

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln SL-AM
Bauherr: Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Machbarkeitsstudie Energiekonzept

„Wohnquartier | Franz-Geuer-Straße Köln“



Bauvorhaben:

„Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln“ [FGS]
Franz-Geuer-Straße 10
50823 Köln

Bauherr:

SL-AM AM Development Residential GmbH
Clever Straße 36
50668 Köln

Projektsteuerung:

CPM GmbH Gesellschaft für Projektmanagement
Rochusplatz 1
50827 Köln

Architektur:

konrath und wennemar
Gaußstraße 19-27
40235 Düsseldorf

Fachplaner TGA:

PB TGA GmbH
Gesellschaft für Planungs- und Beratungsleistungen mbH
Vogelsanger Weg 14
50354 Hürth

Aufgestellt:

Hürth, den 22.03.2024/M. Morbach /R. Kramer mit redaktionellen Änderungen
vom 18.05.2026

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangssituation	4
2. Lösungsweg	9
3. Legislative Forderungen	9
3.1 EU-Gebäuderichtlinie (EPBD)	10
3.2 EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED).....	10
3.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2023	11
3.4 Energiestandard - BEG-Standard	12
3.5 Klimaschutzleitlinien der Stadt Köln	16
4. Potenziale und Möglichkeiten der Energieerzeugung	18
4.1 Wärmeversorgung	18
4.1.1 Fernwärmenutzung	18
4.1.2 Geothermie	21
4.1.2.1 Erdsonden (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)	21
4.1.2.2 Erdkollektor (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)	26
4.1.2.3 Brunnenwassernutzung	28
4.1.2.4 Hochleistungsenergiepfähle (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)	29
4.1.3 Luft-Wärmepumpe	31
4.1.4 Eisspeicher (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt).....	31
4.1.5 Gaskessel (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)	33
4.2 Elektrische Anlagen	35
4.2.1 Öffentliche Stromversorgung	35
4.2.2 Erneuerbare Energie - Photovoltaikanlagen	37
4.2.3 Photovoltaikanlage Übersicht Leistungswerte Bauteile	43
4.2.5 Zuschuss-/ Kredit-Förderprogramme für Photovoltaikanlagen	44
5. Energiekonzept	45
5.1 Grundlagen der Varianten	45
5.1.1 Basisvariante	46
5.1.2 Variante 1	47
5.1.2.1 Variante 1 a	47
5.1.2.2 Variante 1 b	48

5.1.3	Variante 2.....	49
5.1.3.1	Variante 2 a	49
5.1.3.2	Variante 2 b	50
5.1.4	Variante 3.....	51
5.1.5	Bewertungsmatrix.....	52
5.2	Wirtschaftlichkeit	53
5.2.1	Grundlagen, Investition und Energiepreise	53
5.2.2	Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten	54
6.	Zusammenfassung und Fazit	60
7.	Abbildungsverzeichnis	61
8.	Quellenverzeichnis	62

1. Ausgangssituation

Allgemein

Der Bauherr ist Eigentümer des Gesamtareals im Bereich der Franz-Geuer-Straße / Stammstraße im Stadtteil Ehrenfeld in 50823 Köln. Das zwei Hektar große Plangebiet zwischen der Franz-Geuer-Straße und der Stammstraße, westlich der Bezirkssportanlage Ehrenfeld, wurde bis Juni 2021 von der Siemens AG als Bürostandort genutzt. Dort soll nun ein urbanes, gemischt genutztes Quartier mit Wohnungsbau und gewerblichen Nutzungen entstehen. Eine ursprünglich ebenfalls vorgesehene Kindertagesstätte ist seit Mai 2026 nicht mehr Bestandteil des Vorhabens.

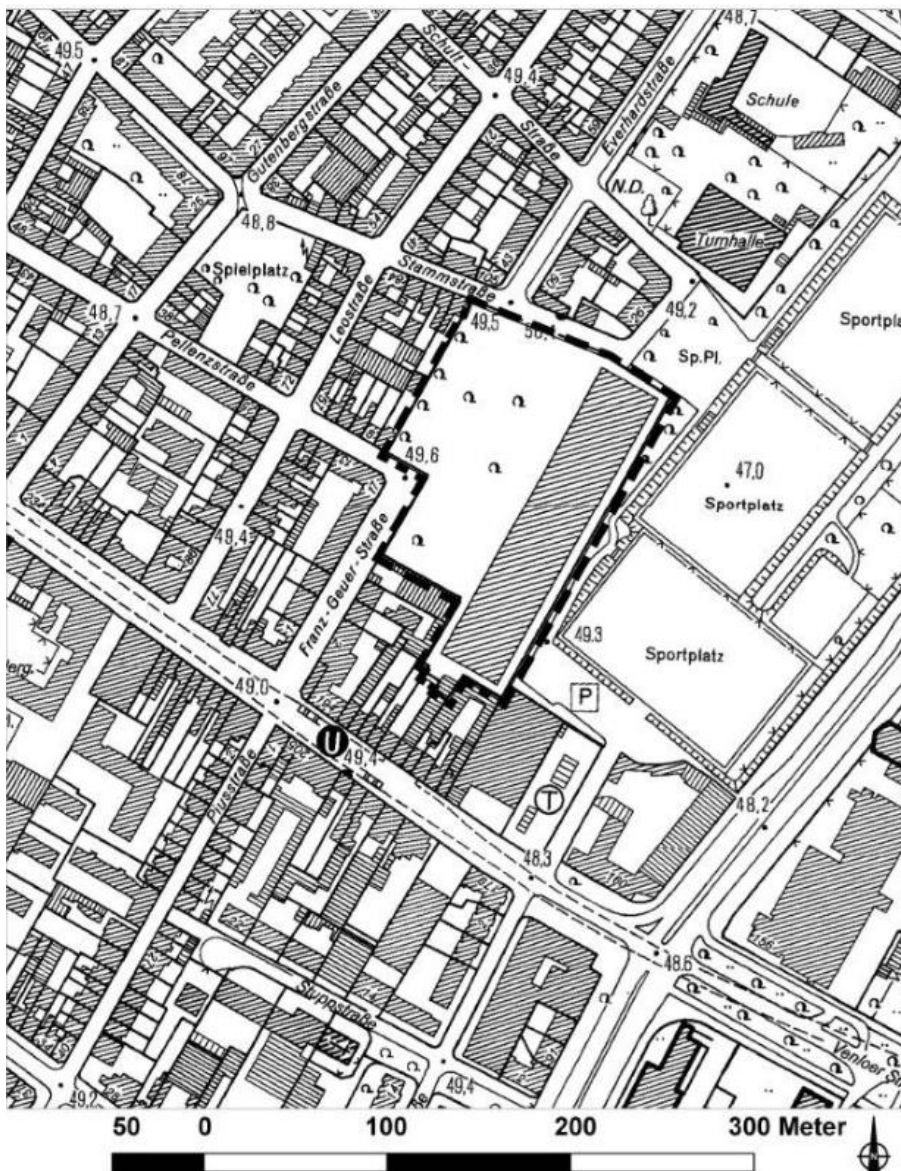


Abbildung 1: Ehemaliges Grundstück der Firma Siemens AG (Siemens-Gelände, Gemarkung Ehrenfeld, Flur 70 Flurstücke 808 und 1406)

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Die Grundstücksfläche inkl. öffentlich gewidmeter Teilfläche Spielplatz beträgt ca. 18.921 m². Die Grundstücksfläche ohne öffentlich gewidmeter Teilfläche Spielplatz liegt bei ca. 16.998 m².

Nach der Baufeldfreimachung beabsichtigt der Bauherr, das Grundstück in 4 Baufelder umzusetzen. Die Gesamtbruttogeschossfläche aller Bauteile (Gesamt BGF) oberirdisch beträgt ca. 48.943,1 m².

Die Gesamt BGF oberirdisch setzt sich wie folgt zusammen:

- BGF oberirdisch BF A = ca. 14.993,0 m²
- BGF oberirdisch BF B = ca. 8.081,9 m²
- BGF oberirdisch BF C = ca. 13.982,9 m²
- BGF oberirdisch BF D = ca. 11.885,3 m²

Die Gesamt BGF unterirdisch setzt sich wie folgt zusammen:

- BGF unterirdisch BF A = ca. 9.396 m² (davon Gründung 3.280 m², Tiefgarage 3.377 m², Keller 2.740 m²)
- BGF unterirdisch BF B = ca. 1.576 m² (Tiefgarage)
- BGF unterirdisch BF C = ca. 9.163 m² (davon Gründung 3.198 m², Tiefgarage 3.294 m², Keller 2.671 m²)
- BGF unterirdisch BF D = ca. 3.519 m² (Tiefgarage)

Diese Machbarkeitsstudie bezieht sich auf alle Baufelder des Grundstückes.

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Abbildung 2: Luftbild ehemaliges Grundstück der Siemens AG - Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Abbildung 3: Bebauungsstruktur Grundstück

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



FGS Wohnungsmix BF A
 Franz-Geuer Straße 10, 50023 Köln

Stand 31.08.23

Geschoss	Anzahl WE	1 Zimmer		2 Zimmer		3 / 3,5 Zimmer			4 Zimmer	4+ / 5 Zimmer
		ca. 25 m²	ca. 45 m²	ca. 49 m²	ca. 60 m²	ca.70 m²	ca. 80 m²	ca. 90 m²	ab 95 m²	ab 120 m²
ERDGESCHOSS										
TRH A	2			1	1					
TRH B	2				1		1			
TRH C	2				2					
TRH D TURM	3			1	1			1		
TRH E	2					1	1			
TRH F	4		1		2		1			
TRH G	2						2			
TRH H	3			1				1	1	
TRH I	2					1	1			
Anzahl WE EG gesamt	22	0	1	3	7	2	6	2	1	0
1./2. OBERGESCHOSS										
TRH A	3			1		1				1
TRH B	2						1	1		
TRH C	3	1			1	1				
TRH D-TURM	5	2			3					
TRH E	3		1	1		1				
TRH F	5		2	1	1	1				
TRH G	3			1		1				
TRH H	5	1		1	2				1	
TRH I	3		1	1		1				
Anzahl WE 1./2.OG gesamt	32	4	4	6	7	6	1	1	2	1
Anzahl WE 1. + 2.OG gesamt	64	8	8	12	14	12	2	2	4	2
3. OBERGESCHOSS										
TRH A	3			1		1				1
TRH B	2						1	1		
TRH C	3	1			1	1				
TRH D-TURM	5	2			3					
TRH E	3	1				2				
TRH F	5		2	1	1	1				
TRH G	3			1		1			1	
TRH H	5	1		1	2				1	
TRH I	3	1				2				
Anzahl WE 3.OG gesamt	32	6	2	4	7	8	1	1	2	1
4. OBERGESCHOSS										
TRH A	3			1	1		1			
TRH B	2				1		1			
TRH C	2				1		1			
TRH D-TURM	5	2			3					
TRH E	3	1				2				
TRH F	5		2	1	1	1				
TRH G	3			1		1			1	
TRH H	5	1		1	2				1	
TRH I	3	1				2				
Anzahl WE 4.OG gesamt	31	5	2	4	9	6	3	0	2	0
5. OBERGESCHOSS										
TRH A	2			1			1			
TRH D-TURM	4	1			2					1
TRH E	1							1		
TRH F	4		2	1			1			
TRH G	1									1
TRH H	4	1			1		1		1	
TRH I	2					1		1		
Anzahl WE 5.OG gesamt	18	2	2	2	3	1	3	2	1	2
6./7. OBERGESCHOSS										
TRH D-TURM	3				1			1		1
Anzahl WE 6./7.OG gesamt	3	0	0	0	1			1		1
Anzahl WE 6.+7.OG gesamt	6	0	0	0	2	0	0	2	0	2
Wohnungsmix gesamt										
Anzahl WE / m² gesamt		21	15	25	42	29	15	9	10	7
Anzahl WE / Typ gesamt	173	36		25	42	29	15	9	10	7
Anzahl WE / Typ % ist	100%	21%		14%	24%	17%	9%	5%	6%	4%
Anzahl WE gesamt / Typ % soll	100%	7%		20%	15%	18%	23%	5%	6%	6%

Abbildung 4: Kennzahlen Wohnungsmix Baufeld A- Stand 31.08.2023

Um die Frage nach einem nachhaltigen und zukunftsfähigen Energiekonzept für das Gebäude zu beantworten und die Aufgabe einer energetisch optimalen Lösung bei hoher ökologischer Qualität erfolgreich umzusetzen, hat der Bauherr die PB TGA GmbH beauftragt.

Ziel ist es im ersten Schritt eine Analyse und Bewertung der bisher vorliegenden Ideen vorzunehmen und Varianten für ein Energieversorgungskonzept zu entwickeln.

2. Lösungsweg

Zunächst werden die am für das Grundstück möglichen Versorgungsvarianten aufgezeigt und bewertet. Es erfolgt eine Darstellung der gesetzlichen Forderungen, die mit der weiteren Planung des Projektes seitens des Energiekonzeptes einzuhalten sind.

Die Entwicklung des Energiekonzeptes erfolgt nach den folgenden Prämissen:

1. Hohe Qualität der passiven Maßnahmen im Bereich der bauphysikalischen Randbedingungen bezüglich des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes (energetische Qualität der Gebäudehülle) sowie Reduktion des Primärenergieverbrauches durch den Einsatz regenerativer Energien.
Die Erreichung des BEG 40-Standard EE (bzw. NH ist angestrebt) und die Förderfähigkeit gem. KfW.
2. Einsatz der am Standort verfügbaren regenerativen Energien gem. den legislativen (ortungsrechtlichen) Vorgaben
3. wirtschaftliche Investitionskosten bei Sicherstellung eines hohen Nutzerkomforts

3. Legislative Forderungen

Im Folgenden werden die genehmigungsrechtlichen Forderungen aufgezeigt, die im weiteren Verlauf des Projektes zu beachten sind.

Gesetze werden regelmäßig novelliert, so dass sich bei Projekten, die sich ganz am Anfang der Planungsphase befinden oder bei solchen, die während einer Novellierungsphase eines Gesetzes begonnen werden, die rechtliche Situation erheblich verändern kann.

Ordnungsrechtliche Anforderungen in Deutschland



Abbildung 5: Ordnungsrechtliche Anforderungen in Deutschland /GEBÄUDEFORUM KLIMANEUTRAL

Ziele der Bundesregierung im Gebäudesektor

Klimaschutzgesetz

- Klimaneutraler Gebäudebestand bis zum **Jahr 2045**
- Reduzierung THG-Emissionen von 118 Mio. t (2020) auf 67 Mio. t (2030)
- Neuinstallation von Heizsystemen, die erneuerbaren Energien effizient nutzen
- Anreize zur Nutzung und Errichtung von hocheffizienten Gebäuden schaffen
- Monitoring der THG-Emissionen in den Sektoren durch das Umweltbundesamt
- Bei Nachsteuerungsbedarf: Vorlegung von Sofortprogrammen durch zuständige Ministerien

3.1 EU-Gebäuderichtlinie (EPBD)

Die EU-Kommission hat am 15. Dezember 2021 ihre Überarbeitung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) vorgelegt.

Die überarbeitete Gebäuderichtlinie gehört zum zweiten Teil des klimapolitischen Großprojektes „Fit for 55“, mit dem die gesamte europäische Gesetzgebung in Energie- und Klimafragen neu aufgestellt werden soll.

Im Sommer 2021 wurde bereits der erste Teil vorgestellt, in dem u.a. die Vorschläge für die Überarbeitung der Richtlinien für Energieeffizienz (EED) und Erneuerbare Energien (RED) enthalten waren.

Wesentliche Eckpunkte und Neuregelungen der EPBD sind u.a.:

- Neue und höhere energetische Anforderungen für Neubauten („Nullemissions-Gebäude“)
- Sanierungspflichten für Bestandsgebäude
- Ausstieg aus fossilen Heizungssystemen - Einstieg in die Lebenszyklusbetrachtung
- Infrastruktur für nachhaltige Mobilität
- Verbindliche Vorgaben zur Erfassung von Gebäude-Energiedaten und die Erstellung von Energieausweisen sowie Sanierungsfahrplänen

3.2 EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED)

Die EU-Kommission hat am 14. Juli 2021 ihren Vorschlag zur Neufassung der Richtlinie zur Änderung der RL (EU) 2018/2001 u. a. hinsichtlich der Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Renewable Energy Directive, RED) vorgelegt.

Die überarbeitete Richtlinie gehört zum ersten Teil des klimapolitischen Großprojektes „Fit for 55“, mit dem die gesamte europäische Gesetzgebung in Energie- und Klimafragen neu aufgestellt werden soll.

Parallel dazu wurde auch u. a. die Überarbeitung der Richtlinien für Energieeffizienz (EED) und im Dezember 2021 im Rahmen eines zweiten Teils des Großpakets die Überarbeitung der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) vorgestellt.

Wesentliche Eckpunkte / Neuregelungen der RED sind u. a.:

- Anhebung des 2030-Ziels für den Anteil Erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch von 32 Prozent auf mindestens 40 Prozent
- Einführung eines indikativen, unionsweiten 2030-Ziels eines Anteils von 49 Prozent erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch im Gebäudebereich

3.3 Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2023

Die Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes tritt vorbehaltlich der Absätze 2 bis 6 am 01.01.2023 in Kraft.

Gem. §15 ist folgende Anforderung bezüglich des Primärenergiebedarfes zu erfüllen:

„Ein zu errichtendes Wohngebäude ist so zu errichten, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung das 0,55-fache des auf die Gebäudenutzfläche bezogenen Wertes des Jahres-Primärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes, das die gleiche Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung wie das zu errichtende Gebäude aufweist und der technischen Referenzausführung der Anlage 1 des GEG entspricht, nicht überschreitet.“

GEG-Regelungen im Überblick:

- Grundsätzlich muss ab dem 1.1.2024 jede neu eingebaute Heizung (Neubau und Bestand, Wohnhäuser und Nichtwohngebäude) mindestens 65 Prozent erneuerbare Energie nutzen. Bestehende Heizungen können weiter genutzt werden. Auch Reparaturen sind weiter möglich. Enddatum für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen ist der 31.12.2044.
- Die Regelung ist technologieoffen: Eigentümer können eine individuelle Lösung umsetzen und den Anteil der erneuerbaren Energien (mindestens 65 Prozent) rechnerisch nachweisen oder zwischen gesetzlich vorgesehenen pauschalen Erfüllungsoptionen frei wählen: Anschluss an ein Wärmenetz, eine elektrische Wärmepumpe, Stromdirektheizung, Hybridheizung, Heizung auf Basis von Solarthermie. Außerdem sind unter bestimmten Voraussetzungen "H2-Ready"-Gasheizungen möglich, die auf 100 Prozent Wasserstoff umrüstbar sind. Für Bestandsgebäude sind weitere Optionen vorgesehen: Biomasseheizung oder Gasheizung, die mindestens zu 65 Prozent Biomethan, biogenes Flüssiggas oder Wasserstoff nutzt.
- Übergangsfristen und Ausnahmen: Ist die Heizung kaputt und kann nicht mehr repariert werden – sogenannte Heizungshavarie – greifen Übergangsfristen (drei Jahre; bei Gasetagen bis zu 13 Jahre). Vorübergehend kann eine (auch gebrauchte) fossil betriebene Heizung eingebaut werden. Soweit ein Anschluss an ein Wärmenetz absehbar ist, gelten Übergangsfristen von bis zu zehn Jahren.
- Bei Wohnungseigentümern, die das 80. Lebensjahr vollendet haben und die ein Gebäude mit bis zu sechs Wohnungen selbst bewohnen, soll im Havariefall die Pflicht zur Umstellung auf Erneuerbares Heizen entfallen. Gleiches gilt beim Austausch für Etagenheizungen für Wohnungseigentümer, die 80 Jahre und älter sind und die Wohnung selbst bewohnen.
- Allgemeine Härtefallregelung im GEG: Im Einzelfall wird berücksichtigt, ob die notwendigen Investitionen in einem angemessenen Verhältnis zum Ertrag oder in einem angemessenen Verhältnis zum Wert des Gebäudes stehen. Auch Fördermöglichkeiten und Preisentwicklungen fließen hier ein.
- Finanzielle Unterstützung: Für die Umstellung auf neue Heizungen gibt es Zuschüsse, Kredite oder bereits vorhanden Möglichkeiten für Steuergutschriften. Ein neues Förderkonzept passt die Förderung auf das neue Gebäudeenergiegesetz an. In den entsprechenden Berechnungen des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWK) ist ein Nutzungszeitraum von 18 Jahren zugrunde gelegt.

Auszug aus dem Referentenentwurf zur Novelle des GEG 2023 - Bearbeitungsstand 03.04.2023

„§ 71

Anforderungen an Heizungsanlagen

(1) Heizungsanlagen, die zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude eingebaut oder aufgestellt werden, müssen mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme nach Maßgabe der Absätze 4 bis 6 sowie der §§ 71b bis 71k erzeugen. Satz 1 gilt entsprechend für Heizungsanlagen, die in ein Gebäudenetz einspeisen.“

3.4 Energiestandard - BEG-Standard

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) fördert neben einzelnen Sanierungsmaßnahmen vor Allem auch "komplette" Systemmaßnahmen, die dazu führen, dass ein Neubau oder eine Sanierung dazu führen, dass ein Wohn- oder Nichtwohngebäude einen energetisch hohen Effizienzstandard erreicht.

Als Zielgrößen sind Haustypen definiert, die allesamt bau- und haustechnische Maßnahmenbündel darstellen, um abhängig von einem Standardhaustyp (Referenzhaus EH-85) ein Haus mit einem bestimmten Energiebedarf zu bauen bzw. zu sanieren.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) legt das grundsätzlich zu erreichende Effizienzniveau fest. Entscheidend für die Einordnung ist die energetische Qualität der Immobilie. Sie wird mit den Referenzgrößen

- Primärenergiebedarf und
- Transmissionswärmeverlust gemessen.

Für beide Größen definiert die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) Höchstwerte, die ein Referenzgebäude einhalten muss.

- Ein Effizienzhaus 85 entspricht dem Referenzgebäude im GEG.
- Ein Effizienzhaus 55 benötigt 55 % des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes,
- ein Effizienzhaus 40 sogar nur 40 %.

Effizienzhaus	40	40-EE
Primärenergiebedarf Q_p in % von $Q_{p, REF}$	40	40
Transmissionswärmeverlust H'_{T} in % von $H'_{T, REF}$	55	55
Anteil EE an Gebäudeenergiebedarf in %		65

Abbildung 6: Übersicht Effizienzhaus 40-Typen

Der Baustandard „KfW-Effizienzhaus“ bzw. seit Juli 2021 "Effizienzhaus" ist immer um eine Kennziffer ergänzt, in diesem Fall die „40“. Der Wert gibt an, wie effizient ein Gebäude im Vergleich zu einem Neubau nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist. Einfach ausgedrückt heißt das: Der Primärenergiebedarf eines Effizienz-40-Hauses liegt bei 40 Prozent eines Neubaus – es ist also um 60 Prozent besser. Gleichzeitig muss der Transmissionswärmeverlust den GEG-Neubau-Grenzwert um mindestens 55 Prozent übertreffen.

Dabei unterscheidet man grundsätzlich das

- Effizienzhaus 40 EE
- Effizienzhaus 40 NH
- Effizienzhaus 40 plus

Das Effizienzhaus 40 EE kann sowohl beim Neubau als auch bei einer Altbausanierung erreicht werden und zeichnet sich dadurch aus, dass erneuerbare Energien einen Anteil von mindestens 65 Prozent des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbringen.

Das Effizienzhaus 40 NH gilt nur für den Neubau und kann erreicht werden, wenn das Gebäude ein Nachhaltigkeitszertifikat besitzt. Dazu muss die akkreditierte Zertifizierungsstelle mit einer Nachhaltigkeitszertifizierung die Übereinstimmung der Maßnahme mit den Anforderungen des Qualitätssiegels „Nachhaltiges Gebäude“ bestätigen.

Ein Effizienzhaus 40 Plus kann nur im Neubau erreicht werden, wenn gebäudenähe Anlagen Strom aus erneuerbaren Energien wie z. B. einer Photovoltaikanlage erzeugen. Pro Wohneinheit müssen so mindestens 500 kWh pro Jahr zuzüglich 10 kWh/a je m² Gebäudenutzfläche an Strom erzeugt werden.

Seitens des Auftraggebers wird der BEG-40-Standard EE bzw. NH angestrebt.

KENNWERT	GRENZWERT
Primärenergiebedarf (Energiebedarfskennwert, der auch Verluste bei der Förderung, der Aufbereitung und dem Transport der benötigten Energieträger berücksichtigt; vom Wärmebedarf und den eingesetzten Energieträgern abhängig)	40 Prozent vom Grenzwert für einen Neubau nach GEG
Transmissionswärmeverlust (Wärmeverlust über die Hüllflächen eines Gebäudes; von den U-Werten und der Konstruktion abhängig)	55 Prozent vom Grenzwert für einen Neubau nach GEG
Weitere Anforderungen	- kein Wärmeerzeuger auf Basis von Heizöl (Ölbrennwertheizung); gilt auch für Hybridlösungen mit erneuerbaren Energien oder Fernwärmenetzen - hydraulischer Abgleich ist Pflicht - Bestimmung der Luftdichtheit der Gebäudehülle (Blower-Door-Test) - mit mechanischen Lüftungsanlagen darf die <u>Luftwechselrate</u> (n50) einen Wert von 1,5 1/h nicht überschreiten
Weitere Anforderungen für ein Effizienzhaus 40 Plus Förderung nur im Neubau	- Abdecken des Wärme- und Kälteenergiebedarfs zu mindestens 65 Prozent mit erneuerbaren Energien - Photovoltaik- oder Windkraftanlage - Stromspeicher - Lüftung mit Wärmerückgewinnung - Visualisierung des Strom- und Wärmeverbrauchs

Abbildung 7: BEG 40-Standard

Für das Bauvorhaben können die Anforderungen u.a. durch folgende Maßnahmen erfüllt werden:

- Wasser-Wasser Wärmepumpe (Geothermienutzung z. B. über Erdsonden) zur Wärmeübergabe und Warmwasserbereitung, Spitzenlastabdeckung über Fernwärme mit einem zertifizierten Primärenergiefaktor f_p von $\leq 0,7$, zentrale Abluftanlage oder zentrale Lüftungsanlage (nach Erfordernis) mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad $> 80\%$) und Photovoltaikanlage
- Wasser-Wasser Wärmepumpe (Grundwassernutzung über Brunnenanlagen) zur Wärmeübergabe und Warmwasserbereitung, Spitzenlastabdeckung über Fernwärme mit einem zertifizierten Primärenergiefaktor f_p von $\leq 0,7$, zentrale Abluftanlage oder zentrale Lüftungsanlage (nach Erfordernis) mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad $> 80\%$) und Photovoltaikanlage
- Luft-Wasser Wärmepumpe mit Flächenheizsystem (Fußbodenheizung) zur Wärmeübergabe, Spitzenlastabdeckung und zentrale Warmwasserbereitung über Fernwärme mit einem zertifizierten Primärenergiefaktor f_p von $\leq 0,7$, zentrale Abluftanlage oder zentrale Lüftungsanlage (nach Erfordernis) mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad $> 80\%$).
- Wasser-Wasser Wärmepumpe mit Eisspeicher und Solar-/Luftabsorbern zur Wärmeübergabe und Warmwasserbereitung, Spitzenlastabdeckung über Fernwärme mit einem zertifizierten Primärenergiefaktor f_p von $\leq 0,7$, zentrale Abluftanlage oder zentrale Lüftungsanlage (nach Erfordernis) mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad $> 80\%$) und Photovoltaikanlage
- Alternativ wird der KfW-Effizienzhaus 40 Standard oder besser in Verbindung mit einem Anschluss an das Fernwärmenetz der RheinEnergie untersucht.

Änderungen an der BEG: Neuerungen ab 01.01.2023

Die Reform der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) ist eine Reform in zwei Schritten. Die zweite Reformrunde der BEG umfasst Verbesserungen wie einen neuen Bonus, technische Anpassungen und einige Steigerungen der Effizienzanforderungen. Die Änderungen treten zum 1. Januar 2023 in Kraft.

Die Bundesregierung hat die zweite Reformstufe der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) beschlossen. Der Zugang zur BEG wird weiter erleichtert, Förderboni erhöht und die Anreize für Sanierungen und die Fördereffizienz des Programms wird weiter gesteigert.

Zentrale Änderungen zum 1. Januar 2023

Breiteres Angebot

- Antragsberechtigung wird auf alle Investoren erweitert (Beschränkung auf Eigentümer, Pächter und Mieter wird aufgehoben). Dadurch werden u.a. Wartezeiten aufgrund behördlicher Prozesse wie z.B. Eigentumsüberschreibungen vermieden.
- Zukünftig werden auch wieder Materialkosten bei Eigenleistungen gefördert. Damit wird auf den Handwerkerangel reagiert.
- Bei Heizungsdefekt werden im Zusammenhang mit einer geförderten Anlage zur Wärmeerzeugung die Mietkosten für eine provisorische Heiztechnik gefördert. Die Förderung ist auf ein Jahr begrenzt.
- Gefördert wird der Einbau von stationären Brennstoffzellenheizungen die mit grünem Wasserstoff oder Biomethan betrieben werden.

Erhöhte Anforderungen zur Steigerung der Fördereffizienz

- Bei einer Förderung von Wärmepumpen oder Biomasseheizungen zur Raumheizung inkl. der Nachrüstung bivalenter Systeme müssen die durch die Anlagen versorgten Wohneinheiten oder Flächen nach Durchführung der Maßnahme zu mindestens 65 % durch Erneuerbare Energien beheizt werden.
- Gefördert wird die Errichtung, der Umbau oder die Erweiterung eines Gebäudenetzes, sofern die Wärmeerzeugung, mit der das Gebäudenetz gespeist wird, nach Durchführung der Maßnahme zu mindestens 65 % aus Anlagen nach BEG EM TMA Nummern 3.2 bis 3.6 und/oder unvermeidbarer Abwärme erfolgt.
- Biomasseheizungen:
 - Staub-Emissionsgrenzwert ist ab 1. Januar 2023 reduziert auf 2,5 mg/m³.
 - Steigerung des jahreszeitbedingten Raumheizungsnutzungsgrades (ETAs) für Biomasseheizungen von 78% auf 81% ab 1. Januar 2023.
 - Biomasseheizungen müssen mit einer solarthermischen Anlage oder einer Wärmepumpe kombiniert werden.
- Wärmepumpen:
 - Bonus von 5%-Punkten für WP mit natürlichem Kältemittel (ab 1. Januar 2023, BEG EM) (nicht kumulierbar mit Bonus für Wärmequellen).
 - Ab 1. Januar 2028 werden nur noch WP mit natürlichem Kältemittel gefördert.
 - Wärmepumpen werden in ungeeigneten Gebäuden nicht gefördert (Mindestgrenze einer rechnerischen Jahresarbeitszahl der WP von 2,7 im Jahr 2023, 3,0 ab 2024).
 - Förderfähige Wärmepumpen müssen ab 1. Januar 2023 mit einer Energieverbrauchs- und Effizienzanzeige ausgestattet sein. Ausnahme: Bei förderfähigen Wärmepumpen, die über das Medium Luft heizen, müssen die Wärmemengen gemessen werden. Eine Energieverbrauchsbilanzierung nach DIN EN 12831 Beiblatt 2 ist dabei zulässig.
 - Ab 1. Januar 2024 bzw. 1. Januar 2026 sukzessive Absenkung der Grenzwerte für Geräuschemissionen des Außengeräts von Luft-Wasser-Wärmepumpen (ab 2024 um 5 dB, ab 2026 um 10 dB niedriger als gesetzlicher Grenzwert).
 - Ab 1. Januar 2024 Steigerung der Effizienzanforderungen bei Wärmepumpen, konkret des jahreszeitbedingten Raumheizungsnutzungsgrads (ETAs).
 - Wärmepumpen müssen ab dem 1. Januar 2025 an ein zertifiziertes Smart-Meter-Gateway angeschlossen werden können.
- Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes:
 - Mindestanteil von 65% aus Anlagen nach BEG EM TMA Nummern 3.2 bis 3.6 und/oder unvermeidbarer Abwärme.
 - Mit Gas, Öl oder Kohle betriebene Wärmeerzeuger sind nicht förderfähig mit Ausnahme von Brennstoffzellenheizungen.
 - Es gelten gestaffelte Fördersätze, um Anreize für möglichst wenig Einsatz von Biomasse zu setzen (30%, wenn keine Biomasse eingesetzt wird, 25%, wenn Biomasse nur für Spitzenlast eingesetzt wird (max. 25% Wärmeerzeugung aus Biomasse) und 20%, wenn auch Biomasse eingesetzt wird (max. 75% Wärmeerzeugung aus Biomasse)).



Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	iSFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	50 %
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme	15 %	5 %			20 %	
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Solkollektoranlagen	25 %		10 %		35 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %		20 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %	40 %	
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %		35 %	
	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	25 %		10 %		35 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse)	30 %				30 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25% Biomasse für Spitzenlast)	25 %				25 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75% Biomasse)	20 %				20 %	
	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %		35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %		40 %	
Heizungsoptimierung	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden	15 %	5 %			20 %	

* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5%, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 1. Januar 2023

Abbildung 8: Förderübersicht für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen

Das „Infoblatt zu den förderfähigen Maßnahmen und Leistungen“ enthält einen Überblick, welche Maßnahmen bei der Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden gefördert werden können. Auch nicht förderfähige Investitionskosten werden aufgelistet. Dieses Infoblatt ist ab dem 22.09.2022 gültig.

3.5 Klimaschutzleitlinien der Stadt Köln

„Mit den Leitlinien wird ein Baustein aus dem Klimaschutzmaßnahmenprogramm „KölnKlimaAktiv 2022“ (Ratsbeschluss 2019) umgesetzt. Sie greifen das Bekenntnis zum klimaneutralen Köln (Ratsbeschluss 2019 zum Klimanotstand und 2021 zur Klimaneutralität bis 2035) auf und zielen darauf ab, den Klimaschutz in der Umsetzung von nicht-städtischen Neubauvorhaben künftig verbindlich zu berücksichtigen.

Die Umsetzung von nicht-städtischen Neubauvorhaben in Köln basiert auf den folgenden Grundsätzen:

- Minderung des Energiebedarfes
 - Durch die Gebäudehülle mit einem Dämmstandard über die gesetzlichen Mindestanforderungen,
 - durch Berücksichtigung passiver Maßnahmen zur Wärme- und Kältebedarfssenkung.
- Effiziente Bereitstellung des verbleibenden Energiebedarfs
- Einsatz Erneuerbarer Energien zur Bedarfsdeckung.

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Es ergeben sich die folgenden Anforderungen für neu zu errichtende Wohngebäude in Bauleitverfahren und bei der Veräußerung beziehungsweise Erbbaurechtsbestellung städtischer Flächen:

Verbindliche Anforderungen:

- Einhaltung des KfW-Effizienzhaus 40 EE oder besser
Alternative, sofern die EE-Klasse nachweislich nicht erreicht werden kann:
 - KfW-Effizienzhaus 40 oder besser in Verbindung mit einem Fernwärmeanschluss.
 Die Gründe hierfür sind prüfbar darzulegen.**Ersatzmaßnahme, sofern auch die Anschlussmöglichkeit an das Kölner Fernwärmenetz nicht gegeben ist:**
 - KfW-Effizienzhaus 40 oder besser in Verbindung mit der Einhaltung von U-Werten:
 opake Bauteile $\leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 transparente Bauteile $\leq 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ und
 - Erstellung eines Energiekonzeptes (in Abstimmung mit der Koordinationsstelle Klimaschutz),
- Einsatz von Photovoltaik (Anlagengröße mind. 1 kW_p pro Gebäude, gegebenenfalls über Pachtmodell mit einem Energieversorger umsetzbar)

Empfehlungen:

- Solarenergetische Optimierung des städtebaulichen Entwurfs
 - Passive Maßnahmen zur Sicherstellung des Schutzes vor sommerlicher Überhitzung sind aktive Kühlmaßnahmen vorzuziehen.
 - Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünung (Dachbegrünung und eine PV- oder Solarthermie-Dachanlage können sich sinnvoll ergänzen)
 - Förderung alternativer Formen klimaneutraler Mobilität in geeigneten Konzepten in der Bauleitplanung.
- Bei gemischtgenutzten Gebäuden (Wohngebäuden mit anteiliger Nicht-Wohnnutzung) sind ab einem Flächenanteil der Nichtwohnnutzung von > 10% die Anforderungen der Leitlinien für die jeweilige Nutzung separat zu erfüllen.“^{/1/}

(/1/ Merkblatt Klimaschutzleitlinien Stadt Köln zu Wohngebäuden (Stand 2022), 2022)

4. Potenziale und Möglichkeiten der Energieerzeugung

4.1 Wärmeversorgung

4.1.1 Fernwärmenutzung

Gem. der vorliegenden Leitungsauskunft von Fredersdorf Consulting ist eine FW-Versorgung möglich. Hierzu wurden Vorgespräche mit der RheinEnergie geführt. Versorgung aus dem Netz „Innenstadt Deutz“.

Wärmenetz	Primärenergie-faktor ¹⁾	Primärenergie-faktor ²⁾	Primärenergie-faktor ³⁾
Innenstadt-Deutz	0,00	0,30	-
Neue Stadt/Bocklemünd	-	-	0,7
Merheim	0	0,30	-
Junkersdorf	0,96	0,96	-

Abbildung 9: Übersicht Primärenergiefaktoren RheinEnergie

¹⁾ gem. § 22 (2) GEG:2020-08 i.V.m. FW 309-1:2020-11

²⁾ gem. § 22 (3) GEG:2020-08; Liegt der ermittelte und veröffentlichte Wert des PEF eines Wärmenetzes ohne Erneuerbare Energien unter einem Wert von 0,3 ist als PEF der Wert von 0,3 zu verwenden.

³⁾ gem. § 22 (4) GEG:2020-08 i.V.m. DIN V 18599-1:2018-09, Tabelle A.1; findet Anwendung, wenn der PEF nicht vom Fernwärmeversorgungsunternehmen ermittelt und veröffentlicht wurde.

(Auszug aus dem Referentenentwurf zur Novelle des GEG 2023 - Bearbeitungsstand 03.04.2023 „§ 71b)

Anforderungen bei Anschluss an Wärmenetze und Pflichten für Wärmenetzbetreiber

(1) Beim Einbau oder Aufstellung einer Hausübergabestation zum Anschluss an ein neues Wärmenetz, dessen Baubeginn nach dem 31. Dezember 2023 liegt, muss die im Wärmenetz insgesamt verteilte Wärme zu mindestens 65 Prozent der jährlichen kumulierten Erzeugernutzwärmeabgabe aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme stammen. Ein neues Wärmenetz nach Satz 1 liegt vor, wenn dessen Wärmebereitstellung nicht oder im Jahresmittel zu weniger als 20 Prozent thermisch, durch direkte hydraulische Verbindung oder indirekt über Wärmeübertrager aus einem bestehenden, vorgelagerten Wärmenetz erfolgt. Der Wärmenetzbetreiber hat gegenüber dem Anschlussnehmer beim Abschluss eines Netzanschlussvertrages zu bestätigen, dass die Voraussetzungen nach Satz 1 erfüllt sind.

(2) Beim Einbau oder Aufstellung einer Hausübergabestation zum Anschluss an ein Wärmenetz, dessen Baubeginn vor dem 1. Januar 2024 liegt und in dem weniger als 65 Prozent der insgesamt verteilten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme stammt, muss der Wärmenetzbetreiber bis zum 31. Dezember 2026 für das Gebiet des Anschlusses über einen Transformationsplan verfügen. Der Transformationsplan muss im Einklang mit den jeweils geltenden gesetzlichen Anforderungen stehen. Der Transformationsplan muss insbesondere detailliert eine schrittweise Umstellung der Wärmeversorgung bis zum Jahr 2030 auf einen Anteil von mindestens 50 Prozent aus erneuerbarer Wärme und unvermeidbarer Abwärme anstreben und die vollständige

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch die Umstellung auf erneuerbare Wärme oder unvermeidbare Abwärme bis zum 31. Dezember 2044 vorsehen. Sieht der Transformationsplan einen geringeren Anteil an erneuerbarer Wärme und unvermeidbarer Abwärme vor, ist diese Abweichung zu begründen. Der Wärmenetzbetreiber bestätigt gegenüber dem Anschlussnehmer beim Abschluss eines Netzanschlussvertrages, dass er einen Transformationsplan nach Satz 2 und 3 erstellt und bei der zuständigen Stelle vorgelegt hat.

(3) Die Bestätigung des Wärmenetzbetreibers nach Absatz 1 Satz 3 und Absatz 2 Satz 5 gilt für den nach § 71 Absatz 1 Verantwortlichen als Erfüllung der Anforderungen der Absätze 1 und 2.

Gem. der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2023 ist der Einsatz von Fernwärme nur in Kombination mit einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad $\geq 80\%$) als zulässiges Anlagenkonzept umsetzbar.

Hier bei muss die Fernwärme einen zertifizierten Primärenergiefaktor $f_p \leq 0,7$ nachweisen.

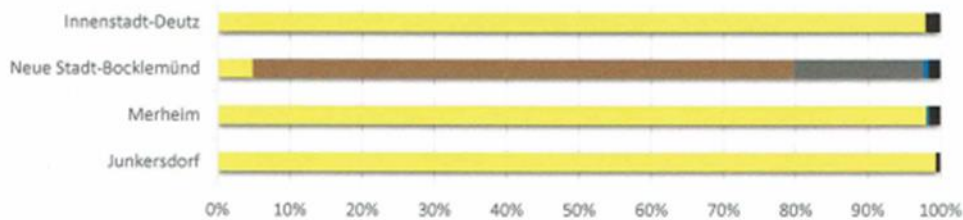
Aufgrund der geltenden Klimaschutzleitlinien der Stadt Köln (Stand 2022) ist die Nutzung der Fernwärme nur dann möglich, wenn der KfW-Standard 40 EE nicht nachweislich durch die Nutzung regenerativer Energiequellen zu erreichen ist. Die Gründe sind prüfbar darzulegen.

Zudem ist ein Energiekonzept zu wählen, bei dem gesichert die KfW-Förderung für den Standard 40 EE für die Projektlaufzeit bis ca. 2029 in Anspruch genommen werden kann.

Projektnummer: 2210.03
 Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
 Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
 Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
 Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



**Bescheinigung
des Wärmenetzbetreibers nach FFVAV und AVBFernwärmeV für das Jahr 2020**



Information gem. FFVAV § 5 (1) 2. a)

Name Netz	Einheit	Innenstadt-Deutz	Neue Stadt-Bocklemünd	Merheim	Junkersdorf
Erdgas	MWh	386.956	7.044	53.992	13.338
Braunkohle	MWh	0	108.125	0	0
Abfall	MWh	0	25.908	0	0
Heizöl	MWh	0	984	200	0
Antriebsstrom	MWh	8.162	2.404	863	81
Summe	MWh	395.118	144.465	55.054	13.419

Erdgas	%	97,9	4,9	98,1	99,4
Braunkohle	%	0,0	74,8	0,0	0,0
Abfall	%	0,0	17,9	0,0	0,0
Heizöl	%	0,0	0,7	0,4	0,0
Antriebsstrom	%	2,1	1,7	1,6	0,6
Summe	%	100	100	100	100

Information gem. FFVAV § 5 (3)

erneuerbar i.S.d. GEG	%	0,0	9,0	0,0	0,0
erneuerbar i.S.d. BEG	%	0,0	0,0	0,0	0,0

Information gem. FFVAV § 5 (1) 2. b)

CO ₂ -Emissionsfaktor	g CO ₂ /kWh	93	247	103	192
THG-Emissionsfaktor	g CO ₂ eq/kWh	110	301	121	228

Berechnung für KWK-Anlagen mit Hilfe der Carnotmethode gem. FW 309-6:2021-05. Hierbei wird der erzeugten Wärme weniger Brennstoff als bei der getrennten Erzeugung zugeordnet. Die Emissionsfaktoren für Treibhausgase (THG) enthalten neben den direkten CO₂ - Emissionen zusätzlich Vorkettenemissionen (z.B. für Exploration, Förderung und Transport) und CO₂ - Äquivalente (z.B. Methan und Lachgas). Die Berechnung der Zusammensetzung der Wärme wurde von der RheinEnergie AG durch Herrn Markus Seitz, fp-Gutachter FW 609 und FW 611 durchgeführt.

Köln, 14.02.2022

Ort, Datum

Unterschrift

Information gem. AVBFernwärmeV § 1a (2)

Netzeinspeisung	MWh	1.028.326	234.606	128.017	16.559
Netzverluste	MWh	141.450	48.229	17.368	2.310

Netzverluste in Megawattstunden pro Jahr als Differenz zwischen der Wärme-Netzeinspeisung und der Summe der von Kunden und vom Versorger für eigene Einrichtungen entnommenen Wärme.

Abbildung 10: Bescheinigung des Wärmenetzbetreibers RheinEnergie nach FFVAV und AVBFernwärmeV für das Jahr 2020

4.1.2 Geothermie

Dagegen ist der Wärmeentzug aus dem Grundwasser durch Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen mit Förderung und Wiedereinleitung von Grundwasser oder aber auch durch Erdsonden/-kollektor grundsätzlich möglich.

4.1.2.1 Erdsonden (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Für die Beantwortung der Frage, ob der Einbau und der Betrieb einer Erdwärmesondenanlage aus energetischer und technischer Sicht sinnvoll und machbar sind, werden Angaben über die mittlere Wärmeleitfähigkeit und den Aufbau des Untergrundes benötigt. Für die Position mit den Koordinaten 354311;5645953 (ETRS89 / UTM 32N) ergibt sich hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten mittels Erdwärmesonden bis 100 m Tiefe folgende erste Einschätzung:

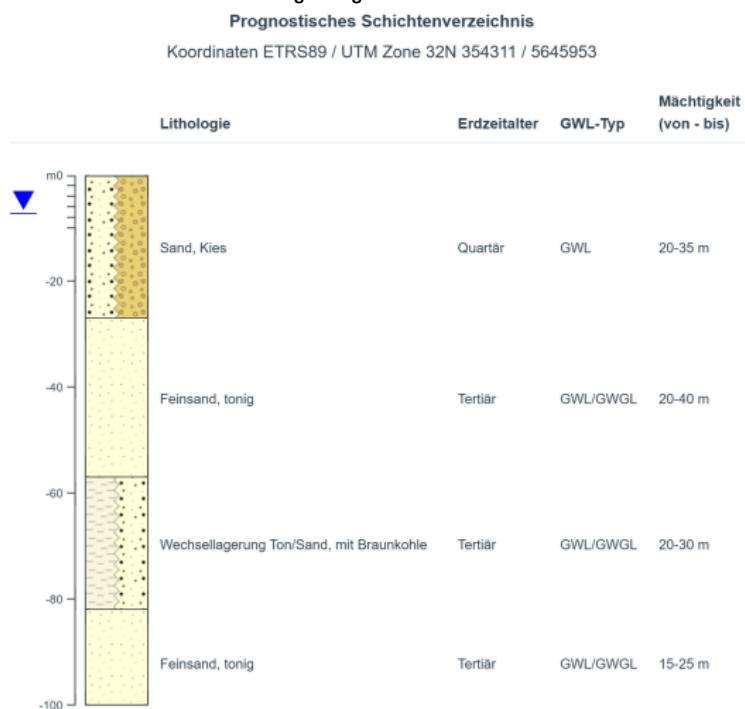


Abbildung 11: prognostisches Schichtenverzeichnis

Sondenlänge	Mittlere Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]
40 m	2,1 (gut)
60 m	2,2 (gut)
80 m	2,2 (gut)
100 m	2,3 (gut)

Abbildung 12: mittlere Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit der jeweiligen Sondenlänge

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Abbildung 13: Geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden bis 100 m - Franz-Geuer-Straße in 50823 Köln

Geothermische Bewertung

Die erforderlichen Längen von Erdwärmesonden hängen u. a. vom Wärmebedarf und von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes ab. Die Bemessung der Erdwärmesonde sollte immer durch eine entsprechende Fachfirma erfolgen. Hierzu benötigt das Fachunternehmen Angaben zum Untergrundaufbau sowie zu der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes.

Die für diesen Standort angegebene mittlere Wärmeleitfähigkeit bezieht sich auf das prognostische Schichtenprofil für den Standort, welches ebenfalls über das Portal (www.geothermie.nrw, 2023) abfragbar ist.

Die für diesen Standort zugewiesenen prognostischen Wärmeleitfähigkeiten wurden über Unterlagen aus dem Archiv des Geologischen Dienstes NRW, aus eigenen Messungen sowie aus Angaben der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1, ermittelt. Örtlich können die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des zu Grunde liegenden Schichtenprofils abweichen und somit Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit ausüben. Weichen die bei der Bohrung aufgenommen geologisch/hydrogeologischen Verhältnisse von den prognostizierten Verhältnissen ab sowie bei Planung größerer Anlagen, empfiehlt sich die Durchführung eines Thermal Response Tests (TRT) zur Ermittlung der konkreten lokalen Wärmeleitfähigkeit am Projektstandort.

Notwendige Genehmigungen

Bei der Planung einer Erdwärmesondenanlage sind wasser- und bergrechtliche Bestimmungen zu beachten. Daher ist in jedem Fall eine wasserrechtliche Erlaubnis der zuständigen Unteren Wasserbehörde notwendig, um den Schutz des Grundwassers mit der Nutzung der Erdwärme in Einklang zu bringen. Die Genehmigungsbehörde für den Einbau und den Betrieb von Sonden am angefragten Standort ist der Kreis / die kreisfreie Stadt Köln. Bohrungen, die tiefer als 100 m in den Boden eindringen sollen, sind der zuständigen Bergbehörde (Bezirksregierung Arnsberg, Abt. 6) zusätzlich vorab anzuzeigen.

Gemäß Geologiedatengesetz (GeolDG) sind dem Geologischen Dienst NRW alle geologischen Untersuchungen, hierzu zählen Bohrungen, spätestens zwei Wochen vor Beginn der Arbeiten anzuzeigen (<https://www.bohranzeige.nrw.de/online/>). Darüber hinaus ist dem Geologischen Dienst NRW 3 Monate nach Abschluss der Arbeiten unaufgefordert Auskunft über die Aufschlussergebnisse zu erteilen.

Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Bewertung

Hydrogeologisch sensible Untergrundverhältnisse können Einfluss auf die Genehmigung eines Projektes haben. So prüft die zuständige Untere Wasserbehörde die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit eines Projektes in diesen Bereichen oder erteilt entsprechende Auflagen, die eine nachteilige Auswirkung auf das Grundwasser durch den Bau und Betrieb einer Anlage verhindern. Zu den hydrogeologisch sensiblen Bereichen gehören neben Wasserschutzgebieten u. a. auch Vorkommen von verkarstungsfähigen oder quelfähigen Gesteinen, dauerhaft oder zeitweise artesisch gespanntes Grundwasser sowie bekannter oder vermuteter CO₂-Aufstieg.

Geothermie in NRW – Standortcheck

Nach den Unterlagen des Geologischen Dienstes NRW liegt das oben genannte Grundstück in keinem geplanten/festgesetzten Wasserschutzgebiet. Der Standort liegt in einem Bereich, in dem das Auftreten oben genannter geologisch/hydrogeologischer Verhältnisse nicht bekannt ist. Über Altlasten(verdachts)flächen gibt das System keine Auskunft. Die Darstellung der Wasser- und Heilquellenschutzgebiete basiert auf Daten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW).

Geologische Bewertung

Neben den geothermischen Kennwerten ist es unabdingbar, im Vorfeld den geologischen Bau zu kennen und das Bohrverfahren hierauf anzupassen. Nach den dem Geologischen Dienst NRW vorliegenden Daten ist an dem oben genannten Grundstück in den oberen 100 m mit Lockergesteinen zu rechnen. Auskunft über den prognostizierten Schichtenaufbau bis 100 m gibt, das zu jeder Standortabfrage erzeugte, „Schichtenprofil“ des „Geothermieportals NRW“ (www.geothermie.nrw.de).

Über „Gefährdungspotenziale des Untergrundes NRW“ gibt das Portal www.gdu.nrw.de Auskunft.

Hinweise

Diese Abfrage ist ein Service des Geologischen Dienstes NRW. Die Angaben beruhen auf Erfahrungswerten. Sie dienen der ersten Orientierung und ersetzen keine Detailuntersuchung vor Ort! In Ausnahmefällen können die örtlichen geothermischen, geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse von den angegebenen Informationen maßstabsbedingt abweichen. Für die Berechnung der Erdwärmesondenlänge empfiehlt es sich, die VDI-Richtlinie 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“ zu Grunde zu legen. Die wasserwirtschaftlichen Anforderungen an die Nutzung oberflächennaher Erdwärme in NRW werden im LANUV-Arbeitsblatt Nr. 39 beschrieben.

Eine solche Anlage kann in 3 Modi betrieben werden:

- 1) Nutzung als freie passive Kühlung in Verbindung mit einem Flächenkühlsystem
- 2) Nutzung zur aktiven Kühlung in Verbindung mit einer reversiblen Wärmepumpe, die als Kältemaschine betrieben wird (Kondensatorwärme wird ans Erdreich abgegeben)
- 3) Nutzung als Wärmesenke im Wärmepumpenbetrieb zum Heizen während des Winters

Bei Anlagen mit Erdwärmesonden sind danach die Abstände zwischen den Sonden möglichst groß zu wählen, um eine gegenseitige Beeinflussung zu minimieren. Werden mehrere Erdwärmesonden errichtet, so sollten diese möglichst senkrecht zur Fließrichtung des Grundwassers angeordnet werden.

Die VDI-Richtlinie gibt folgende Mindestabstände an:

- 0,70 m zu Ver- und Entsorgungsleitungen
- 3 m zum Nachbargrundstück
- 2,00 m zu Gebäuden
- Zwischen den Sonden: mind. 5 m bei Sondenlängen von 40 - 50 m und mind. 6 m bei Sondenlängen von > 50 - 100 m

Hieraus ergibt sich, dass zur Nachbargrenze ein Mindestabstand von 3,00 m eingehalten werden muss, damit der Nachbar auch sein Wärmepotential entsprechend nutzen kann, ohne dass sich die Anlagen allzu sehr gegenseitig beeinträchtigen. Zweckmäßig ist es nach den Ausführungen der VDI-Richtlinie 4640 sogar einen Mindestabstand von 10 m zu Anlagen des Nachbarn einzuhalten. Sofern das Grundstück es zulässt, sollten somit die Anlagen weit von der Grundstücksgrenze entfernt errichtet werden und außerdem einen großen Abstand zueinander haben. Erdwärmesonden sollten zur Gewährleistung der Zugänglichkeit nicht unterhalb von Gebäuden errichtet werden. Die Bohrarbeiten für Erdsondenanlagen dürfen ausschließlich Fachunternehmen ausführen, welche nach DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.) zertifiziert sind.

Um Leckagen frühzeitig erkennen zu können und einen Austrag von Wärmeträgerflüssigkeit zu verringern, sind die Sondenanlagen mit entsprechenden Sicherheitseinrichtungen auszurüsten (z. B. Druckwächter).

Für Anlagen mit einer Heizleistung größer 30 kW ist die Anlagendimensionierung durch Berechnungen (z. B. mittels einer Software) nachzuweisen und die thermodynamische Entwicklung im Untergrund für den gesamten Betriebszeitraum von mindestens 25 Jahren zu berücksichtigen. Zur Bestimmung der tatsächlichen Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes ist in diesen Fällen die Durchführung eines Thermal Response Testes (TRT) erforderlich. Je nach Ergebnis der Anlagendimensionierung kann es erforderlich sein, im Umfeld der Erdsondenanlage langfristig betriebene Grundwassermessstellen zur Überwachung der Grundwassertemperatur zu errichten.

Für die Errichtung und den Betrieb einer Erdsondenanlage ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Diese ist mit entsprechendem Antragsformular bei der Unteren Umweltschutzbehörde zu beantragen.

Die Erteilung einer Wasserrechtlichen Erlaubnis ist gebührenpflichtig gemäß Gebührenordnung Nordrhein-Westfalen.

Eine Versorgung des Gebäudes über Geothermie (Erdsonden) hat folgende Vor- und Nachteile:

- + Nutzung von Umweltenergie zum Heizen und Kühlen
- + Nutzung des Erdreiches als Speicher
- + Anrechenbarkeit für GEG

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

- Anzeige- und Genehmigungspflicht (Bohrtiefenbegrenzungen) bei der unteren Wasserbehörde der Bundesstadt Bonn erforderlich.
- aufwendige Planung/Einbindung in Energieversorgung
- Berücksichtigung der jeweiligen Wasserschutzzonen
- aufwendige Untersuchung/Planung für die Erdwärmenutzung erforderlich (Einsatz eines Hydrogeologen)
- Hohe Investitionskosten
- Aufwendige Regelung

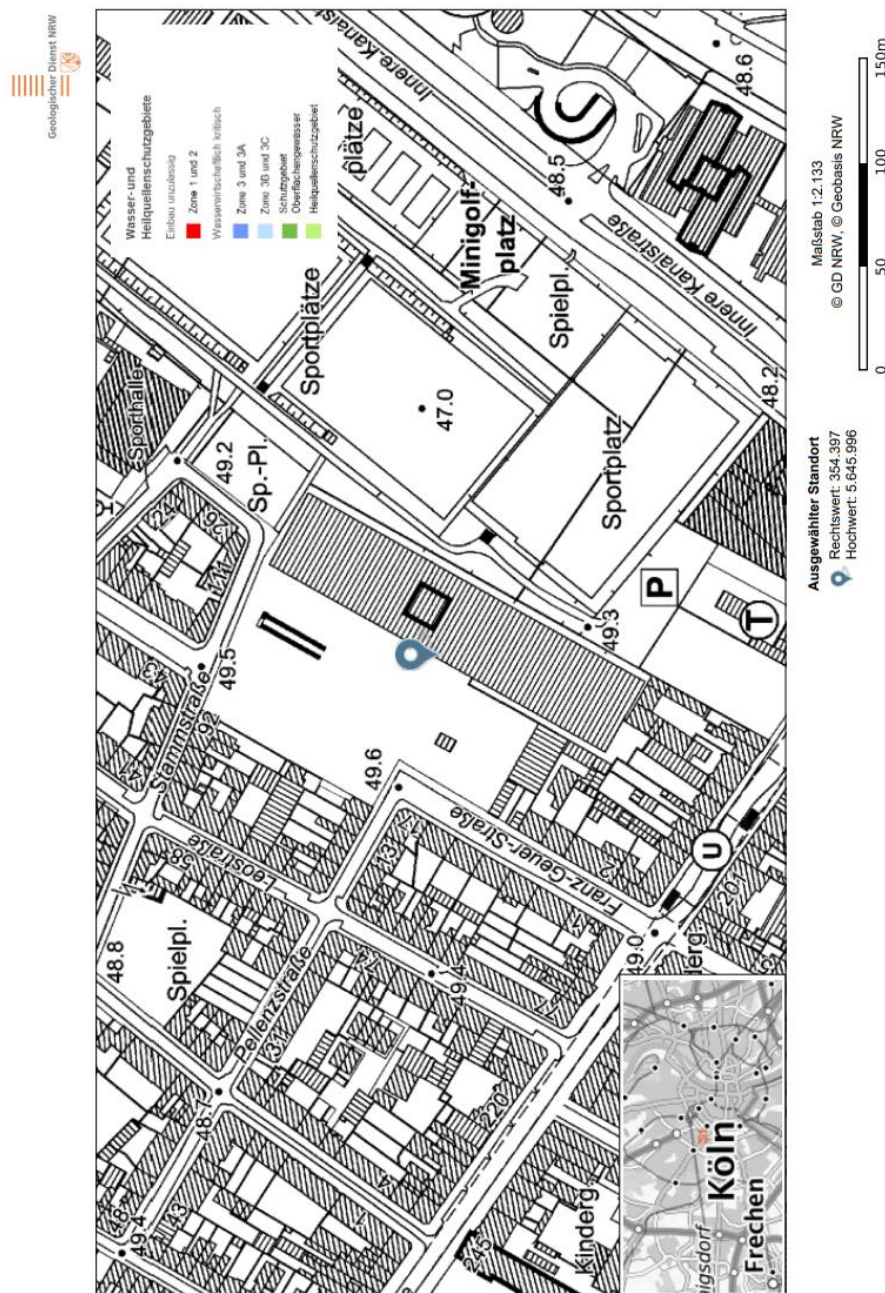


Abbildung 14: Übersichtsplan Wasserschutzbereich Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Das Baufeld liegt in **keinem** Wasserschutzgebiet (siehe Abbildung).

Nach Angaben der Unteren Wasserbehörde besteht im Planungsgebiet eine Bohrtiefenbegrenzung bis zur Quartärbasis, zum Schutz tieferer Grundwasserstockwerke.

Im Planungsgebiet ist die Bohrtiefe derzeit auf die Basis des Quartärs beschränkt. Unter diesen Bedingungen ist die Installation von Erdwärmesonden wirtschaftlich nicht sinnvoll. Nach Auskunft der Unteren Wasserbehörde kann die Bohrtiefenbegrenzung aufgehoben werden, sofern der Einbau einer geothermischen Anlage im Bereich des Quartärs nicht möglich ist. Entsprechende Nachweise müssen hierfür erbracht werden. Explizit wäre nachzuweisen, dass die Errichtung einer geothermischen Brunnenanlage im Plangebiet nicht zu realisieren wäre.

Die Nutzung der Erdsondenanlage wird auf Grund der Tiefenbohrbeschränkung nicht weiterverfolgt.

4.1.2.2 Erdkollektor (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Zur Potentialanalyse einer Geothermie-Anlage am Standort des neuen Gebäudes wurden die geologischen Daten des Standortes abgefragt.

Standortcheck für den Einbau und den Betrieb von Erdwärmekollektoren

Für die Beantwortung der Frage, ob der Einbau und der Betrieb eines Erdwärmekollektors aus energetischer und technischer Sicht sinnvoll und machbar sind, werden Angaben über die geothermische Ergiebigkeit und den Aufbau des Bodens - also der obersten 2 m der Erdschicht - benötigt.

Geothermische Bewertung

Die Bewertung der geothermischen Ergiebigkeit erfolgt nach der VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2, und bezieht sich auf horizontale Erdwärmekollektoren. Die angegebenen Werte gelten für den Wärmeentzug bei 1.800 Betriebsstunden pro Jahr (nur Heizung). In Klammern werden die Werte für 2 400 Betriebsstunden pro Jahr (Heizung und Warmwasserbereitung) angegeben.

Nach der vorhandenen Datenlage und der zugrunde liegenden Auswertung des Informationssystems Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1: 50 000 ist an diesem Standort in der Nutzungstiefe 1,2 – 1,5 m **keine** Bewertung möglich. Andere Wärmetauscher wie Grabenkollektoren, Spiralrohre oder Energiekörbe müssen gesondert betrachtet werden.

Weitere Angaben über den Boden gibt Ihnen der Web-Map-Service zur Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1:50.000 mit der Adresse <https://www.wms.nrw.de/gd/bk050?> den Sie in Ihr eigenes GIS oder online in die Darstellung der Geobasisdaten der Vermessungs- und Katasterverwaltung NRW (www.tim-online.nrw.de) einbinden können.

Einbau von Kollektoren

Beim Verlegen von Erdwärmekollektoren ist mit großer Sorgfalt vorzugehen. Sie werden unterhalb der Frostgrenze in einer Tiefe von mindestens 1,2 m und maximal 1,5 m verlegt. Der Abstand zwischen den Kollektoren ist so zu bemessen (üblicherweise zwischen 0,3 und 0,8 m), dass die sich um die Entzugsrohre bildenden Eistradien nicht zusammenwachsen. Damit Sonne und Regen den Energieentzug ausgleichen können, dürfen horizontale Erdwärmekollektoren nicht überbaut werden. Die umfangreichen Erdarbeiten – Aushub, Zwischenlagerung und Wiederauffüllen des Bodens – sind fachlich korrekt durchzuführen, um die günstigen physikalischen Eigenschaften des Bodens und die weitere Nutzung, zum Beispiel als Garten, zu erhalten.

Genehmigung

Erdwärmekollektoren sind in der Regel nicht genehmigungspflichtig, in Wasserschutzgebieten jedoch anzeigepflichtig. Nach den Unterlagen des Geologischen Dienstes NRW liegt das oben genannte Grundstück in keinem geplanten/festgesetzten Wasserschutzgebiet. In Ausnahmefällen kann ein erlaubnispflichtiger Tatbestand nach § 3 Abs. 2 Nr. 2 Wasserhaushaltsgesetz erfüllt sein, und zwar unabhängig davon, ob beim Einbau Grundwasser angetroffen wird oder nicht. Dies kann nur im Einzelfall anhand der technischen Daten der Anlage und der hydrogeologischen Gegebenheiten beurteilt werden. Die Genehmigungsbehörde ist die Untere Wasserbehörde des Kreises/der kreisfreien Stadt Köln.

Hinweise

Diese Abfrage ist ein Service des Geologischen Dienstes NRW. Diese Angaben können aufgrund der Heterogenität der Böden detaillierte Standortuntersuchungen nicht ersetzen, zumal jahreszeitlich bedingte Schwankungen des Wassergehaltes und der Bodentemperatur oder standortspezifische Besonderheiten in dieser Auswertung nicht berücksichtigt werden können. Für konkrete Objektplanungen ist der Standortcheck durch Auswertung der großmaßstäbigen Bodenkartierung des Geologischen Dienstes NRW bzw. mit ergänzenden Untersuchungen vor Ort zu präzisieren.

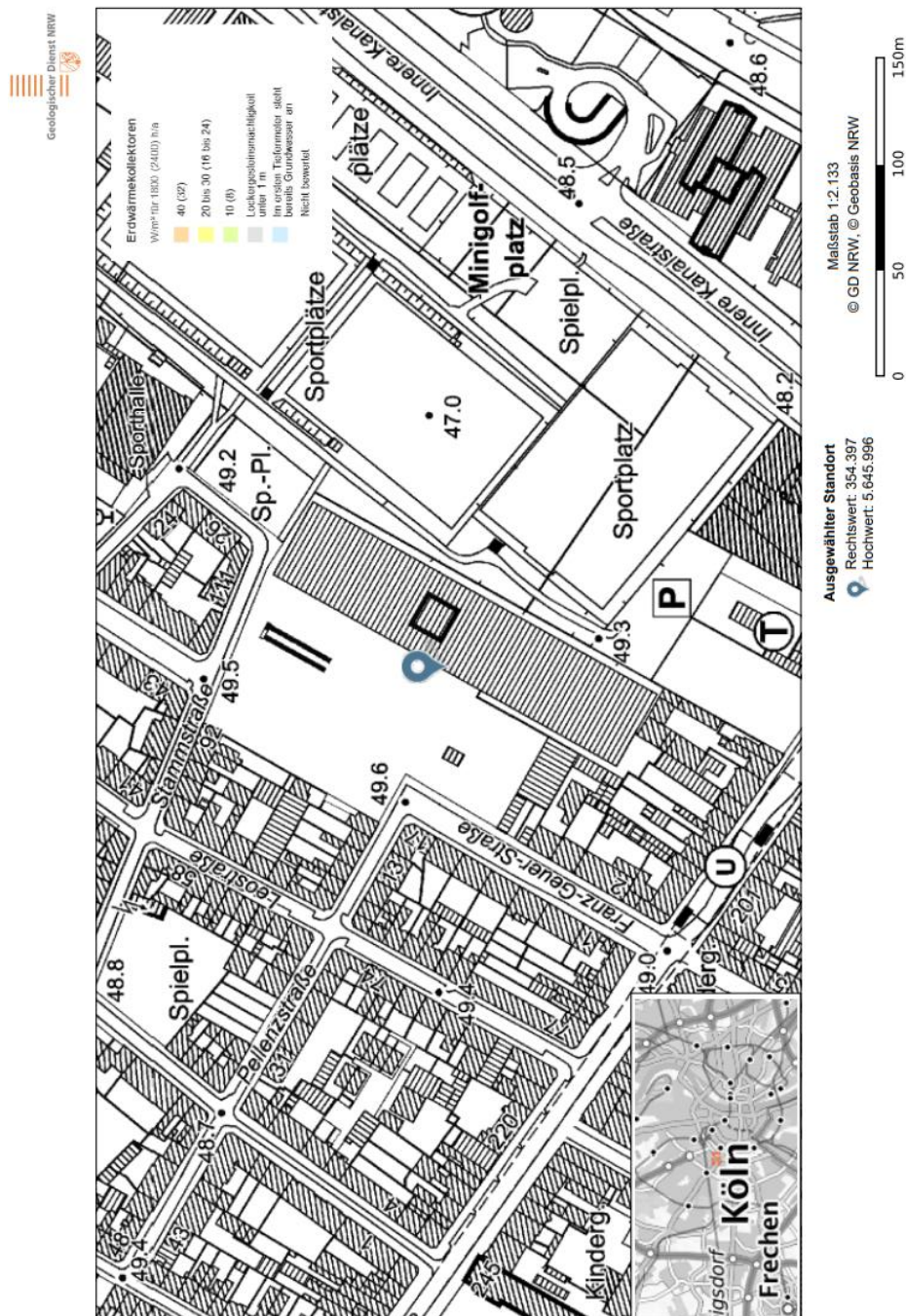


Abbildung 15: Standortcheck - Erdwärmekollektoren Franz-Geuer-Straße in 50823 Köln

Die Nutzung der Erdkollektoranlage ist auf Grund der geringen spezifischen Leistung und der starken Verdichtung der Baufelder nicht sinnvoll.

4.1.2.3 Brunnenwassernutzung

Weil das Grundwasser im Jahresverlauf keinen großen Temperaturschwankungen ($\sim + 12\text{ °C}$) unterliegt, ist seine Nutzung besonders wirtschaftlich.

Das Grundwasser wird aus einem Förderbrunnen entnommen und zu einer Wärmepumpe geleitet. Diese entzieht dem Wasser Wärme. Über einen „Schluckbrunnen“ fließt das Wasser anschließend wieder in den Untergrund zurück.

Aufgrund des direkten Eingriffs in den Grundwasserkörper bestehen hohe Anforderungen an eine Wasser-Wasser-Anlage. Aus diesem Grund sollte bei der Planung einer Wasser-Wasser-Anlage im Vorfeld Kontakt mit der Unteren Umweltschutzbehörde aufgenommen werden. Die Planung der Brunnenanlage erfolgt durch einen Hydrogeologen M&P Ingenieurgesellschaft mbH.

Für die thermische Nutzung des Grundwassers in Köln sind die hydrogeologischen Verhältnisse am Standort von großer Bedeutung. Entscheidend sind unter anderem der Grundwasserleitertyp (Poren-, Kluft-, Karst-Grundwasserleiter), die Durchlässigkeit der Gesteine, die hydraulische Situation (Grundwasserflurabstand, Grundwasserfließrichtung) sowie die Grundwassermächtigkeit. Die Beurteilung erfolgt über einen Hydrogeologen M&P Ingenieurgesellschaft mbH.

Genauere Grundwassertemperaturen müssten bei den jeweiligen Behörden und der Unterwasserbehörde angefragt werden.

Bei jeder Grundwasserprobenahme werden stets Vor-Ort-Parameter, wie beispielsweise Temperatur, Sauerstoffgehalt sowie Farbe, Trübung und Geruch bestimmt.

Im Bereich von großflächigen Grundwasserverunreinigungen kann im Einzelfall vor Einleitung des geförderten Grundwassers eine Aufbereitung erforderlich werden.

Während des Betriebs der Anlage ist eine regelmäßige Kontrolle der Grundwasserbeschaffenheit erforderlich. Für Probenahmen und die Messung der Grundwasserstände sind Peilöffnungen an jedem Brunnen erforderlich. Zur Feststellung der entnommenen Wassermenge bzw. der Betriebsdauer der Entnahmepumpe, sowie der Entnahme- und Wiedereinleitungstemperaturen sind geeignete Messgeräte zu installieren.

Eine Einleittemperatur des Wassers von ca. $\leq 15\text{ °C}$ ist einzuhalten.

Anzeige- und Genehmigungspflicht bei der Unteren Immissionsschutz-, Wasser- und Abfallwirtschaftsbehörde der Stadt Köln (innerhalb der Wasserschutzzonen III, III A und III B ist eine Einzelfallprüfung erforderlich).

Die Untergrundbeschaffenheit am Standort Franz-Geuer-Straße 10 in Köln-Ehrenfeld ist nach einer ersten vorläufigen Einschätzung für die Errichtung einer geothermischen Brunnenanlage gut geeignet (s. Vorbewertung Geothermie Stand 28.02.2023 - M&P Ingenieurgesellschaft mbH).

Gemäß den Vorrecherchen befindet sich im Planungsgebiet ein 20 m mächtiger Grundwasserleiter mit sehr guten Eigenschaften für die direkte Nutzung durch eine geothermische Brunnenanlage. Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Heizleistung bietet das Planungsgebiet ausreichend Platz für die Errichtung von zwei Brunnengalerien, ohne dass eine hydraulische Beeinträchtigung der Anlagen zu erwarten ist.

Für den weiteren Planungsprozess wird die Durchführung einer simulationsgestützten Vordimensionierung im Rahmen der fortgeführten Machbarkeitsprüfung durch den Hydrogeologen M&P Ingenieurgesellschaft mbH empfohlen.

Die Vordimensionierung ist erfolgt, aktuell wird ein Versuchsbrunnen erstellt.

Genauere Grundwassertemperaturen müssten bei den jeweiligen Behörden und der Unterwasserbehörde angefragt werden.

Hinweis:

Das LANUV-Arbeitsblatt 39 ist zu beachten.

Bei jeder Grundwasserprobenahme werden stets Vor-Ort-Parameter, wie beispielsweise Temperatur, Sauerstoffgehalt sowie Farbe, Trübung und Geruch bestimmt.

Im Bereich von großflächigen Grundwasserverunreinigungen kann im Einzelfall vor Einleitung des geförderten Grundwassers eine Aufbereitung erforderlich werden.

Förder- und Schluckbrunnen sollten zur Gewährleistung der Zugänglichkeit nicht unterhalb von Gebäuden errichtet werden. Um eine gegenseitige Beeinflussung zwischen Förder- und Schluckbrunnen auszuschließen ist ein Mindestabstand von ca. 70 m einzuhalten.

Förder- und Schluckbrunnen sollten zur Gewährleistung der Zugänglichkeit nicht unterhalb von Gebäuden errichtet werden.

Während des Betriebs der Anlage ist eine regelmäßige Kontrolle der Grundwasserbeschaffenheit erforderlich. Für Probenahmen und die Messung der Grundwasserstände sind Peilöffnungen an jedem Brunnen erforderlich. Zur Feststellung der entnommenen Wassermenge bzw. der Betriebsdauer der Entnahmepumpe, sowie der Entnahme- und Wiedereinleitungstemperaturen sind geeignete Messgeräte zu installieren.

Eine Versorgung des Gebäudes über Grundwassernutzung hat folgende Vor- und Nachteile:

- + Nutzung von Umweltenergie zum Heizen und Kühlen
- + Nutzung des Erdreiches als Speicher
- + Anrechenbarkeit für GEG
- Anzeige- und Genehmigungspflicht bei der unteren Wasserbehörde der Stadt Köln
- aufwendige Planung/Einbindung in Energieversorgung
- Berücksichtigung der jeweiligen Wasserschutzzonen
- Wasserrechte Dritter
- Ggf. Kontaminationen und Mikrobiologie des Grundwassers (Grundwasseruntersuchung)
- Klärung der Altlastensituation (Bodengutachten)
- aufwendige Untersuchung/Planung für die Grundwassernutzung erforderlich (Einsatz eines Hydrogeologen)
- hohe Investitionskosten
- aufwendige Regelung

Eine Brunnenwassernutzung ist für dieses Projekt umsetzbar.

4.1.2.4 Hochleistungsenergiepfähle (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Hochleistungs-Energiepfähle nutzen ebenfalls die konstanten Temperaturverhältnisse im Erdreich, jedoch zusätzlich in Kombination mit den Vorteilen eines Schichtenspeichers.

Der Hochleistungs-Energiepfahl ist ein zylindrischer Behälter aus Stahl mit spezieller Korrosionsbeschichtung. In den Dimensionen bis 28 m Länge und Durchmessern bis 1,6 m gefertigt, wird er in eine vorab durchgeführte Bohrung in den Untergrund eingebracht und der Ringraum zum Gebirge mit Verpressmaterial verfüllt. Der vor Ort mit Wasser gefüllte Innenraum des Pfahls ist mit einem auf die jeweilige Anwendung optimierten Wärmeübertragungssystem versehen. Aufgrund seiner Bauweise ist das System zweifach zum Erdreich geschlossen. Der Zugang zum Pfahlinnenraum und zum Wärmeübertrager erfolgt über eine Revisionsöffnung. Der Hochleistungs-Energiepfahl ist über standardisierte Sensorik-Schnittstellen in bestehende Steuerungssysteme integrierbar.

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

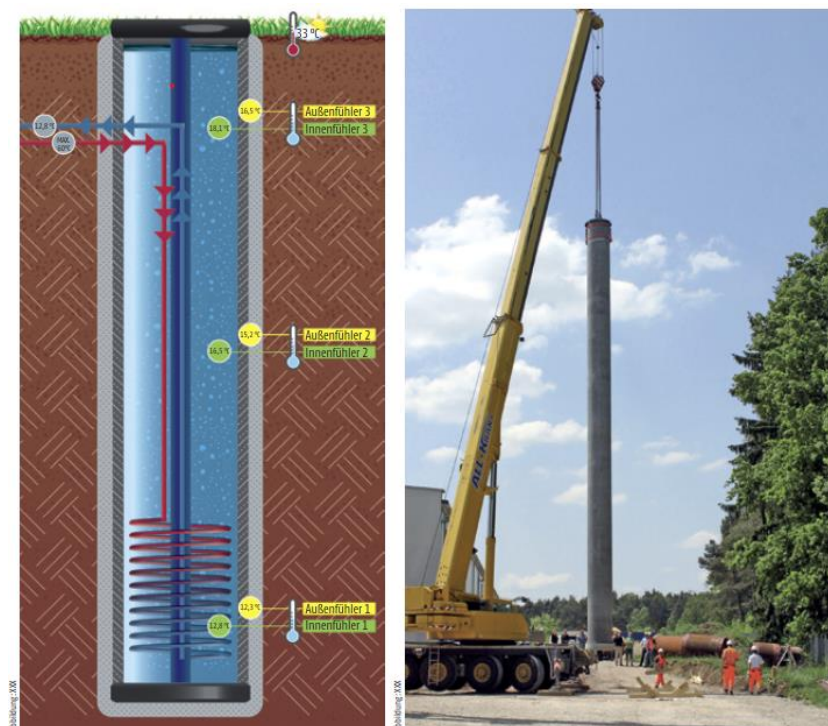


Abbildung 16: Hochleistungsenergiepfahl /TERRACOOL/

Leistungs-/Ertragsdaten

Kühlleistung Hochleistungs-Energiepfahl:

JAZ von 1:55 BIS 1:300 je nach Anlagenschema und Nutzerverhalten möglich

Durchmesser x Länge (m)	Betriebsstunden je Pfahl im Jahr	Leistung je Pfahl nach Bodenverhältnisse* [kW]			Ertrag je Pfahl pro Jahr [kWh]		
		schlecht [1]	gut [2]	sehr gut [3]	schlecht [1]	gut [2]	sehr gut [3]
1,10 m x 20 m	2400h	4,6	23	46	11.040	55.200	110.400
1,10 m x 20 m	4380h	2,4	12	25	10.512	52.560	109.500
1,10 m x 20 m	6570h	1,6	8	17	10.512	52.560	111.690
1,10 m x 20 m	8760h	1,2	6	12	10.512	52.560	105.120
1,10 m x 28 m	2400h	6,4	32	64	15.360	76.800	153.600
1,10 m x 28 m	4380h	3,4	17	35	14.892	74.460	153.300
1,10 m x 28 m	6570h	2,2	11	24	14.454	72.270	157.680
1,10 m x 28 m	8760h	1,7	8,5	17	14.892	74.460	148.920
1,60 m x 20 m	2400h	10,8	54	102	25.920	129.600	244.800
1,60 m x 20 m	4380h	6,2	31	59	27.156	135.780	258.420
1,60 m x 20 m	6570h	4,6	23	43	30.222	151.110	282.510
1,60 m x 20 m	8760h	3,2	16	29	28.032	140.160	254.040
1,60 m x 28 m	2400h	15,1	76	143	36.240	182.400	343.200
1,60 m x 28 m	4380h	8,7	43	83	38.106	188.340	363.540
1,60 m x 28 m	6570h	6,4	32	60	42.048	210.240	394.200
1,60 m x 28 m	8760h	4,5	22	40	39.420	192.720	350.400

[1]schlecht: Ton, trocken- [2]gut: Festgestein mit Überlagerung, wasserführend- [3]sehr gut: Sand und Kies, wasserführend

*Einteilung der Bodenverhältnisse in 3 Klassen gem. aB Gutachten Nr. 94612837 vom 08.11.2013 der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH

TERRACOOL

Erdwärme PLUS
Wir bringen Geothermie ins Haus

Abbildung 17: Leistungsdaten Hochleistungsenergiepfahl /TERRACOOL/

Die Standortauskunft dient einer ersten Orientierung über die Bedingungen am Standort. Sie ersetzt keine Detailuntersuchung und fundierte Planung durch einen Hydrogeologen.

Folgende Vor- und Nachteile hat der Hochleistungs-Energiepfähle:

- + Nutzung von Umweltenergie zum Heizen und Kühlen
- + geringe Betriebskosten
- + Anrechenbarkeit für GEG
- + Vielfache Kombinationsmöglichkeit mit unterschiedlichen Wärmepumpensystemen
- Tiefenbeschränkungen bei den Erdbohrungen
- sehr hohe Investitionskosten
- Anzeige- und Genehmigungspflicht bei der unteren Wasserbehörde der Stadt Köln
- aufwendige Planung/ Einbindung in Energieversorgung
- Berücksichtigung der jeweiligen Wasserschutzzonen
- + geringerer Platzbedarf im Vergleich zu Erdwärmesonden o. Erdwärmekollektoren.

Die Nutzung der Hochleistungs-Energiepfähle wird für dieses Projekt nicht weiterverfolgt.

4.1.3 Luft-Wärmepumpe

Alternativ zur Geothermie, kann die Umgebungsluft zum Betrieb einer Wärmepumpe genutzt werden. Je nach Betriebsart kann mit einer luftgekühlten Wärmepumpe Wärme oder Kälte erzeugt werden.

Eine Versorgung des Gebäudes über luftgekühlte Wärmepumpe hat folgende Vor- und Nachteile:

- + Nutzung von Umweltenergie zum Heizen und Kühlen
- + Anrechenbarkeit für GEG
- + geringere Anschaffungskosten gegenüber der Geothermie
- aufwendige Regelung
- Platzbedarf zur Aufstellung des Trockenkühlers bzw. der Wärmepumpe
- geringerer Wirkungsgrad der Wärmepumpe, da Lufttemperatur stark schwankend
- kein Speichermedium, wie z.B. das Erdreich, für anfallende Wärme bzw. Kälte
- nur bivalenter Betrieb wirtschaftlich
- Energieeffizienz in Abhängigkeit von der Außentemperatur
- Schallemissionen

Der Einsatz von Luft-Wärmepumpen ist für dieses Projekt umsetzbar.

4.1.4 Eisspeicher (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Thermische Energie aus der Umwelt ist auch dann technisch nutzbar, wenn die Temperatur der Quelle sehr niedrig ist. So kann eine Erdwärmepumpe zum Beispiel mit Bodentemperaturen von fünf bis zehn Grad Celsius besonders

effizient arbeiten. Möglich ist das durch einen immer wieder ablaufenden Prozess, der das Temperaturniveau der Umweltwärme anhebt. Auch die Eisspeicher-Funktion basiert im Kern auf dieser Technik.

Dazu besteht sie neben einer im Boden eingelassenen Zisterne (der eigentlichen Eisspeicher) auch aus einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Die Wärmepumpe entzieht dem Eisspeicher thermische Energie. Im Betrieb schickt die Wärmepumpe ein Gemisch aus Wasser und Glykol durch Leitungen im unterirdischen Speicher. Das Wärmeträgermedium hat dabei eine geringere Temperatur als das Wasser in der Zisterne, wodurch es dieser Wärme entziehen kann. Erreicht die Flüssigkeit die Wärmepumpe, überträgt sie die aufgenommene thermische Energie an ein Kältemittel. Dieses verdampft und strömt im nächsten Schritt durch einen Verdichter. Das mit Strom oder Gas betriebene Bauteil erhöht mit dem Druck auch die Temperatur und leitet den Kältemitteldampf zu einem Wärmeübertrager weiter. Hier speist es Wärme in das Heizsystem, erkaltet und verflüssigt anschließend wieder vollständig. Latente Wärme ist Grundlage der Eisspeicher-Funktion.

Mit jedem Durchlauf des Prozesses sinkt die Temperatur im Speicher weiter und das Wasser beginnt, allmählich zu vereisen. Das ist jedoch nicht problematisch, sondern sogar gewünscht. Denn die Eisspeicher-Funktion setzt auf sogenannte latente Wärme: Energie, die das Wasser bei dem Phasenübergang vom flüssigen zum festen Aggregatzustand freisetzt. Diese ist in etwa so hoch, als würde man Wasser von 80 auf null Grad Celsius abkühlen und sorgt für vergleichsweise kleine Speichervolumen. Ist das gesamte Wasser im Speicher vereist, fällt die Leistung der Wärmepumpe ab.

Um die Eisspeicher-Funktion effizient am Laufen zu halten, muss der Behälter also immer wieder regeneriert bzw. getaut werden. Möglich ist das mit kostenfreier Umweltenergie, die neben dem umliegenden Erdreich auch aus Solar-Luft-Absorbern kommen kann. Auch der Einsatz von Abwärme aus Lüftungsanlagen oder Produktionsprozessen ist hier denkbar.



Abbildung 18: Eisspeicher

Hinweis:

Die Abmessungen des Eisspeichers werden nach der jeweiligen Leistung individuell berechnet.

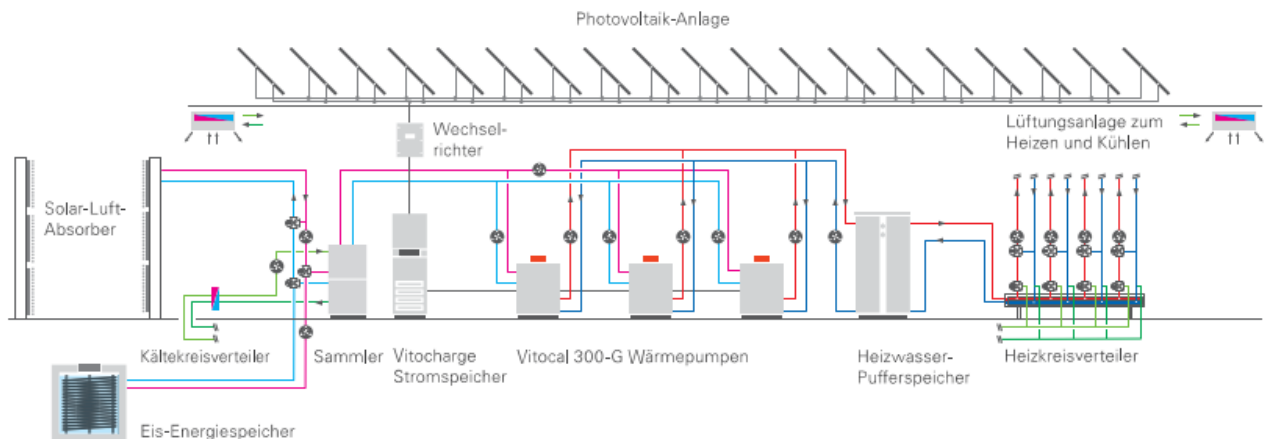


Abbildung 19: Prinzipschema Sole-Wärmepumpe mit Eispeicher, Luftabsorber und PV-Anlage

Folgende Vor- und Nachteile hat der Eispeicher:

- + Nutzung von Umweltenergie zum Heizen und Kühlen
- + geringe Betriebskosten
- + Anrechenbarkeit für GEG
- + kann im Sommer zur Kühlung herangezogen werden
- + Nutzung der Kälte auch als freie Kühlung, ohne Wärmepumpe, möglich
- + Vielfache Kombinationsmöglichkeit mit unterschiedlichen Wärmepumpensystemen
- sehr hohe Investitionskosten
- hoher Platzbedarf und technischer Aufwand für den Eispeicher (Bodenbauwerk)
- bivalenter Betrieb nur wirtschaftlich

Die Nutzung eines Eispeichers wird für dieses Projekt nicht weiterverfolgt.

4.1.5 Gaskessel (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Einer Versorgung mit Gas ist über die Rheinenergie AG möglich. Generell ist es aber möglich den Gasversorger frei zu wählen.

Eine Versorgung der Gebäude über Gaskesselanlagen ist hinsichtlich der Anforderungen nach GEG 2023 nicht mehr möglich bzw. an Erfüllungsoptionen gekoppelt. Mit der Novellierung des Gebäudeenergiegesetz wird die Dekarbonisierung des Wärmebereichs eingeleitet und schrittweise umgesetzt. Ab 2024 muss beim Einbau neuer Heizungen konsequent auf Erneuerbare Energie gesetzt werden. Das heißt konkret, dass ab dem 01.01.2024 möglichst jede neu eingebaute Heizung zu 65 Prozent mit Erneuerbaren Energien betrieben werden muss.

Eine Versorgung des Gebäudes über Gaskessel hat folgende Vor- und Nachteile:

- hohe Energiekosten
- + freie Wahl des Versorgers
- + Nutzung (virtueller) regenerativer Energien über Biogas möglich

- für den Nachweis GEG 2023 nur in Kombination mit anderen Maßnahmen umsetzbar (z. B. Gaskessel in Kombination mit Wärmepumpe, Einsatz von Solarthermie als weitere Erfüllungsoption, sowie Heizungen mit mind. 65 %Wasserstoff etc.)

- fossiler Brennstoff

Die Nutzung von Gaskesselanlagen wird für das Projekt nicht weiterverfolgt.

4.1.6 Biomassekessel (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Holzpellets bestehen aus getrockneten Holzresten, meist aus der Holzverarbeitenden Industrie. Holzpellets haben eine sehr gute CO₂-Bilanz. Sie werden mit einem CO₂-Äquivalent von 41 g/kWh_{End} angesetzt, wogegen für Heizöl 302 g/kWh_{End} und für Erdgas 244 g/kWh_{End} angesetzt werden. Holzpelletfeuerungen bieten somit von den regenerativen Energien nahezu die höchsten CO₂ - Einsparpotentiale.

Die Holzpellets werden mit Silo-Tankwagen zum Verbraucher transportiert. Die Größe der Silowagen liegt bei ca. 25 Tonnen Pellets. Für die Anlieferung ist die Infrastruktur zu beachten. Der Lagerraum muss mit einem LKW erreichbar sein. Die Größe des Lagerraums hängt vom Verbrauch der Anlage ab.

Als Beispiel: Für eine 470 kW große Pelletkessel Anlage ergibt sich z.B. ein Bruttolagervolumen von ca. 35 m³.

Als Lagerraum können vor allem Räume in der Nähe der Heizzentrale dienen. Von dort aus werden die Pellets über Förderschnecken zum Kessel gefördert oder über Saugrohre zur Feuerstelle transportiert. Denkbar sind auch die Nutzungen eines Erd-Pellettank oder die Lagerung in einem Container als Außenaufstellung.

Moderne Kessel verfügen über eine automatische Entaschung, wodurch sich die Intervalle für die Ascheausbringung verringern. In der Regel ist die Wartung der Anlage einmal jährlich durchzuführen.

+ Nutzung erneuerbarer Energien durch den nachwachsenden Rohstoff Holz

+ hohes CO₂-Minderungspotential von mehr als 80 %

+ geringere Preissteigerung und geringere verbrauchsgebundene Kosten als bei Gas

+ kein Gasanschluss erforderlich

- flächenintensiver Lagerraum für Pellets oder Hackschnitzel notwendig (sehr aufwendige technische Planung)

- Logistik für die Anlieferung des Brennmaterials aufwendig

- höhere Investitionen als bei Gaskessel

- höherer Aufwand für Wartung und Instandsetzung

Die Nutzung von Biomassekesselanlagen wird für das Projekt nicht weiterverfolgt.

4.1.7 Abwasser als Wärmequelle (die Nutzung wird nicht weiterverfolgt)

Die Wärme des Abwassers wird durch einen Wärmetauscher im Abwasserkanal nutzbar gemacht.

Eine Wärmepumpe erzeugt durch den Temperaturunterschied Wärme für die Beheizung des Gebäudes.

Es ist individuell zu prüfen, wie weit die Gebäude vom jeweiligen Abwasserkanal entfernt sind (Rohrleitungen zwischen Wärmetauscher und Wärmepumpe erforderlich). Die Leitungswege sind hinsichtlich der Querung öffentlicher bzw. privater Grundstücke zu prüfen (ggf. Grunddienstbarkeiten erforderlich).

Die Nutzung von Abwasserwärmetauschern wird für dieses Projekt nicht weiterverfolgt.

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

4.2 Elektrische Anlagen

4.2.1 Öffentliche Stromversorgung

Für die Versorgung des „**Quartier Franz-Geuer-Straße**“ an der Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln mit elektrischer Energie ist auf Grund des Energiebedarfs eine mittelspannungsseitige Versorgung aus dem 10 kV-Netz des Netzbetreibers

RheinEnergie AG
Parkgürtel 24, 50823 Köln

bzw. der Rheinischen NETZGesellschaft mbH

erforderlich.



Abbildung 20: Stadtteilübersicht mit Verortung mit Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln

Gemäß der vorliegenden Leitungsauskunft ist die 10 kV-Versorgung aus der Franz-Geuer-Straße möglich.

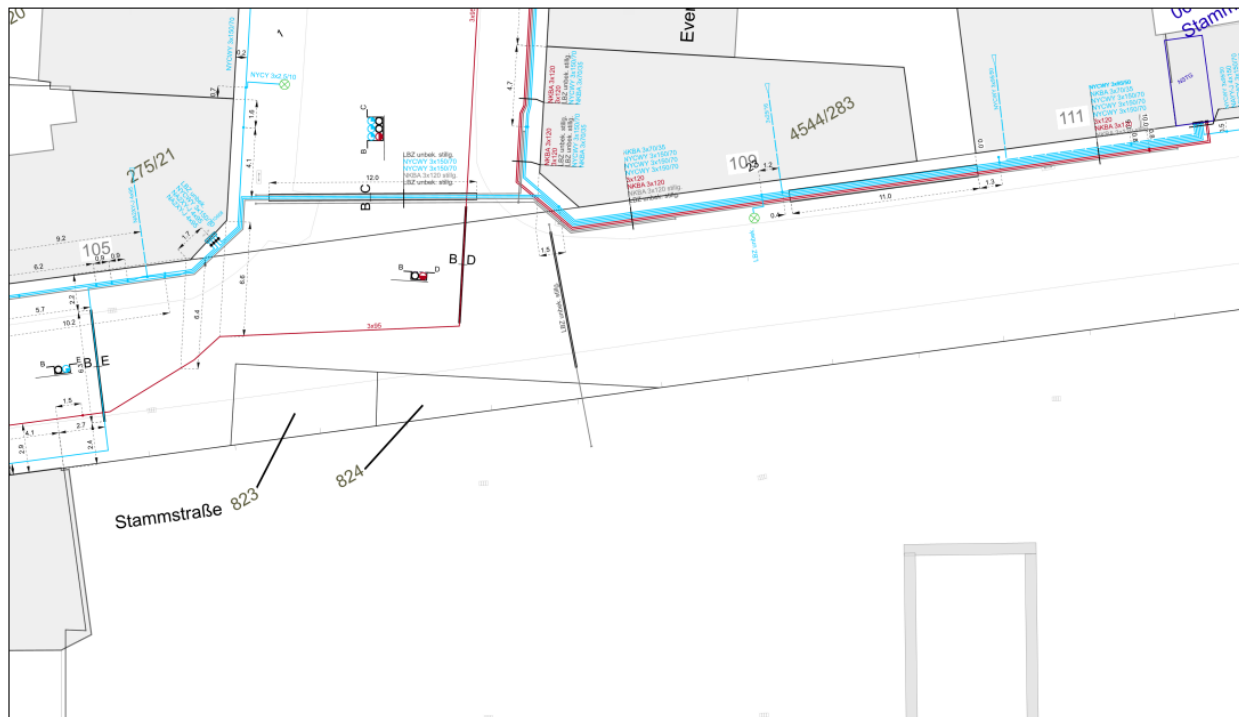


Abbildung 21: Leistungsauskunft Elektroversorgung aus dem Bereich Stammstraße

Laut Auskunft des Netzbetreibers ist eine Mittelspannungsversorgung unmittelbar im Bereich der Stammstraße möglich. Auf Grund des zukünftig zu erwartenden elektrischen Energiebedarfs für:

- ca. 500 Wohneinheiten
- mit Wärmepumpentechnologie
- mit Photovoltaiktechnologie
- mit E-Mobilitätsanforderung gem. GEIG 2021¹

wird die Versorgung aus dem 10 kV-Netz sowie aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich.

Auf Grund des Leistungsbedarf für das Baufeld wird eine Transformatorstation erforderlich. Eine Möglichkeit der Versorgung aus dem Niederspannungsnetz ist auf Grund des zu erwartenden Leistungsbedarf unwahrscheinlich. Der genaue Aufbau der Energieversorgung und der Leitungstrassen ist im Zuge der Planung mit dem Energieversorger abzustimmen, bzw. befindet sich dieser aktuell in Abstimmung.

Bzgl. der Versorgungssicherheit und der Zuständigkeit der Energieversorgung durch den Netzbetreiber, ist die Errichtung einer sogenannten Ortsnetzstation mit anschließenden Niederspannungsmessungen anzuraten. Sollte die Errichtung von Ortsnetzstationen durch den Versorger abgelehnt werden, sind kundeneigene Trafostationen zu errichten.

Der Verlauf von „ungezählten Leitungen“ durch private Bereiche ist durch den Netzbetreiber zu genehmigen. Eine Versorgung aus dem Mittelspannungsnetz (vorzugsweise Ortsnetzstation) wird u.a. auch für die vorzuhaltende Ladeinfrastruktur erforderlich.

¹ GEIG 2021 - Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz

Anmerkung: Gemäß GEIG 2021 / Stand: 25.03.2021 gilt aktuell für **Neubau - Wohngebäude** [WG] folgendes:

- Wohngebäude **ab 6 Stellplätze**
 - (Stellplätze können sich entweder innerhalb des Gebäudes oder daran angrenzend befinden)
- **GEIG § 6: Jeden Stellplatz** mit Leitungsinfrastruktur² (Li.) ausstatten
 - einschl. der Vorhaltung für den späteren Ausbau innerhalb der Technikzentrale sowie der Energieversorgung

4.2.2 Erneuerbare Energie - Photovoltaikanlagen

4.2.2.1 Photovoltaik „Gesamtübersicht“

Auf Grund der örtlichen Lage der Bebauung bieten sich mehrere Flachdächer für die Montage von Photovoltaikanlagen an.



Abbildung 22: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT A

² **Leitungsinfrastruktur** = ... die Gesamtheit aller Leitungsführungen zur Aufnahme von elektro- und datentechnischen Leitungen in Gebäuden oder im räumlichen Zusammenhang von Gebäuden vom Stellplatz über den Zählpunkt eines Anschlussnutzers bis zu den Schutzelementen,

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Abbildung 23: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT B

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Abbildung 24: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT C

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026



Abbildung 25: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT D

4.2.2.2 Prinzipielles Photovoltaik-Versorgungskonzept

Die PV-Erträge auf den Gebäuden werden jeweils getrennt über Wechselrichter in die gemeinsame Niederspannungshauptverteilung im Untergeschoss eingespeist. Somit steht die gesamte PV-Energie dem zur vorrangigen Eigennutzung zur Verfügung. In der weiteren Planung sind die Varianten der optimalen Nutzung weiter zu untersuchen. So kann z.B. vorrangig die Technik (Wärmeversorgung, Lüftung) versorgt werden, da die Aufteilung der Module auf den Gebäuden ungleich ist, bzw. einige Gebäude ohne PV ausgeführt werden.

4.2.2.3 Kombination aus Photovoltaik und Wärmepumpe zur Erhöhung des Eigennutzungsanteils

Aus wirtschaftlichen Gründen soll der durch die Photovoltaikanlage erzeugte regenerative Strom eigengenutzt werden. Damit der prozentuale Anteil der Eigennutzung und damit der regenerativen Energien erhöht werden kann, wird die **Wärmepumpe mit Inverter-Technik**, die den Strom in nutzbare Wärme für Warmwasser und/oder Heizung umwandelt, in Kombination aus Photovoltaik-Anlage und Wärmepumpe genutzt/empfohlen.

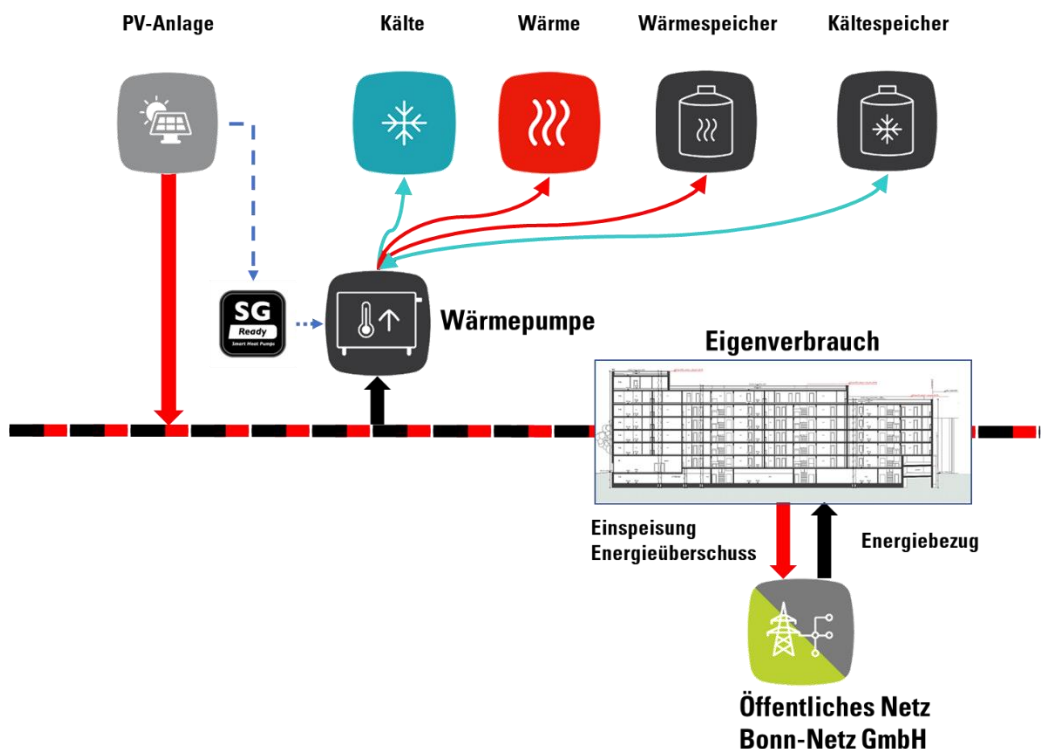


Abbildung 26: Zusammenwirken zwischen Photovoltaikanlage und Wärmepumpe

Leistungsverläufe im Vergleich: Wärmepumpe mit und ohne Invertertechnik (Angaben in kW)

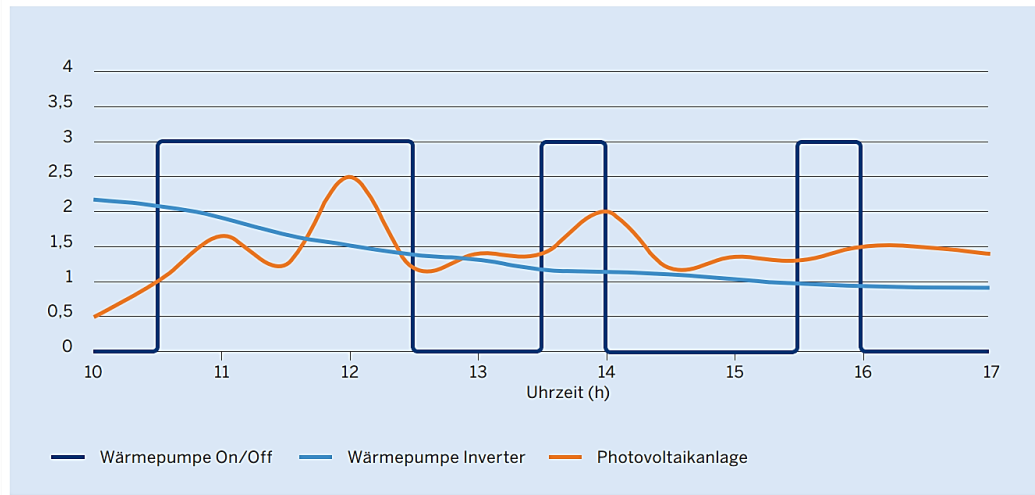


Abbildung 27: Vorteil des energetischen Verhaltens der Wärmepumpe mit Inverter-Technik

Auf Grund der gewählten Nord-West-Süd-Ost-Ausrichtung der PV-Module kann der PV-erzeugte Strom effektiver über den Tag genutzt werden. Hierbei ist die Spitzenleistung der Anlage gegenüber einer reinen Süd-Ausrichtung etwas geringer, über den Tagesverlauf wird aber eine konstantere Leistung mit annähernd gleicher Tagesleistung erzielt. Um die maximale Belegung mit Modulen zu erreichen, wurde aus Platzgründen auf eine optimale Ausrichtung verzichtet.

Zur optimalen Anbindung wird die Kommunikationsschnittstelle, d.h. sogenannter **Smart-Grid-Ready**-Eingang zwischen der PV-Anlage und der Wärmepumpe ein Energie-Management-System genutzt, damit die Wärmepumpe auf den Überschuss an PV-Strom vorrangig reagieren kann.

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

4.2.3 Photovoltaikanlage Übersicht Leistungswerte Bauteile

Nachstehend sind die nach aktueller Konzeption simulierten Leistungswerte aufgeführt

BT A

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	110,81 kWp
Spez. Jahresertrag	867,37 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	86,34 %
Ertragsminderung durch Abschattung	3,5 %
Netzeinspeisung	96.775 kWh/Jahr
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	96.775 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	668 kWh/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	45.171 kg/Jahr

Abbildung 28: BT A Ertragsprognose

BT B

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	48,97 kWp
Spez. Jahresertrag	904,63 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	90,23 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,6 %
Netzeinspeisung	44.447 kWh/Jahr
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	44.447 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	148 kWh/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	20.821 kg/Jahr

Abbildung 29: BT B Ertragsprognose

BT C

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	78,85 kWp
Spez. Jahresertrag	899,23 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89,83 %
Ertragsminderung durch Abschattung	1,4 %
Netzeinspeisung	71.038 kWh/Jahr
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	71.038 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	134 kWh/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	33.325 kg/Jahr

Abbildung 30: BT C Ertragsprognose

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

BT D

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	62,25 kWp
Spez. Jahresertrag	921,92 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89,63 %
Ertragsminderung durch Abschattung	1,1 %
Netzeinspeisung	57.570 kWh/Jahr
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	57.570 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	182 kWh/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	26.973 kg/Jahr

Abbildung 31: BT D Ertragsprognose

Zur optimalen Ausnutzung der PV-Energie über den gesamten Tag hinweg, werden die PV-Module auf Grund der Lageparameter der Gebäude nach **Süd-Ost und Nord-West** (Duo-Anordnung) ausgerichtet.

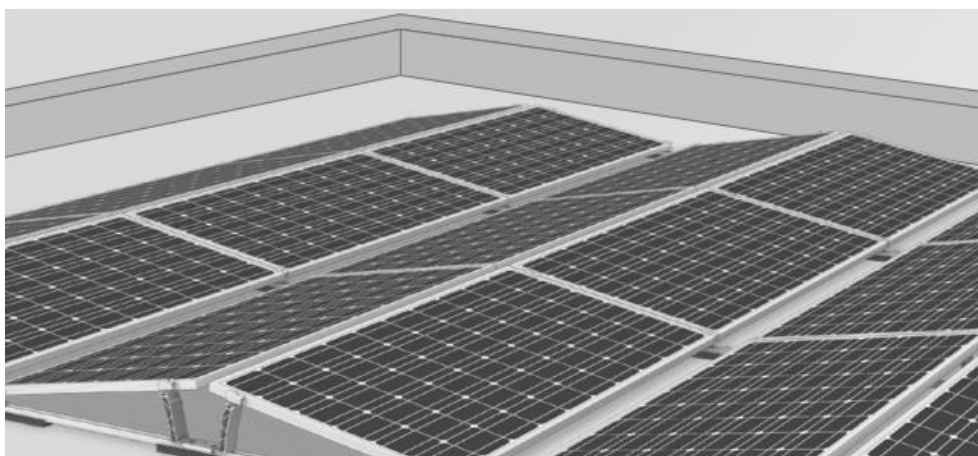


Abbildung 32: Aufsicht Duo-Anordnung der PV-Module für Nord-Ost / Süd-West-Ausrichtung

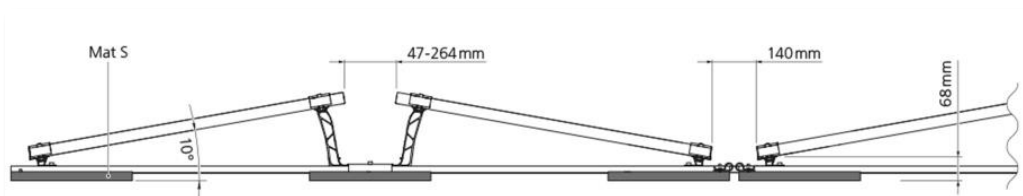


Abbildung 33: Schnitt Duo-Anordnung der PV-Module für Süd-Ost / Nord-West-Ausrichtung (Prinzipdarstellung)

4.2.5 Zuschuss-/ Kredit-Förderprogramme für Photovoltaikanlagen

Die Beantragung der Fördermittel kann ausschließlich über einen Energieberater erfolgen.

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

5. Energiekonzept

Um die Vielzahl von Versorgungs- und Übergabesystemen in Bezug auf das aktuelle Projekt bewerten zu können, wurden diese anhand von Kriterien bewertet und die Ergebnisse in einer Matrix zusammengefasst.

Einige der zuvor aufgeführten Wärmeerzeuger werden aus diversen Gründen nicht weiter betrachtet:

- Wärmepumpe mit Geothermienutzung (Erdkollektoren) – auf Grund der zur Verfügung stehenden Bodenfläche wirtschaftlich **nicht** darstellbar
- Wärmepumpe mit Geothermienutzung (Erdsonden) – auf Grund der Tiefenbohrbeschränkung **nicht** umsetzbar.
- Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Hochleistungsenergiepfähle) auf Grund der Tiefenbohrbeschränkung **nicht** umsetzbar
- Gas - fossiler Energieträger - gem. GEG 2023 ab 01.01.2024 für Neubauten **nicht** mehr ohne Kompensationen umsetzbar
- Biomassekessel – fossiler Energieträger, hohe Investitionskosten, hoher Platzbedarf für die Lagerung, Anlieferungslogistik - **nicht** umsetzbar
- Abwasserwärmetauscher auf Grund der geringen Leistung **nicht** wirtschaftlich
- Wärmepumpe mit Eisspeicher – auf Grund von sehr hohen Investitionskosten, sehr hohem Platzbedarf und das für den Eisspeicher als Bodenbauwerk ein statischer Nachweis erforderlich ist, **nicht** wirtschaftlich

5.1 Grundlagen der Varianten

Die nachfolgende Tabelle zeigt, die zum Vergleich der nachfolgend beschriebenen System getroffenen Annahmen und Festlegungen. Hierbei handelt es sich um Kriterien im Bereich der Planung, Erstellung und des späteren Betriebs des Gebäudes sowie der Nachhaltigkeit.

Die Installation einer PV-Anlage wird aufgrund der in der Regel guten Wirtschaftlichkeit in den untersuchten Varianten berücksichtigt.

Auslegungstemperaturen								
Außentemperatur	-7,6 °C							
Systemtemperaturen (Vorlauf/Rücklauf)	40/30 °C							
thermische Desinfektion WWB	60 °C							
Thermische Leistungsdaten								
	BFA	BFB	BFC	BFD	Gesamt	Σ BFA + C	Σ BFB + D	
Wärmepumpen	Wasser-Wasser	Luft-Wasser	Wasser-Wasser	Luft-Wasser				
BSP	14993 m²	8082 m²	13983 m²	11885 m²	48943 m²	28976 m²	19967 m²	
beheizte Fläche	11200 m²	6425 m²	11116 m²	9449 m²	38170 m²			
Heizlast (Grundlage: Heizlastermittlung Vorplanung)	465 kW	283 kW	434 kW	416 kW	1598 kW	899 kW	699 kW	
Heizlast W/m² (gem. Heizlastermittlung)	31 W/m²	35 W/m²	31 W/m²	35 W/m²				
Warmwasserbereitung (Grundlage: Heizlastermittlung Vorplanung)	110 kW	110 kW	110 kW	110 kW	440 kW	220 kW	220 kW	
Warmwasserbereitung Wärmepumpe (10 > 40°C)	66 kW	66 kW	66 kW	66 kW	264 kW	132 kW	132 kW	
Warmwasserbereitung Tauchsieder (40 > 60°C)	44 kW	44 kW	44 kW	44 kW	176 kW	88 kW	88 kW	
Annahme prozentualer Anteil W/P im Winterbetrieb	80 %	60 %	80 %	60 %				
Übersicht Stundenannahmen								
	Monate	Stunden/Tag	Tag/Monat	Betriebsstunden				
Winterbetrieb WWB (Außentemp. < 5 °C)	3	5 h	30 d	450 h				
Winterbetrieb HZG (Außentemp. < 5 °C)	3	12 h	30 d	1080 h				
Sommerbetrieb WWB	9	3 h	30 d	810 h				
elektrische Leistungsdaten								
	th. Leistung (inkl. Betriebsleistung des Wärmeerzeugers)	COP/η	el. Leistungsaufnahme	Anzahl/Σ BFA (Die Anzahl der elektrisch der Stromerzeugung und -speicherung nicht dienenden Anzahl der Wärmepumpen)	Anzahl/Σ BFB	Anzahl/Σ BFC	Anzahl/Σ BFD	Σ el. Leistungsaufnahme
Wärmepumpen								
Luft-Wasser-Wärmepumpe Heizbetrieb BFB	170 kW	2,70	63 kW		1			63 kW
Luft-Wasser-Wärmepumpe Heizbetrieb BFD	250 kW	2,70	92 kW				1	92 kW
Wasser-Wasser-Wärmepumpe Heizbetrieb BFA	372 kW	4,50	83 kW			1		83 kW
Wasser-Wasser-Wärmepumpe Heizbetrieb BFC	347 kW	4,50	77 kW	1				77 kW
Tauchsieder Spitzenlast BFB	280 kW	0,98	285 kW					285 kW
Tauchsieder Spitzenlast BFA+C	180 kW	0,98	183 kW					183 kW
Warmwasserbereitung								
Luft-Wasser-Wärmepumpe WWB (10 > 40°C) pro Baufeld (GL 0,9)	59 kW		22 kW		22,0 kW			44 kW
Wasser-Wasser-Wärmepumpe WWB (10 > 40°C) pro Baufeld (GL 0,9)	59 kW		13 kW			13,2 kW		26 kW
Tauchsieder WWB (40 > 60°C) (GL 0,9)	40 kW	0,98	40 kW		40 kW	40 kW		162 kW
WWS Speicher Ladesystem			0,5 kW		0,5 kW	0,5 kW		2 kW
weitere Verbraucher								
Rückkühler L-W-WP					5,0 kW		11,0 kW	16 kW
Umwälzpumpen			2,5 kW		2,5 kW	2,5 kW		10 kW
Fernwärmeabkühlstationen			0,5 kW		0,5 kW	0,5 kW		2 kW
Brennwertpumpe			20,0 kW					20 kW
Szenarien Preiselastung								
1. Szenario (BIMM) Strom	0,5%							
1. Szenario (BIMM) Gas, Fernwärme	1,0%							
2. Szenario	2,0%							
3. Szenario (worstcase)	3,5%							
Preis/Ausgaben Vergleich								
	Netto	Brutto	On line-Abfrage Reinelectric für Geschäftskunden mit max. Abnahmemenge von 99.999 kWh/s					
Strom HT (Hochtarif)	22,49 ct/kWh	26,7431 ct/kWh						
Arbeitspreis Fernwärme	13,74 ct/kWh	14,71 ct/kWh						
Sperrzeiten EVU	3 x 2h		Sperrzeiten sind nicht berücksichtigt!					

Abbildung 34: Grundlagen zur Variantenbetrachtung

Es wurden folgende Variante für eine mögliche Energieversorgung berücksichtigt:

5.1.1 Basisvariante

Als Basisvariante zur Wärmeversorgung wird als Monovalente Anlage die Fernwärme herangezogen. Diese Variante kann für alle vier Baufelder zur Energieversorgung genutzt werden. Es ist aktuell in Klärung mit der Klimaleitstelle der Stadt Köln, ob die Fernwärme die Klimaschutzrichtlinien der Stadt Köln erfüllen kann, hinsichtlich der angestrebten Klimaneutralität in zwei Stufen bis 2027 und 2035.

Für die Fernwärme ist eine neue Erschließung notwendig. Durch die Abstimmung mit den Versorgungsunternehmen konnten die Kosten dafür von 1,0 Mio € auf 250.000€ reduziert werden.

	Basisvariante Deckung Heizlast: Fernwärme (Niedertemperatursysteme und Warmwasserbereitung)	
Baufelder	A, B, C, D	
Systembeschreibung	- Versorgung der Niedertemperatur- und Hochtemperatursysteme sowie der zentralen Warmwasserbereitung durch Fernwärme	
Bilanz Heizlast	1598 kW	
Bilanz Warmwasserbereitung	440 kW (Vorrangschaltung)	
Investitionen	Armaturen, Leitungen, Pumpen, Starkstrom, Sicherheitseinrichtungen	272.000,00 €
	Fernwärmeübergabestationen + Warmwasserbereitung	556.600,00 €
	Erschließungskosten	250.000,00 €
	Hausanschlusskosten	40.000,00 €
	MSR-Anlagen	111.860,00 €
	Gesamt	<u>1.230.460,00 €</u>
Vorteile	- nur eine Erzeugungsanlage - deckt den Niedertemperatur und Hochtemperaturbereich ab	
Nachteile	- muss erstmal zum Baufeld gelegt werden , wodurch erhöhte Investitionskosten entstehen (250.000 €) - Klärung ob die Klimaschutzrichtlinien der Stadt Köln eingehalten werden	

Abbildung 35: Darstellung Basisvariante Energieversorgung

5.1.2 Variante 1

In der Variante 1 wird die Wärmeversorgung für die Baufelder B und D betrachtet. Sowohl bei den Varianten a als auch bei der Variante b dienen die Luft-Wärmepumpen für die Grundlastdeckung. Die jeweilige bivalente Anlage nutzt für die Spitzenlast und Warmwasserbereitung Hochtemperaturerzeuger. Im Winterfall bei einer Außentemperatur von kleiner 5° Grad laufen die Luft-Wärmepumpen nicht mehr effizient und decken nur noch einen Teil der Grundlast ab.

5.1.2.1 Variante 1 a

Die Elektrotachsieder dienen zur Abdeckung der Spitzenlast sowie zur Erwärmung des Trinkwassers der Warmwasserbereitung auf über 62°C zur Legionellenbekämpfung.

Im Winterfall, bei einer Außentemperatur von < 5°C, wird ein größerer Teil der Lastabdeckung über die Elektrotachsieder erfolgen. Durch die nicht ausreichende witterungsbedingte Stromerzeugung aus den PV-Anlagen, werden zwei zusätzliche Trafos zur Sicherstellung der Stromversorgung der Tauchsieder benötigt.

Variante 1a Deckung Heizlast: Luft-Wasser-Wärmepumpe (Niedertemperatursysteme) + Elektro-Tauchsieder (Spitzenlast und Warmwasserbereitung)	
Baufelder	B & D
Systembeschreibung	- Versorgung der Niedertemperatursysteme durch Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Pufferspeichern - Abdeckung zentrale Warmwasserbereitung und Spitzenlast durch Elektro Tauchsieder - Winterbetrieb bei Ausfall der Wärmepumpen nur über Tauchsieder
Bilanz Heizlast	699 kW
Bilanz Warmwasserbereitung	220 kW (Vorrangschaltung)
Investitionen	Armaturen, Leitungen, Pumpen, Starkstrom, Sicherheitseinrichtungen
	161.000,00 €
	Warmwasserbereitung (Elektro Tauchsieder)
	160.000,00 €
	Luft-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör
	560.600,00 €
	MSR-Anlagen
	98.160,00 €
	zusätzliche Trafos
	100.000,00 €
	Gesamt
	1.079.760,00 €
Vorteile	- Luft-Wasser-Wärmepumpe förderfähig und regenerativ
Nachteile	- luftgekühlte Wärmepumpen laufen nur bis 5 °C Außentemperatur, ab da erfolgt die Deckung der Heizlast rein elektrisch - 2 zusätzliche Trafos a 50.000 € - hohe Betriebskosten durch elektr. Erwärmung - kein regenerativer im Winterbetrieb

Abbildung 36: Darstellung Variante 1a – Luft-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder als Energieversorgung

5.1.2.2 Variante 1 b

In der Variante 1b wird die Fernwärme an Stelle der Tauchsieder genutzt, welche zur Abdeckung der Spitzenlast und Warmwasserbereitung dient. Im Winterfall bei einer Außentemperatur von $< 5^{\circ}$ Grad laufen die Luft-Wärmepumpen nicht mehr effizient und die Fernwärme deckt in diesem „Winterbetrieb“ den größten Anteil des Wärmebedarfes.

Die Erschließungskosten der Fernwärme sind in dieser Teilvariante mit 50% der Gesamtkosten (125.000€) angesetzt.

	Variante 1b Deckung Heizlast: Luft-Wasser-Wärmepumpe (Niedertemperatursysteme) + Fernwärme (Spitzenlast und Warmwasserbereitung)	
Baufelder	B & D	
Systembeschreibung	- Versorgung der Niedertemperatursysteme durch Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Pufferspeicher - Abdeckung zentrale Warmwasserbereitung und Spitzenlast durch Gas-Brennwertkessel - Winterbetrieb bei Ausfall der Wärmepumpen nur über Gas-Brennwertkessel	
Bilanz Heizlast	699 kW	
Bilanz Warmwasserbereitung	220 kW (Vorrangschaltung)	
Investitionen	Armaturen, Leitungen, Pumpen, Starkstrom, Sicherheitseinrichtungen	161.000,00 €
	Fernwärmeübergabestationen + Warmwasserbereitung	262.600,00 €
	Luft-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör	560.600,00 €
	Erschließungskosten (50% der Gesamtsumme)	125.000,00 €
	Hausanschlusskosten	20.000,00 €
	MSR-Anlagen	112.920,00 €
	Gesamt	1.242.120,00 €
Vorteile	- Luft-Wasser-Wärmepumpe förderfähig und regenerativ - Fernwärme ermöglicht Hochtemperaturbetrieb für Warmwasserbereitung	
Nachteile	- luftgekühlte Wärmepumpen laufen nur bis 5°C Außentemperatur, ab da erfolgt die Deckung der Heizlast über die Fernwärme - kein regenerativer im Winterbetrieb - Fernwärme-Erschließung notwendig	

Abbildung 37: Darstellung Variante 1b – Luft-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärme als Energieversorgung

5.1.3 Variante 2

In den Varianten 2 a und b wird die Wärmeversorgung für die Baufelder A und C betrachtet. Sowohl bei Variante a als auch bei Variante b dient die Wasser-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit der Brunnenwassernutzung zur Deckung der Grundlast. Die jeweiligen Hochtemperaturerzeuger sollen die Spitzenlast und die Warmwasserbereitung abdecken. Durch die Kombination zweier Wärmeerzeuger ergibt sich eine Bivalenz im Betrieb der Anlagen.

5.1.3.1 Variante 2 a

Die Hochtemperaturerzeugung in der Variante 2a zur Abdeckung der Spitzenlast und Warmwasserbereitung erfolgt über Elektrotauchsieder. Die Stromerzeugung aus den PV-Anlagen soll hierzu genutzt werden. Durch die nicht ausreichende witterungsbedingte Stromerzeugung aus den PV-Anlagen, werden zwei zusätzliche Trafos zur Sicherstellung der Stromversorgung der Tauchsieder benötigt.

	Variante 2a Deckung Heizlast: Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Brunnen (Niedertemperatursysteme) + Elektro-Tauchsieder (Spitzenlast und Warmwasserbereitung)	
Baufelder	A & C	
Systembeschreibung	- Versorgung der Niedertemperatursysteme (z. B. Fußbodenheizung) durch Wasser-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Brunnenwassernutzung und Pufferspeicher - Abdeckung zentrale Warmwasserbereitung und Spitzenlast durch Elektro - Tauchsieder	
Bilanz Heizlast	899 kW	
Bilanz Warmwasserbereitung	220 kW (Vorrangschaltung)	
Investitionen	Armaturen, Leitungen, Pumpen, Starkstrom, Sicherheitseinrichtungen	161.000,00 €
	Warmwasserbereitung (Elektro Tauchsieder)	160.000,00 €
	Wasser-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör	287.400,00 €
	MSR-Anlagen	142.840,00 €
	Brunnenanlage + erdverlegte Leitungen	820.000,00 €
	Gesamt	1.571.240,00 €
Vorteile	- Wasser-Wasser-Wärmepumpe förderfähig und regenerativ - ganzjähriger Betrieb der Wasser-Wasser-Wärmepumpe - Elektro-Tauchsieder erhält ganzjährig vorerwärmtest Wasser	
Nachteile	- hohe Betriebskosten durch elektr. Erwärmung für die Warmwasserbereitung und Spitzenabdeckung	

Abbildung 38: Darstellung Variante 2a –Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotauchsieder als Energieversorgung

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

5.1.3.2 Variante 2 b

Die bivalente Anlage in der Variante 2b ist die Fernwärme, welche zur Abdeckung der Spitzenlast und Warmwasserbereitung dient.

Die Erschließungskosten der Fernwärme sind in dieser Teilvariante mit 50% der Gesamtkosten (125.000€) angesetzt.

	Variante 2b Deckung Heizlast: Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Brunnen + Fernwärme (Spitzenlast und Warmwasserbereitung)	
Baufelder	A & C	
Systembeschreibung	- Versorgung der Niedertemperatursysteme (z. B. Fußbodenheizung) durch Wasser-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Brunnenwassernutzung und Pufferspeicher - Abdeckung zentrale Warmwasserbereitung und Spitzenlast durch Fernwärme	
Bilanz Heizlast	899 kW	
Bilanz Warmwasserbereitung	220 kW (Vorrangschaltung)	
Investitionen	Armaturen, Leitungen, Pumpen, Starkstrom, Sicherheitseinrichtungen	161.000,00 €
	Fernwärmeübergabestationen + Warmwasserbereitung	262.600,00 €
	Wasser-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör	287.400,00 €
	Erschließungskosten (50% der Gesamtsumme)	125.000,00 €
	Hausanschlusskosten	20.000,00 €
	MSR-Anlagen	167.600,00 €
	Brunnenanlage + erdverlegte Leitungen	820.000,00 €
	Gesamt	1.843.600,00 €
Vorteile	- Wasser-Wasser-Wärmepumpe förderfähig und regenerativ - ganzjähriger Betrieb der Wasser-Wasser-Wärmepumpe - Fernwärme ermöglicht Hochtemperaturbetrieb für Warmwasserbereitung	
Nachteile	- Fernwärme-Erschließung notwendig	

Abbildung 39: Darstellung Variante 2b – Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärme als Energieversorgung

5.1.4 Variante 3

In der Variante 3 wird die Wärmeversorgung für alle Baufelder A, B, C und D betrachtet. Bei dieser Variante wird ein eigenes Energienetz geschaffen, in welchem die Wasser-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit der Brunnennutzung, den Luft-Wasser-Wärmepumpen und der Fernwärme ins Netz einspeisen und die einzelnen Baufelder zur Deckung ihres Bedarfs darauf zurückgreifen.

Die Erschließungskosten der Fernwärme sind in dieser Variante mit den vollen 100% (250.000€) angesetzt.

	Variante 3 Deckung Heizlast: Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Brunnen (Niedertemperatursysteme) + Luft-Wasser-Wärmepumpe (Niedertemperatursysteme) + Fernwärme (Spitzenlast und Warmwasserbereitung)	
Baufelder	A, B, C, D	
Systembeschreibung	- es wird für alle 4 Bauteile ein separater Wärmeversorgungsring geschaffen - Wasser-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Brunnenwassernutzung der Baufelder A und C speisen dort ein - < 5°C Außentemperatur speisen auch die Luft-Wasser-Wärmepumpen von den Baufeldern B und D ein - Abdeckung zentrale Warmwasserbereitung und Spitzenlast durch Fernwärme	
Bilanz Heizlast	1598 kW	
Bilanz Warmwasserbereitung	440 kW (Vorrangschaltung)	
Investitionen	Armaturen, Leitungen, Pumpen, Starkstrom, Sicherheitseinrichtungen	272.000,00 €
	Fernwärmeübergabestationen + Warmwasserbereitung	556.600,00 €
	Wasser-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör	287.400,00 €
	Luft-Wasser-Wärmepumpe inkl. Zubehör	560.600,00 €
	Erschließungskosten Fernwärme	250.000,00 €
	Hausanschlusskosten	40.000,00 €
	MSR-Anlagen	278.660,00 €
	Brunnenanlage + erdverlegte Leitungen	820.000,00 €
	Gesamt	3.065.260,00 €
Vorteile	- Wärmepumpen förderfähig und regenerativ - Heiznetze separate Förderung - ganzjähriger Betrieb der Wasser-Wasser-Wärmepumpe - Fernwärme ermöglicht Hochtemperaturbetrieb für Warmwasserbereitung - Fernwärme ermöglicht günstige Abdeckung der Spitzenlasten im Winter	
Nachteile	- hohe Investitionskosten - Fernwärme-Erschließung notwendig - Winterbetrieb: Wärmeversorgungsring deckt nur Teillasten ab	

Abbildung 40: Darstellung Variante 3 – Energienetz aus Wasser-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärme als Energieversorgung

5.1.5 Bewertungsmatrix

Die einzelnen Varianten bringen Vor- und Nachteile mit sich. In der folgenden Matrix sind diese gegenübergestellt und mittels eines Punktesystems kategorisiert.

Variante		Basis	1a		1b		2a		2b		3		
		Fernwärme	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Elektro-Tauchsieder	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Fernwärme	Wasser-Wasser-Wärmepumpe	Elektro-Tauchsieder	Wasser-Wasser-Wärmepumpe	Fernwärme	Wasser-Wasser-Wärmepumpe	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Fernwärme
Planung (Gewichtung x1)	Machbarkeit	+++	++	+++	++	+++	++	+++	++	+++	++	++	+++
	Planungsaufwand	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++	+	+	+++
	Einhaltung GEG	---	++	---	++	---	+++	---	+++	---	+++	++	---
Erstellung (Gewichtung x2)	Technikflächen	++	++	++	++	++	+	++	+	++	+	++	++
	Investitionskosten	++	++	++	++	++	0	++	0	++	0	++	++
Betrieb (Gewichtung x3)	Betriebskosten	+++	++	---	++	+++	++	---	++	+++	++	++	+++
	Wartung + Instandsetzung	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	+	++
	Lärm	++	+	++	+	++	+	++	+	++	+	+	++
	Emissionen	-	++	---	++	-	++	---	++	-	++	++	-
Nachhaltigkeit (Gewichtung x3)	Lebensdauer	++	++	0	++	++	++	0	++	++	++	++	++
	Regenerative Energien	-	++	---	++	-	+++	---	+++	-	+++	++	-
	CO ₂ -Emissionen	---	++	---	++	---	++	---	++	---	++	++	---
Versorgungssicherheit (Gewichtung x2)	Verfügbarkeit	0	+	++	+	0	+	++	+	0	+	+	0
	Abhängigkeit	0	+	-	+	0	+	-	+	0	+	+	0
	Preisstabilität	0	+	---	+	0	++	---	++	0	++	+	0
Bewertung nach Punkten		0,80	0,63		1,00		0,63		0,63		1,29		
+++ (3 Pkt.)		++ (2 Pkt.)	+	(1 Pkt.)	0 (0 Pkt.)	- (-1 Pkt.)	---	(-2 Pkt.)	---	(-3 Pkt.)			
Sehr gut		Gut		Befriedigend		Mangelhaft							

Abbildung 41: Darstellung Matrix Energieversorgung

5.2 Wirtschaftlichkeit

5.2.1 Grundlagen, Investition und Energiepreise

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Energieerzeugung werden die Investitionskosten gemäß folgender Tabelle angesetzt. Dabei handelt es sich um Erfahrungswerte bei der hier betrachteten jeweiligen Anlagengröße. Die Heizleistung beträgt insgesamt für alle Baufelder (A - D) ca. 1600 kW. Für die überschlägige Ermittlung der Heizlast wurde mit einem Ansatz von 40 W/m² und ca. 110 kW für die jeweilige zentrale Warmwasserbereitung (Speicherladesystem) gerechnet.

Baufeld	Heizlast	WWB
	[kW]	[kW]
Baufeld A	465,0	110,0
Baufeld B	283,0	110,0
Baufeld C	434,0	110,0
Baufeld D	416,0	110,0
Gesamtsumme	1598,0	440,0

Tabelle 1: Aufstellung der Heizlasten nach Baufeldern

Die Investitionskosten für die ausgesuchten Technologien wurden ohne Berücksichtigung der max. Förderung gem. GEG (max. 35 %) abgeschätzt.

Einstufung	Variante	Beschreibung	Investitionskosten in T€ (netto)
1.	Basis	Fernwärmestation für Baufeld A - D	1.230.460,00 €
2.	3	Energienetz	3.065.260,00 €
3.	1 a + 2 a	Luft-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder für die Baufelder B & D Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder für die Baufelder A & C	2.651.000,00 €
4.	1 b + 2 a	Luft-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärmestation für die Baufelder B & D Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder für die Baufelder A & C	2.813.360,00 €
5.	1 a + 2 b	Luft-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder für die Baufelder B & D Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärmestation für die Baufelder A & C	2.923.360,00 €
6.	1 b + 2 b	Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärmestation für die Baufelder B & D Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärmestation für die Baufelder A & C	3.085.720,00 €

Tabelle 2: Investitionskosten ohne Förderung durch GEG / BEG (KfW)

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

5.2.2 Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten

Für die Quartierbebauung im Bereich der Franz-Geuer-Straße im Stadtteil Ehrenfeld in 50823 Köln wurde eine Variantenbetrachtung der Energieversorgung durchgeführt. Als Ergebnis haben sich die beschriebenen Varianten für die Energieversorgung für den Standort ergeben.

Die Auswahl der Energieerzeuger wurden im Hinblick auf unterschiedliche Kriterien bei der Planung, der Erstellung, dem Betrieb, der Umweltverträglichkeit der Gebäude und der Förderfähigkeit vorgenommen. Dazu wurde die Verfügbarkeit und die Abhängigkeit beurteilt.

Im nächsten Schritt werden für die einzelnen Varianten zur Energieerzeugung die Kostenbetrachtungen über die Investitionskosten hinaus vertieft beurteilt.

- Für die kapitalgebundenen Kosten
- Für die betriebsgebundenen Kosten
- Für die verbrauchsgebundenen Kosten

Basisvariante Deckung Heizlast: Fernwärme (Niedertemperatursysteme und Warmwasserbereitung)			
Investition	Anfangsinvestition (ohne Förderung)		1.230.460 €
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 1. Jahr (ohne Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten	69.372	€/a
	betriebsgebundene Kosten	32.137	€/a
	verbrauchsgebundene Kosten	609.160	€/a
	Jahreskosten (1. Jahr)	absolut:	710.669 €/a
		relativ:	100%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 10. Jahr (mit Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten	69.372	€/a
	betriebsgebundene Kosten	39.175	€/a
	verbrauchsgebundene Kosten	741.834	€/a
	Jahreskosten (10. Jahr)	absolut:	850.381 €/a
		relativ:	100%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 20. Jahr (mit Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten	69.372	€/a
	betriebsgebundene Kosten	47.754	€/a
	verbrauchsgebundene Kosten	903.525	€/a
	Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	1.020.651 €/a
		relativ:	100%
Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit: Barwert für 20 Jahre (mit Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten	942.791	€
	betriebsgebundene Kosten	436.752	€
	verbrauchsgebundene Kosten	903.525	€
	Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	2.283.069 €
		relativ:	100%

Abbildung 42: Tabellarische Auswertung Basisvariante: Deckung Heizlast mittels Fernwärme

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Variante 1a + 2a B+D: L-W-WP + El.-Tauschieder A+C: W-W-WP + El.-Tauschieder		
Investition		
Anfangsinvestition (ohne Förderung)		2.651.000 €
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 1. Jahr (ohne Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		193.356 €/a
betriebsgebundene Kosten		57.122 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		226.560 €/a
Jahreskosten (1. Jahr)	absolut:	486.037 €/a
	relativ:	68%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 10. Jahr (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		193.356 €/a
betriebsgebundene Kosten		69.631 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		247.606 €/a
Jahreskosten (10. Jahr)	absolut:	510.593 €/a
	relativ:	60%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 20. Jahr (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		193.356 €/a
betriebsgebundene Kosten		84.880 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		260.269 €/a
Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	538.505 €/a
	relativ:	53%
Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit: Barwert für 20 Jahre (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		2.627.770 €
betriebsgebundene Kosten		776.307 €
verbrauchsgebundene Kosten		260.269 €
Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	3.664.345 €
	relativ:	161%
Bemerkung:		
Amortisation gegenüber Basisvariante ohne Aufzinsung		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG)	1.420.540 €	
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante	348.615 €	
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (ohne Preiskostensteigerung des Energiepreises)	4,1 Jahre:	
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 10 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG)	1.420.540 €	
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante	463.771 €	
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 10 Jahre)	3,1 Jahre:	
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 20 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG)	1.420.540 €	
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante	606.130 €	
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 20 Jahre)	2,3 Jahre:	

Abbildung 43: Tabellarische Auswertung Variante 1a +2a, Amortisation gegenüber Basisvariante

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Variante 1b + 2b B+D: L-W-WP + FW A+C: W-W-WP + FW			
Investition			
	Anfangsinvestition (ohne Förderung)		3.085.720 €
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 1. Jahr (ohne Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten		204.005 €/a
	betriebsgebundene Kosten		64.806 €/a
	verbrauchsgebundene Kosten		454.278 €/a
	Jahreskosten (1. Jahr)	absolut:	723.089 €/a
		relativ:	102%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 10. Jahr (mit Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten		204.005 €/a
	betriebsgebundene Kosten		78.998 €/a
	verbrauchsgebundene Kosten		532.566 €/a
	Jahreskosten (10. Jahr)	absolut:	815.569 €/a
		relativ:	96%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 20. Jahr (mit Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten		204.005 €/a
	betriebsgebundene Kosten		96.298 €/a
	verbrauchsgebundene Kosten		626.916 €/a
	Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	927.219 €/a
		relativ:	91%
Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit: Barwert für 20 Jahre (mit Preissteigerung)			
	kapitalgebundene Kosten		2.772.490 €
	betriebsgebundene Kosten		880.735 €
	verbrauchsgebundene Kosten		626.916 €
	Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	4.280.140 €
		relativ:	187%
Bemerkung:			
Amortisation gegenüber Basisvariante ohne Aufzinsung			
Amortisation (Risikoabschätzung)			
	Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. EEG)	1.855.260 €	
	Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante	122.213 €	
	Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (ohne Preiskostensteigerung des Energiepreises)	15,2 Jahre:	
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 10 Jahre			
Amortisation (Risikoabschätzung)			
	Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. EEG)	1.855.260 €	
	Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante	169.444 €	
	Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 10 Jahre)	10,9 Jahre:	
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 20 Jahre			
Amortisation (Risikoabschätzung)			
	Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. EEG)	1.855.260 €	
	Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante	228.065 €	
	Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 20 Jahre)	8,1 Jahre:	

Abbildung 44: Tabellarische Auswertung Variante 1b +2b, Amortisation gegenüber Basisvariante

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Variante 1a + 2b B+D: L-W-WP + EL-Tauchsieder A+C: W-W-WP + FW		
Investition		
Anfangsinvestition (ohne Förderung)		2.923.360 €
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 1. Jahr (ohne Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		202.727 €/a
betriebsgebundene Kosten		62.464 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		384.030 €/a
Jahreskosten (1. Jahr)	absolut:	649.221 €/a
	relativ:	91%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 10. Jahr (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		202.727 €/a
betriebsgebundene Kosten		76.143 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		436.286 €/a
Jahreskosten (10. Jahr)	absolut:	714.156 €/a
	relativ:	84%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 20. Jahr (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		202.727 €/a
betriebsgebundene Kosten		92.818 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		496.086 €/a
Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	791.632 €/a
	relativ:	78%
Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit: Barwert für 20 Jahre (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		2.755.130 €
betriebsgebundene Kosten		848.906 €
verbrauchsgebundene Kosten		496.086 €
Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	4.106.122 €
	relativ:	180%
Bemerkung:		
Amortisation gegenüber Basisvariante ohne Aufzinsung		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEGII)		1.692.900 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		194.803 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (ohne Preiskostensteigerung des Energiepreises)		8,7 Jahre:
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 10 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEGII)		1.692.900 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		269.580 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 10 Jahre)		6,3 Jahre:
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 20 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEGII)		1.692.900 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		362.375 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 20 Jahre)		4,7 Jahre:

Abbildung 45: Tabellarische Auswertung Variante 1a +2b, Amortisation gegenüber Basisvariante

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Variante 1b + 2a B+D: L-W-WP + FW A+C: W-W-WP + E-Tauchsieder		
Investition		
Anfangsinvestition (ohne Förderung)		2.813.360 €
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 1. Jahr (ohne Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		194.633 €/a
betriebsgebundene Kosten		58.464 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		305.807 €/a
Jahreskosten (1. Jahr)	absolut:	558.904 €/a
	relativ:	79%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 10. Jahr (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		194.633 €/a
betriebsgebundene Kosten		72.486 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		344.887 €/a
Jahreskosten (10. Jahr)	absolut:	612.006 €/a
	relativ:	72%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 20. Jahr (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		194.633 €/a
betriebsgebundene Kosten		88.360 €/a
verbrauchsgebundene Kosten		391.099 €/a
Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	674.092 €/a
	relativ:	66%
Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit: Barwert für 20 Jahre (mit Preissteigerung)		
kapitalgebundene Kosten		2.645.130 €
betriebsgebundene Kosten		806.135 €
verbrauchsgebundene Kosten		391.099 €
Jahreskosten (20. Jahr)	absolut:	3.844.364 €
	relativ:	168%
Bemerkung:		
Amortisation gegenüber Basisvariante ohne Aufzinsung		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG I)		1.582.900 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		276.025 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (ohne Preiskostensteigerung des Energiepreises)		5,7 Jahre:
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 10 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG I)		1.582.900 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		363.635 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 10 Jahre)		4,4 Jahre:
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 20 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG I)		1.582.900 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		471.820 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 20 Jahre)		3,4 Jahre:

Abbildung 46: Tabellarische Auswertung Variante 1b +2a, Amortisation gegenüber Basisvariante

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Variante 3 Deckung Heizlast: Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Brunnen (Niedertemperatursysteme) + Luft-Wasser-Wärmepumpe (Niedertemperatursysteme) + Fernwärme (Spitzenlast und Warmwasserbereitung)		
Investition	Anfangsinvestition (ohne Förderung)	3.065.260 €
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 1. Jahr (ohne Preissteigerung)	kapitalgebundene Kosten	206.895 €/a
	betriebsgebundene Kosten	66.599 €/a
	verbrauchsgebundene Kosten	436.324 €/a
	Jahreskosten (1. Jahr)	709.777 €/a
	absolut:	709.777 €/a
	relativ:	100%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 10. Jahr (mit Preissteigerung)	kapitalgebundene Kosten	206.895 €/a
	betriebsgebundene Kosten	79.938 €/a
	verbrauchsgebundene Kosten	509.598 €/a
	Jahreskosten (10. Jahr)	796.411 €/a
	absolut:	796.411 €/a
	relativ:	94%
Kostenvergleichsrechnung: Jahreskosten im 20. Jahr (mit Preissteigerung)	kapitalgebundene Kosten	206.895 €/a
	betriebsgebundene Kosten	97.432 €/a
	verbrauchsgebundene Kosten	599.061 €/a
	Jahreskosten (20. Jahr)	903.377 €/a
	absolut:	903.377 €/a
	relativ:	89%
Wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit: Barwert für 20 Jahre (mit Preissteigerung)	kapitalgebundene Kosten	2.811.629 €
	betriebsgebundene Kosten	891.104 €
	verbrauchsgebundene Kosten	599.061 €
	Jahreskosten (20. Jahr)	4.301.794 €
	absolut:	4.301.794 €
	relativ:	188%
Bemerkung:		
Amortisation gegenüber Basisvariante ohne Aufzinsung		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG)		1.834.800 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		140.404 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (ohne Preiskostensteigerung des Energiepreises)		13,1 Jahre:
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 10 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG)		1.834.800 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		191.483 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 10 Jahre)		9,6 Jahre:
Amortisation gegenüber Basisvariante inkl. Aufzinsung über 20 Jahre		
Amortisation (Risikoabschätzung)		
Zusatzinvestition gegenüber Basisvariante (unter Berücksichtigung der max. Förderung gem. BEG)		1.834.800 €
Einsparung betriebs- und Verbrauchskosten pro Jahr gegenüber Basisvariante		254.786 €
Amortisationszeit gegenüber Basisvariante (inkl. Preiskostensteigerung des Energiepreises über 20 Jahre)		7,2 Jahre:

Abbildung 47: Tabellarische Auswertung Variante 3, Amortisation gegenüber Basisvariante

6. Zusammenfassung und Fazit

Die im Kapitel 5 aufgeführte Variantenbetrachtung zeichnet zusammen mit dem Kostenvergleich aus Kapitel 6 ab, dass eine reine Fernwärmeversorgung die wirtschaftlichste Variante hinsichtlich der Investitionen ohne Förderung darstellt.

Neben der Wirtschaftlichkeit bestehen folgende weitere Vorteile der Wärmeversorgung mit Fernwärme, gegenüber den anderen betrachteten Varianten:

- Vom Gesetzgeber ausdrücklich gewünscht
- Wirtschaftlicher Platzbedarf für die Technik in den Gebäuden
- Keine Schallemissionen wie bei den Wärmepumpen
- Keine aufwendigen großen Dachaufbauten
- Monovalente Energieerzeugung, da keine weiteren Energieträger notwendig sind, um den Niedertemperatur- (Deckung der Heizlast) und Hochtemperaturbereich (Warmwassererzeugung) abzudecken.

Betrachtet man weitere Faktoren, wie betriebs- und verbrauchsgebundene Kosten, ergibt sich ein anderes Bild. In diesem Fall punkten die alternativen Varianten gegenüber der Fernwärme.

Diese amortisieren sich je nach Variante in einem Zeitraum von 4 bis 15 Jahren, ohne die Betrachtung möglicher Preissteigerungen oder Förderungen.

Unter Berücksichtigung der Preissteigerungen amortisieren sich die Varianten mit regenerativen Anteilen deutlich schneller. So ergeben sich bei den Varianten mit Berücksichtigung einer Preissteigerung (über 20 Jahre) Amortisationszeiten von 2,3 bis 8,1 Jahren. In dieser Betrachtung wurden mögliche Förderungen der Investitionskosten ebenfalls nicht mitberücksichtigt.

Sämtliche Varianten mit regenerativen Wärmeerzeugern bieten zudem den Vorteil, dass sie als zukunftssicher angesehen werden können und auf Dauer deutliche Einsparungen im Bereich der verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten erzielen.

Die Kombination aus Wärmepumpen und Fernwärme stellt dabei voraussichtlich die zukunftssicherste Variante dar. Der Stromeinsatz ist hier wesentlich geringer als in den Varianten mit Elektrotauchsiedern und somit nur geringfügig von den stark schwankenden Arbeitspreisen für Strom abhängig. Ebenfalls werden hier im Bereich der Elektrischen Versorgung der Liegenschaft Investitionskosten gespart, für ggf. notwendige Trafostationen.

Abschließend und unter Berücksichtigung aller getätigten Vergleiche und Betrachtungen, empfehlen wir für die Wärmeversorgung der Liegenschaft den Einsatz einer Kombination aus den Varianten 1 b und 2 b.

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ehemaliges Grundstück der Firma Siemens AG (Siemens-Gelände, Gemarkung Ehrenfeld, Flur 70 Flurstücke 808 und 1406)	4
Abbildung 2: Luftbild ehemaliges Grundstück der Siemens AG - Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln	6
Abbildung 3: Bebauungsstruktur Grundstück	7
Abbildung 4: Kennzahlen Wohnungsmix Baufeld A- Stand 31.08.2023	8
Abbildung 5: Ordnungsrechtliche Anforderungen in Deutschland /GEBÄUDEFORUM KLIMANEUTRAL	9
Abbildung 6: Übersicht Effizienzhaus 40-Typen	12
Abbildung 7: BEG 40-Standard	13
Abbildung 8: Förderübersicht für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen	16
Abbildung 9: Übersicht Primärenergiefaktoren RheinEnergie	18
Abbildung 10: Bescheinigung des Wärmenetzbetreibers RheinEnergie nach FFVAV und AVBFernwärmeV für das Jahr 2020	20
Abbildung 11: prognostisches Schichtenverzeichnis	21
Abbildung 12: mittlere Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit der jeweiligen Sondenlänge	21
Abbildung 13: Geothermische Ergiebigkeit für Erdwärmesonden bis 100 m - Franz-Geuer-Straße in 50823 Köln	22
Abbildung 14: Übersichtsplan Wasserschutzgebiet Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln	25
Abbildung 15: Standortcheck - Erdwärmekollektoren Franz-Geuer-Straße in 50823 Köln	27
Abbildung 16: Hochleistungsenergiepfahl /TERRACOOL/	30
Abbildung 17: Leistungsdaten Hochleistungsenergiepfahl /TERRACOOL/	30
Abbildung 18: Eisspeicher	32
Abbildung 19: Prinzipschema Sole-Wärmepumpe mit Eisspeicher, Luftabsorber und PV-Anlage	33
Abbildung 20: Stadtteilübersicht mit Verortung mit Franz-Geuer-Straße 10 in 50823 Köln	35
Abbildung 21: Leistungsauskunft Elektroversorgung aus dem Bereich Stammstraße	36
Abbildung 22: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT A	37
Abbildung 23: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT B	38
Abbildung 24: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT C	39
Abbildung 25: Entwurf Dachaufsichten mit konzeptioneller Darstellung möglicher PV-Anlagen BT D	40
Abbildung 26: Zusammenwirken zwischen Photovoltaikanlage und Wärmepumpe	41
Abbildung 27: Vorteil des energetischen Verhaltens der Wärmepumpe mit Inverter-Technik	42
Abbildung 28: BT A Ertragsprognose	43
Abbildung 29: BT B Ertragsprognose	43
Abbildung 30: BT C Ertragsprognose	43
Abbildung 31: BT D Ertragsprognose	44
Abbildung 32: Aufsicht Duo-Anordnung der PV-Module für Nord-Ost / Süd-West-Ausrichtung	44
Abbildung 33: Schnitt Duo-Anordnung der PV-Module für Süd-Ost / Nord-West-Ausrichtung (Prinzipdarstellung)	44
Abbildung 34: Grundlagen zur Variantenbetrachtung	45
Abbildung 35: Darstellung Basisvariante Energieversorgung	46
Abbildung 36: Darstellung Variante 1a – Luft-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder als	

Projektnummer: 2210.03
Bauvorhaben: FGS | Wohnquartier / Franz-Geuer-Straße Köln
Bauherr: SL-AM Development Residential GmbH
Leistungsphase: Machbarkeitsstudie Energiekonzept
Stand: 22.03.2024/ geändert 18.05.2026

Energieversorgung	47
Abbildung 37: Darstellung Variante 1b – Luft-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärme als Energieversorgung	48
Abbildung 38: Darstellung Variante 2a –Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Elektrotachsieder als Energieversorgung	49
Abbildung 39: Darstellung Variante 2b – Wasser-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärme als Energieversorgung	50
Abbildung 40: Darstellung Variante 3 – Energienetz aus Wasser-Wasser- und Luft-Wasser-Wärmepumpen + Fernwärme als Energieversorgung	51
Abbildung 41: Darstellung Matrix Energieversorgung	52
Abbildung 42: Tabellarische Auswertung Basisvariante: Deckung Heizlast mittels Fernwärme	54
Abbildung 43: Tabellarische Auswertung Variante 1a +2a, Amortisation gegenüber Basisvariante	55
Abbildung 44: Tabellarische Auswertung Variante 1b +2b, Amortisation gegenüber Basisvariante	56
Abbildung 45: Tabellarische Auswertung Variante 1a +2b, Amortisation gegenüber Basisvariante	57
Abbildung 46: Tabellarische Auswertung Variante 1b +2a, Amortisation gegenüber Basisvariante	58
Abbildung 47: Tabellarische Auswertung Variante 3, Amortisation gegenüber Basisvariante	59

8. Quellenverzeichnis

/1/ Merkblatt Klimaschutzleitlinien Stadt Köln zu Wohngebäuden (Stand 2022). (2022).

Auszug aus dem Referentenentwurf zur Novelle des GEG 2023 - Bearbeitungsstand 03.04.2023 „§ 71b .

<https://www.wms.nrw.de/gd/bk050?>.

www.geothermie.nrw. (2023).