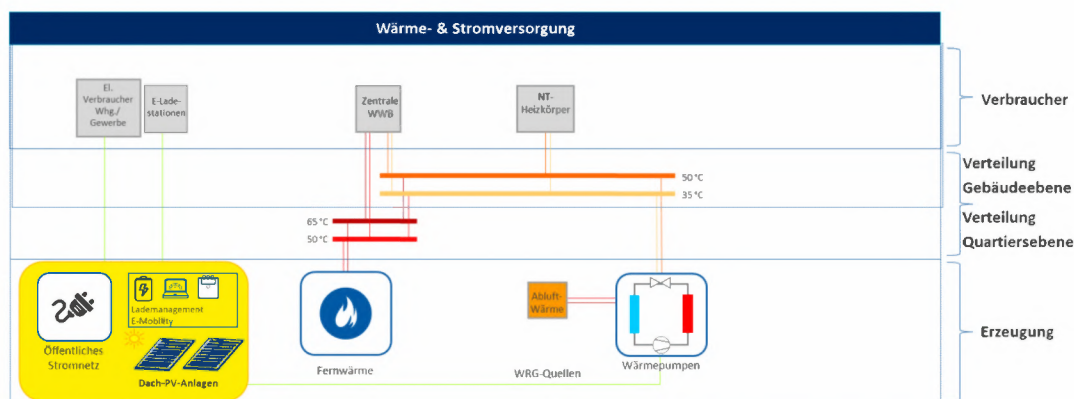


Abbildung 1: Energiekonzept

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 Heizungsvor- und -rücklauf betrieben werden. Bei höheren Temperaturen bis 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 180 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 40 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 die Wärme dann wiederum für die Beheizung des Gebäudes bereitstellt. 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.

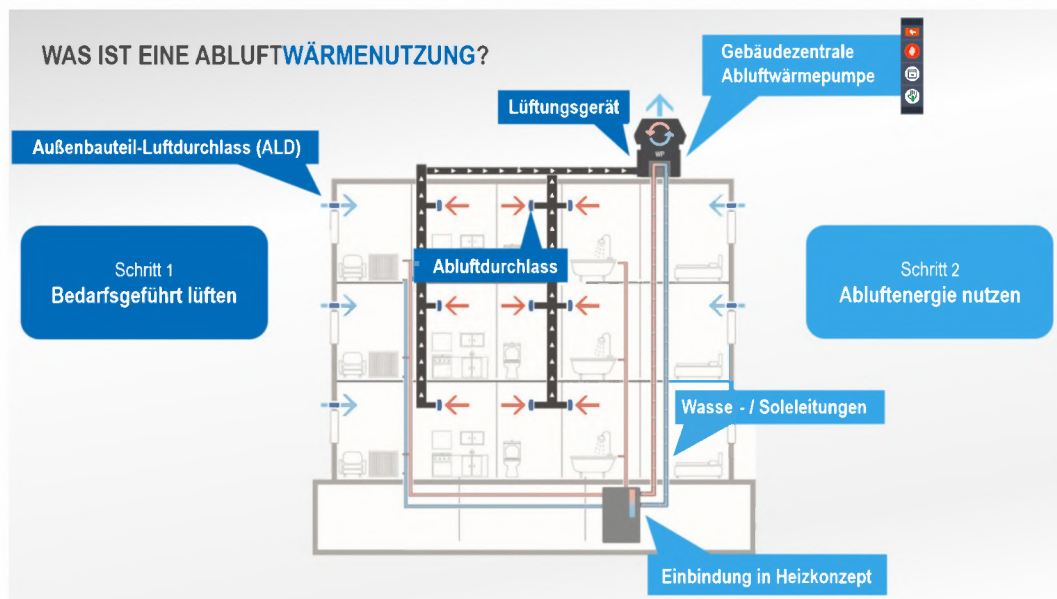


Abbildung 2: Prinzipschema einer Abluft-Wärmerückgewinnung (Quelle: AERECO)

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 12 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 bilanziell³ über Photovoltaik-Strom gedeckt werden kann.

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

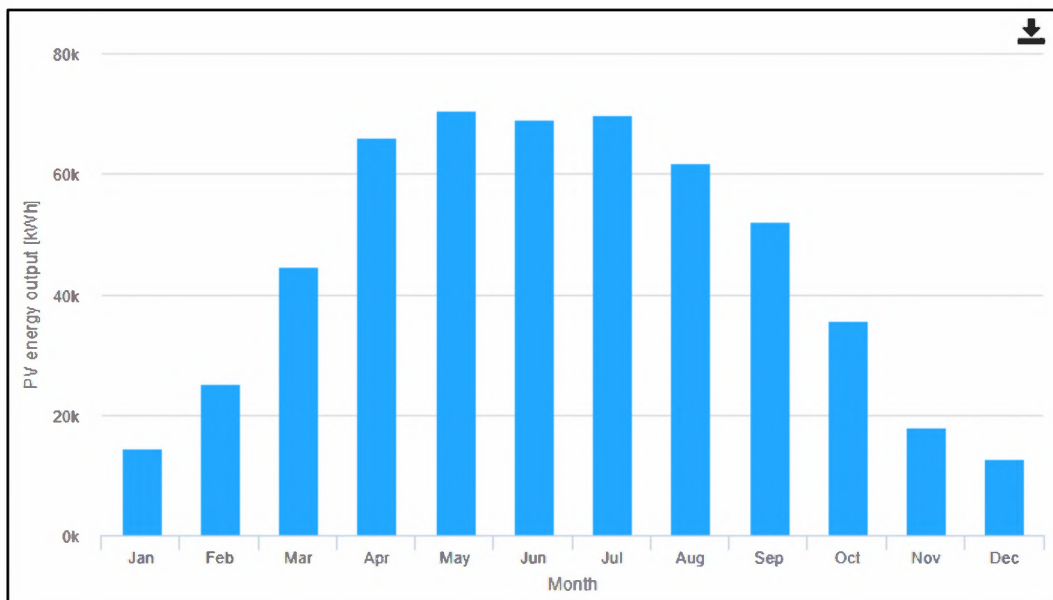


Abbildung 3: Solarpotenzial Steilshoop 12 (Quelle: PV-GIS)

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 4.928 m² (entspricht 80% der bebauten Grundfläche) für Steilshoop 12 ausgegangen. Für die Dimensionierung der PV-Anlage wird eine Dachflächenbelegung von 30 % (auf Basis der Bruttodachfläche) angesetzt. Es wird mit polykristallinen Solarzellen gerechnet. Die PV-Anlagen werden auf

³ 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

Grümdächern 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 ²	kWp	MWh/a	€	€/a	a
Ost-West- Ausrichtung (10° Neigung)	1.480	295	280	530.000	81.000	ca. 7

Die PV-Anlagen auf den Dächern weisen insgesamt eine installierte Leistung von ca. 295 kWp auf und erzeugen jährlich eine Strommenge von etwa 280 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 530.000 €. 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. 110 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Abschlussbericht

6 Energie- und Klimabilanz

In diesem Kapitel ist die Energie- und Klimabilanz für die Versorgungs-Variante und die jeweiligen Energieeffizienz-Standards aufgeführt. Die Energieeffizienz-Standards 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 restliche 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 46 %. 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 CO₂-Emissionen für die Wärmebereitstellung je nach Energieeffizienz-Standard bei Konzept 1 liegen zwischen 59 und 57 g/kWh. Die CO₂-Emissionen für die Stromversorgung der Mieter und Vermieter liegen bei 310 bis 309 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 CO₂-Emissionsfaktor von 388 g/kWh) treten insgesamt höhere CO₂-Emissionen für die Gesamtbilanzierung auf. Perspektivisch werden sich die CO₂-Emissionen des deutschen Strommixes aber aufgrund der steigenden Anteile an erneuerbaren Energien reduzieren, sodass die CO₂-Emissionen aller Varianten deutlich sinken dürften.

Abschlussbericht

Tabelle 5: Energie- und Klimabilanz Steilshoop 12

Ökologische Bewertung			
Varianten	V1A EH 55	V1B EH 40	V1C EH 40, NH
Variantendefinition	PV + Fernwärme + Abluft-WRG	PV + Fernwärme + Abluft-WRG	PV + Fernwärme + Abluft-WRG
Gesamtenergiebedarf [MWh/a]	1.840	1.615	1.615
Gesamtwärmebedarf [MWh/a]	1.044	819	819
Gesamtstrombedarf [MWh/a]	796	796	796
davon Mieterstrombedarf [MWh/a]	625	625	625
davon Allgemeinstrombedarf [MWh/a]	171	171	171
Strombedarf Elektromobilität [MWh/a]	84	84	84
Strombedarf Wärmepumpe [MWh/a]	35	35	35
Wärmebezug Fernwärme [MWh/a]	867	641	641
Wärmebezug Abluft-WRG [MWh/a]	177	177	177
Stromertrag PV [MWh/a]	281	281	281
Stromversorgung Vermieter durch PV (MWh/a)	51	51	51
PV Netzeinspeisung (MWh/a)	230	230	230
Endenergie Wärmeversorgung [MWh/a]	1.044	819	819
Endenergiebedarf Stromnetz [MWh/a]	515	515	515
davon Mieterstrombedarf [MWh/a]	377	377	377
davon Allgemeinstrombedarf [MWh/a]	139	139	139
Endenergie gesamt (abzgl. PV-Anlage) [MWh/a]	1.559	1.334	1.334
Endenergiebedarf Gesamt [MWh/a]	1.840	1.615	1.615
Primärenergiebedarf Wärme [MWh/a]	286	212	212
Primärenergiebedarf Strom [MWh/a]	928	928	928
Primärenergiebedarf gesamt [MWh/a]	1.214	1.139	1.139
CO ₂ -Emissionen Wärme absolut [t/a]	62	47	47
CO ₂ -Emissionen Strom absolut, bei Wärmepumpe m. Strommix [t/a]	200	200	200
CO ₂ -Emissionen absolut gesamt [t/a]	261	247	247
CO ₂ -Emissionen gesamt [kg/m ² .a]	6,4	6,0	6,0
CO ₂ -Emissionen Wärme spez. [g/kWh]	59	57	57
CO ₂ -Emissionen Strom spez., bei Wärmepumpe m. Strommix [g/kWh]	251	251	251
CO ₂ -Emissionen spez. gesamt, bei Wärmepumpe m. Strommix [g/kWh]	310	309	309
PEF Wärme [-]	0,274	0,258	0,258
CO ₂ -Emissionen Wärme absolut [%]	100%	77%	77%
CO ₂ -Emissionen Strom absolut [%]	100%	100%	100%
CO₂-Emissionen absolut Gesamt [%]	100%	94%	94%
Anteil lokale Erneuerbare Energien [%]	38%	46%	46%

Die aktuelle Berechnung der CO₂-Emissionen für Wärme bezieht sich auf das aktuelle Zukunftsszenario mit einem CO₂-Emissionsfaktor von 64 gCO₂/kWh für Fernwärme (siehe Erläuterung Tabelle 1). Der aktuell realistische Wert für Fernwärme liegt bei ca. 280 gCO₂/kWh (gem. finnischer Methode). Dies würde ca. fünfmal höhere CO₂-Emissionen im Bereich Wärme zur Folge haben. Jedoch wird davon ausgegangen, dass mit der Realisierung des Bauvorhabens Steilshoop die Verbesserung des Fernwärmenetzes erfolgt (siehe Erläuterung Fußnote 1) und die Berechnung des Zukunftsszenarios realistisch ist.

Abschlussbericht

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 (ct/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 und der überschüssige Stromertrag wird direkt mit der Einspeisevergütung von 4 ct/kWh vermarktet. Der Strombedarf der Wärmepumpen wird über Netzstrom mit einem Arbeitspreis von 400 EUR/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.

Abschlussbericht

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 dem 21.04.2022 werden über Mittel der BEG bis Ende 2022 nur noch der Standard des EH 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 EH 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 EH 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)

- Pauschales IFB-Förderdarlehen,
- Laufende einkommensbezogene Zuschüsse.

Abschlussbericht

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

Zertifikat für Nachhaltiges Bauen

Für die Zertifizierung im Rahmen eines der folgenden Gebäudezertifizierungssysteme (in der jeweils höchsten Qualitätsstufe) wird ein einmaliger Zuschuss gezahlt von 29 €/m² förderfähiger Wfl. für:

- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB): Stufe Platin,
- Umweltzeichen der Hafen City Hamburg GmbH: Stufe Platin oder,
- ein einmaliger Zuschuss von 15 €/m² 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 Versorgungs-Varianten 1 bis 3 in Kombination mit den jeweiligen Energieeffizienz-Standards aufgeführt.

Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten belaufen sich bei allen Varianten auf ca. 640.000 €. 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 nennenswerte geringere Dimensionierung der Fernwärme zur Folge hat.

Abschlussbericht

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 14,9 – 15,1 ct./kWh bei einer Verbrauchskostensteigerung von 2 % und zwischen 18,0 – 18,1 ct./kWh bei einer Verbrauchskostensteigerung von 5 %.

Abzüglich des eigengenutzten Photovoltaik-Stroms verbleiben für den Allgemeinstrombedarf ca. 48.000 € Kosten aus dem Stromnetzbezug.

Tabelle 6: Ökonomische Bewertung – Darstellung der Ergebnisse

Ökonomische Bewertung Wärmeerzeugung			
Varianten	V1A EH 55	V1B EH 40	V1C EH 40, NH
Variantendefinition	PV + Fernwärme + Abluft-WRG	PV + Fernwärme + Abluft-WRG	PV + Fernwärme + Abluft-WRG
Investitionskosten Energieversorgung exkl. Fördermittel [€]	637.800	637.800	637.800
Fördermittel Energieversorgung [€]	-	-	-
Investitionskosten Energieversorgung gesamt [€]	637.800	637.800	637.800
Kapitalgebundene Kosten [€/a]	10.877	10.877	10.877
Kapitalgebundene Kosten [€/m2.a]	0,482	0,482	0,482
Betriebsgebundene Kosten [€/a]	4.353	4.353	4.353
Betriebsgebundene Kosten [€/m2.a]	0,193	0,193	0,193
PV Netzeinspeisung (€/a)	9.186	9.186	9.186
Verbrauchskosten (2 %) [€/a]	140.833	108.386	108.386
Verbrauchskosten (2 %) [€/m2.a]	6,24	4,80	4,80
Verbrauchskosten (5 %) [€/a]	172.952	133.105	133.105
Verbrauchskosten (5 %) [€/m2.a]	9,34	7,19	7,19
jährl. Energiekosten (2 %)[€/a]	156.063	123.616	123.616
jährl. Energiekosten (2 %)[€/m².a]	6,9	5,5	5,5
jährl. Energiekosten (5 %)[€/a]	188.182	148.335	148.335
jährl. Energiekosten (5 %)[€/m2.a]	8,3	6,6	6,6
spez. Energiekosten (2 %) [Cent/kWh]	14,9	15,1	15,1
spez. Energiekosten (5 %) [Cent/kWh]	18,0	18,1	18,1
jährl. Energiekosten (2 %)[%]	100%	79%	79%
jährl. Energiekosten (5 %)[%]	100%	79%	79%
Stromkosten Vermieter jährlich [€/a]	47.835	47.835	47.835
Stromkosten Mieter jährlich [€/a]	250.176	250.176	250.176

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.

Abschlussbericht

Ein Grund sind die sehr geringen Kosten beim Betrieb der Fernwärme und Photovoltaik-Anlage sowie deren niedrigen Investitionskosten im Vergleich zu herkömmlichen Wärmeerzeugungsanlagen.

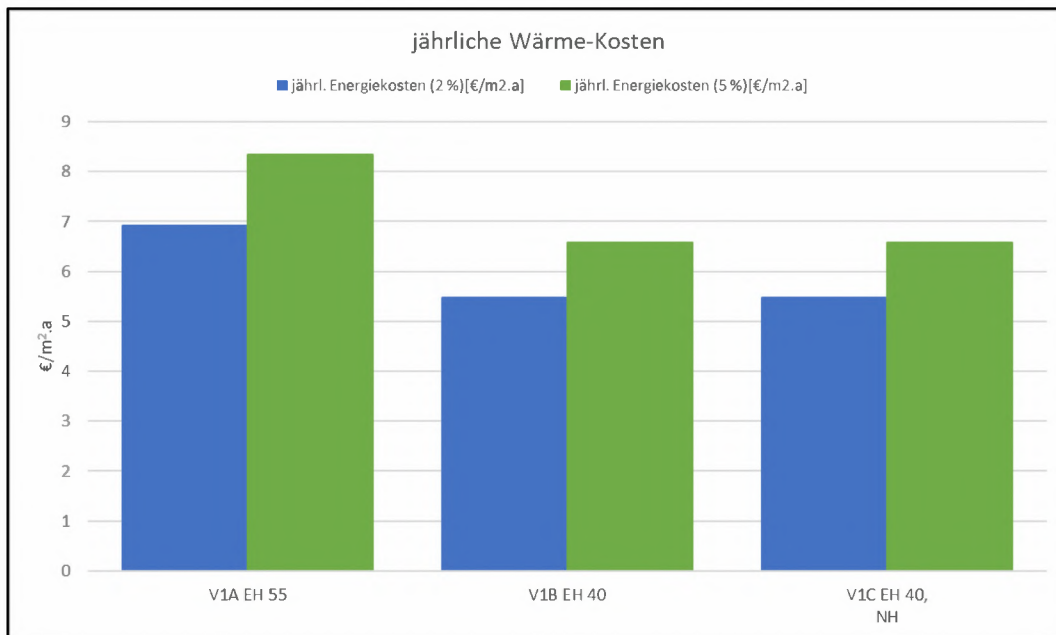
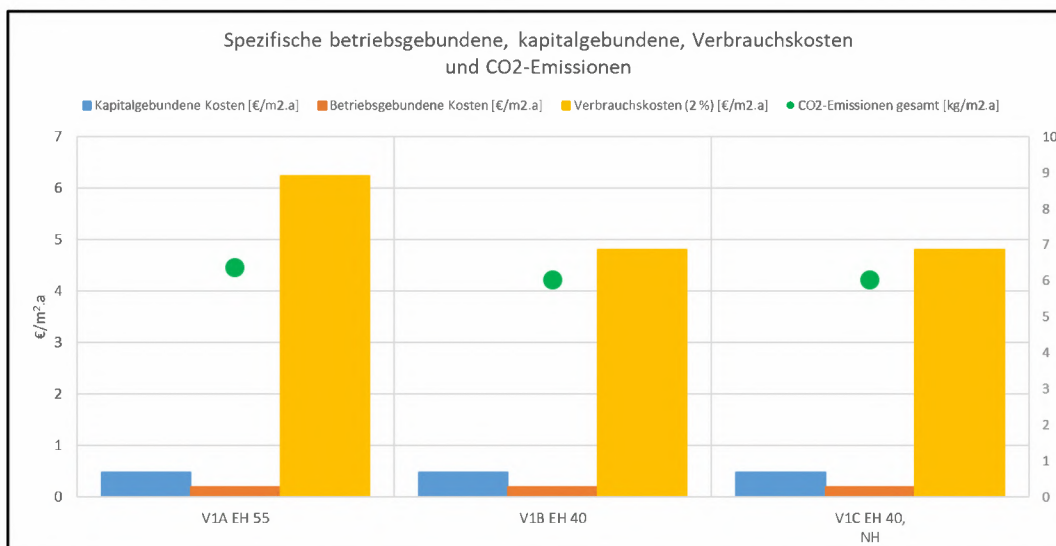


Abbildung 4: jährliche Wärme-Kosten (bei 2 % bzw. 5 % Energiepreissteigerung)

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 CO₂-Emissionen für alle Varianten dargestellt. Es wird deutlich, dass infolge des geringeren Wärmebedarfs der EH 40 Variante folglich geringere Verbrauchskosten und CO₂-Emissionen entstehen. Die kapital- und betriebsgebundenen Kosten sind identisch.



Abschlussbericht

Abbildung 5: Betriebsgebundene, kapitalgebundene und Verbrauchskosten und CO₂-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 CO₂-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 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 CO₂-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 einem Fernwärmeanschluss ergeben. Die Dimensionierungen 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 CO₂-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,

Abschlussbericht

wie sie z. B. durch die den Energiemarkt beeinflussende Ukraine-Krise hervorgerufen werden kann. Insgesamt ergibt sich hier also 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 Standard 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 Entscheidungsfindung des Effizienzhaus-Standards berücksichtigt werden.

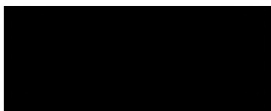
Um die Ergebnisse aus dem Energiekonzept im weiteren Planungsprozess zu berücksichtigen, werden folgende weitere Schritte empfohlen:

- 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



Leading Consultant



Senior Consultant