

Tenhündfeld Architekten GmbH

# Energiekonzept Wohngebiet „Kalksbecker Heide“ Coesfeld



Quelle: städtebaulicher Entwurf, Tenhündfeld Architekten GmbH

Bearbeitung durch:

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft  
Martin-Kremmer-Str. 12  
45327 Essen  
Telefon: +49 [0]201 24 564-0

Auftraggeber:

Tenhüdfeld Architekten GmbH  
  
Hamalandstraße 89  
48683 Ahaus-Wessum  
02561 – 86068-0  
[info@tenhuendfeld-architekten.de](mailto:info@tenhuendfeld-architekten.de)

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Verfasserin.



# Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	7
2	Rahmenbedingungen	8
2.1	Haustypen und beheizte Fläche	8
2.2	Spezifische Bedarfskennwerte der Gebäudestandards	8
2.3	Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser	9
2.4	Kosteneffizienz der Baustandards	10
3	Versorgungstechnik	12
3.1	Versorgungsoptionen	12
3.2	Versorgungstechniken für das Neubaugebiet „Kalksbecker Heide“	13
3.3	solare Potenziale	17
3.4	qualitative Bewertung der Versorgungsvarianten	18



# 1 Ausgangslage

Die Tenhündfeld Schlüsselfertiges Bauen GmbH als Vorhabenträger beabsichtigt die Neuentwicklung eines Wohngebietes in Coesfeld, unter dem Vorhabentitel „Wohnen an der Kalksbecker Heide“.



Abbildung 1 Städtebaulicher Entwurf (Quelle: Tenhündfeld Architekten GmbH)

Für das B-Plan Verfahren soll nunmehr auch ein Fachbeitrag zum Thema „Energie/Energiekonzept bzw. Klimaschutz“ erstellt werden, der das Plangebiet auf eine energieeffiziente und klimagerechte Wohngebietsplanung überprüft.

Mit dem für das neue Wohngebiet angefragten Energiekonzept, ist aus unserer Sicht der Anspruch verbunden, eine zukunftsfähige Energiekonzeption unter der Berücksichtigung der Aspekte Reduzierung des Energiebedarfs, Optimierung der Energieversorgung und des Einsatzes erneuerbarer Energien zu erstellen, die dauerhaft niedrige Energiekosten bei gleichzeitiger hoher Betriebs- und Planungssicherheit für den Nutzer garantiert und bei der die klimapolitischen Ziele der Stadt Coesfeld berücksichtigt werden.

Angesichts der klimapolitischen Herausforderungen sollte dabei möglichst eine CO<sub>2</sub>-Neutralität und hohe bilanzielle Energieautarkie mit einer unter den o.g. Ansprüchen realisierbaren Energieversorgungskonzeption erreicht werden.

## 2 Rahmenbedingungen

### 2.1 Haustypen und beheizte Fläche

Das Baugebiet soll in einem Zuge über den Zeitraum 2021 bis 2025 errichtet werden. Entsprechend bestehen keine zeitlich relevanten Unterschiede in der Realisierung.

Für die Ermittlung der Gebäudefläche wurde der städtebauliche Entwurf als aktuellste Grundlage verwendet.

Haus typ	Fläche	Anzahl Geb.	Grundstück	Grundfläche	Nutzfläche	Nettogeschossfläche
-	[m <sup>2</sup> ]	[Stk]	[m <sup>2</sup> /Geb]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> /Geb.]	[m <sup>2</sup> ]
EFH	24.000	64	375	75	150,00	9.600
DHH	2.400	8	300	60	120,00	960
	26.400	72			146,67	10.560

Tabelle 1 Gebäudetyp mit Anzahl und Fläche

### 2.2 Spezifische Bedarfskennwerte der Gebäudestandards

Für das Baugebiet besteht derzeit noch keine Vorgabe an den zu errichtenden Energieeffizienzstandard der Gebäude. Aus diesem Grund wird nachfolgend eine Aufstellung vorgenommen, die die unterschiedlichen Energiebedarfswerte und Leistungsbedarfe je Effizienzstandard (EnEV2016 bzw. GEG / KfW55 und KfW40) aufzeigt.

Die spezifischen Bedarfskennwerte für die Effizienzstandards sind aus der EnEV bzw. GEG und den Förderrichtlinien der KfW nicht einfach abzuleiten. Denn die Angaben richten sich nach dem zulässigen Primärenergiebedarf des sogenannten Referenzgebäudes und nicht nach dessen Endenergiebedarf.

Die Primärenergieanforderungen sind in der EnEV über eine, in weiten Bereichen gestaltbare Kombination von Hüllflächenqualität, Lüftung, PV-Eigenerzeugung und Wärmeerzeugung zu erfüllen. Bei gleichem Standard kann die an das Gebäude zu liefernde Nettoheizwärme (QH) sehr unterschiedlich ausfallen. Nur bei den KfW-Standards ist auch die bessere Hüllflächenqualität (als HT' = mittlerer Transmissionswärmeverlust) ein zusätzliches Kriterium. KfW 55 z.B. erfordert eine um 30% bessere Hüllfläche als das Referenzgebäude.

Der hier relevante Wert ist die aus einem Nahwärmesystem an das Gebäude abgegebene Wärmemenge, die in der Regel über einen Wärmemengenzähler gemessen und abgerechnet wird. Während früher Nahwärmesysteme auch aus einfachen Kesselanlagen mit fossilen Brennstoffen wie Öl, Kohle und Gas versorgt wurden, ist bei einem neu zu errichtenden System immer von einer hocheffizienten Erzeugungsanlage auszugehen. Entweder gespeist aus KWK-Systemen oder Erneuerbaren Energien. In diesen Fällen wird der Primärenergiefaktor der Wärmeversorgung (fpe,ww) immer unter 0,7 liegen.

Es gibt stichprobenbasierte Auswertungen für realisierte Neubauvorhaben, die Orientierungswerte für den Heizwärmeverbrauch liefern. Eine weitere Quelle ist die vom Institut Wohnen und Umwelt (IWU) erstellte Wohngebäudetypologie. Die aus beiden Quellen abgeleiteten und im Folgenden verwendeten



Richtwerte sind in [Tabelle 2](#) aufgeführt. In den Angaben ist zusätzlich die Warmwasserversorgung mit 15 kWh/m<sup>2</sup>a berücksichtigt.

Doppelhaushälften besitzen aufgrund einer gemeinsamen Außenwand leicht geringere Wärmebedarfe. Dieser Unterschied ist allerdings nur marginal. Der spezifische Wärmebedarf für Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften wird deswegen im Weiteren als gleich angenommen.

	Einfamilienhaus & Doppelhaushälfte
EnEV 2016	78 kWh/m <sup>2</sup> *a
KfW 55	62 kWh/m <sup>2</sup> *a
KfW 40	41 kWh/m <sup>2</sup> *a

Tabelle 2 spez. Wärmebedarfswerte nach energetischem Standard

## 2.3 Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser

Aus den o.a. spezifischen Bedarfswerten sind über die Gebäudegrößen und Gesamtflächen die folgenden Werte für die Gebäude und Gebietstypen abgeleitet worden.

Gebiets- typ	EnEV 2016			EnEV 2016			EnEV 2016			EnEV 2016	EnEV 2016
	Heizen	WW	gesamt	Heizen	WW	gesamt	Heizen	WW	gesamt	je Geb.	gesamt
-	[kWh/m <sup>2</sup> *a]			[MWh/Geb*a]			[MWh/a]			[kW]	[kW]
EFH	63	15	78	9,41	2,25	11,66	602	144	746	7,28	466
DHH	53	15	68	6,36	1,80	8,16	51	14	65	5,10	41
Summe									811		507

Tabelle 3 Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser EnEV 2016

Gebiets- typ	KfW55			KfW55			KfW55			KfW55	KfW55
	Heizen	WW	gesamt	Heizen	WW	gesamt	Heizen	WW	gesamt	je Geb.	gesamt
-	[kWh/m <sup>2</sup> *a]			[MWh/Geb*a]			[MWh/a]			[kW]	[kW]
EFH	47	15	62	7,05	2,25	9,30	451	144	595	5,81	372
DHH	35	15	50	4,20	1,80	6,00	34	14	48	3,75	30
Summe									643		402

Tabelle 4 Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser KfW 55

Gebiets- typ	KfW40			KfW40			KfW40			KfW40	KfW40
	Heizen	WW	gesamt	Heizen	WW	gesamt	Heizen	WW	gesamt	je Geb.	gesamt
-	[kWh/m <sup>2</sup> *a]			[MWh/Geb*a]			[MWh/a]			[kW]	[kW]
EFH	26	15	41	3,90	2,25	6,15	250	144	394	3,84	246
DHH	20	15	35	2,40	1,80	4,20	19	14	34	2,63	21
Summe									427		267

Tabelle 5 Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser KfW 40

Beim Vergleich der energetischen Standards ergeben sich merkbare Unterschiede. Der Wärme- und Leistungsbedarf sinkt von EnEV2016 zu KfW55, um ca. 31% und von EnEV2016 zu KfW40 um ca. 47%. Wie zu erwarten, ist der beste Effizienzstandard auch theoretisch der Standard, in dem der geringste Wärmebedarf besteht. Dies ist allerdings abhängig von der Kombination aus Hüllflächenqualität und Anlagentechnik.

Mit steigender Energieeffizienz steigt der Warmwasseranteil am Wärmebedarf. Dies hat zur Folge, dass die Leistung des Wärmeerzeugers, welcher auch die Warmwasserversorgung übernimmt, für ein



Einfamilienhaus vornehmlich vom Warmwasserbedarf bestimmt wird. Bei einer zentralen Wärmeversorgung aus einer Heizzentrale besitzt diese Entwicklung geringere Einflüsse, da die Gleichzeitigkeit des Warmwasserbedarfs mit steigender Gebäudeanzahl sinkt. Die oben dargestellten Werte sind, was die Leistungsbedarfe betrifft, nur für eine zentrale Versorgung gültig. Bei einer dezentralen Versorgung müssen die Leistungswerte der einzelnen Effizienzstandards angepasst werden. Für eine dezentrale Versorgung ergeben sich die folgenden Werte:

- EnEV 9,10 kW
- KfW55 7,70 kW
- KfW40 7,20 kW

Die Angaben sind für einen 4-Personen-Haushalt mit einem mittleren Warmwasserbedarf, welcher über einen 200 Liter Warmwasserspeicher versorgt werden kann, berechnet.

Die Entscheidung für einen Effizienzstandard in einem Neubaugebiet sollte nicht rein auf energetischer Basis getroffen werden. Aus diesem Grund wurde ein Vergleich der Baukosten für die Effizienzstandards vorgenommen. Unter Einbezug beider Kriterien kann bei der Wahl des Standards ein Gleichgewicht zwischen möglichst hohem Klimaschutz und angemessenen Kosten getroffen werden.

## 2.4 Kosteneffizienz der Baustandards

Die drei Effizienzstandards EnEV 2016 bzw. GEG, KfW55 und KfW40 können auf unterschiedliche Art und Weise erreicht werden. Wie bereits beschrieben, sind die Anforderungen auf Basis des Primärenergiebedarfs und der Hüllflächenqualität definiert. Dementsprechend richten sich die Anforderungen nicht nur an die Außenhülle des Gebäudes, sondern auch an die Versorgungstechnik. Dies ermöglicht die Kombination unterschiedlicher Hüllflächenqualitäten mit unterschiedlichen Versorgungstechniken, was einen deutlichen Einfluss auf die Kosten der jeweiligen Baustandards nimmt.

Aufgrund der Vielzahl an Umsetzungsmöglichkeiten, wird auf eine Studie<sup>1</sup> zurückgegriffen, welche die Investitionskosten von 48 Einfamilienhäusern unterschiedlicher Bau- und Versorgungsweisen miteinander vergleicht. Rot = EnEV-Standard / Orange = KfW55 / Grün = KfW40.

---

<sup>1</sup> EGS-Plan GmbH, Universität Stuttgart (IER), Joachim Eble Architektur: „AP3.0 Ökonomische Analyse und Bewertung baulich-energetischer Standards“

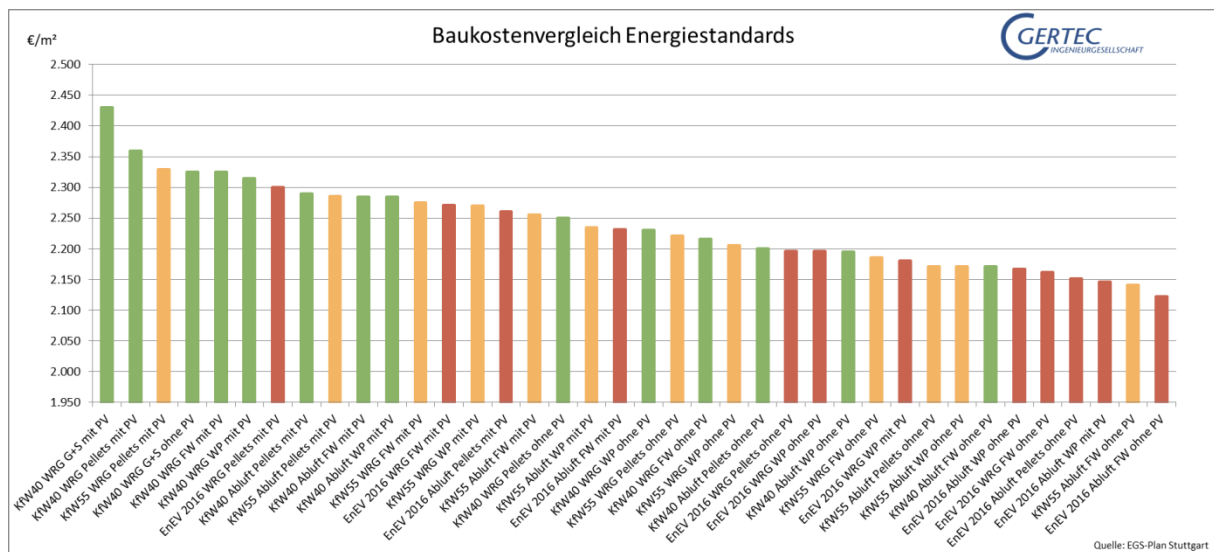


Abbildung 2 Baukostenvergleich Energiestandards

Die Abbildung zeigt, dass die Gebäude mit hohen Kosten häufiger auch höhere Effizienzstandards besitzen. Andererseits sind beide KfW Standards auch in dem Bereich mit den geringsten Kosten vertreten. Bei Betrachtung der mittleren spezifischen Investitionskosten ist zu sehen, dass die Abweichungen der Kosten relativ gering sind.

Die mittleren spezifischen Investitionskosten für die drei Effizienzstandards stellen sich wie folgt dar:

- EnEV 2.200 €/m<sup>2</sup> (BGF)
- KfW55 2.247 €/m<sup>2</sup> (BGF)
- KfW40 2.284 €/m<sup>2</sup> (BGF)

Die Abweichung von EnEV zu KfW40 beträgt weniger als 4%. Bei der Auswertung wurde die Förderung der KfW für die beiden Effizienzstandards KfW55 und KfW40 berücksichtigt.

Ausschlaggebend für die Höhe der Investitionskosten ist also nicht der Effizienzstandard alleine, sondern eher die Kombination aus Hüllflächenqualität und Versorgungstechnik. Eine pauschale Antwort, welcher Effizienzstandard in wirtschaftlicher Hinsicht am besten ist, besteht nicht. Die Kostenunterschiede sind gering und bei weiterer Betrachtung kommt hinzu, dass die höheren Energieeffizienzstandards niedrigere Energiekosten mit sich bringen. Bei gesamtheitlicher Betrachtung über die Nutzungsdauer werden die Kostenunterschiede also weiter schwinden.

Aus rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten kann also keiner Variante ein zwingender Vorzug gegeben werden. Trotzdem wird die Vorgabe eines Mindesteffizienzstandards empfohlen. Zukunftsweisend sollte der Effizienzstandard der Gebäude mindestens KfW55 besitzen. Der Baukostenvergleich zeigt, dass dieser Standard in vielen Variationen mit vergleichbaren Kosten, wie der Standard nach EnEV 2016, erreicht werden kann. Zusätzlich sorgt der potenziell geringere Energiebedarf für geringere Kosten im Bereich der Anlagentechnik und es kann ein höherer Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Weiterhin lässt diese Wahl die Möglichkeit für die Käufer offen, auch über diesen Standard hinauszugehen und auf diesem Weg eine höhere Förderung durch die KfW zu beziehen.

## 3 Versorgungstechnik

### 3.1 Versorgungsoptionen

Die folgende Matrix gibt zunächst einen Überblick über mögliche Techniken der Wärmeerzeugung mit den Einsatzbereichen (zentral/dezentral) sowie ihren Vor- und Nachteilen.

Wärme- erzeugung durch	Einsatz- bereich	Vorteile	Nachteile
Holzhack- schnittzel	zentrale Versorgung	niedrige Brennstoffkosten keine Kopplung an den Ölpreis regionale Verfügbarkeit der Brennstoffe niedrige CO <sub>2</sub> Emissionen Grund- und Spitzenlast	aufwändige Anlagentechnik hoher Betriebsaufwand hoher Platzbedarf für Kessel und Brennstofflager hohes Transportaufkommen
Holzpellet	zentrale und dezentrale Versorgung	mäßige Brennstoffkosten keine Kopplung an den Ölpreis (über-)regionale Verfügbarkeit hoher Automatisierungsgrad geringerer Betriebsaufwand mäßiger Platzbedarf geringe CO <sub>2</sub> Emissionen Grund- und Spitzenlast	aufwändige Anlagentechnik mäßiger Platzbedarf für Kessel und Brennstofflager mittleres Transportaufkommen
KWK mit fossilem Erdgas	zentrale Versorgung	mäßige Brennstoffkosten hohe Effizienz niedrige CO <sub>2</sub> -Emissionen bei einer Stromgutschrift gegen den fossilen BRD-Mix geringer/mittlerer Platzbedarf	Abhängigkeit von Energie- Importen BHKW nur für die Grundlast, Spitzenlast über Gaskessel Wartungsaufwand
KWK mit Bio-Erdgas	zentrale Versorgung	Stromvergütung gem. EEG je nach Leistungsklasse hohe Effizienz geringe CO <sub>2</sub> -Emissionen geringer/mittlerer Platzbedarf	hohe Brennstoffkosten begrenzte Verfügbarkeit von Biomethan mittlere CO <sub>2</sub> -Äquivalenz- Emissionen (Methan, Lachgas fallen bei der Erzeugung an) BHKW nur für die Grundlast, Spitzenlast über Gaskessel Wartungsaufwand
Elektro- Wärme- pumpe  Luft als Wärmequelle	dezentrale Versorgung	geringer Betriebsaufwand mäßiger Platzbedarf geringe CO <sub>2</sub> -Emissionen Grund- und Spitzenlast	Temperaturniveau der Wärmeabgabe <50 °C, besser <40 °C  u.U. Lärmbelästigung der Nachbarschaft

Elektro-Wärmepumpe	dezentrale Versorgung	geringer Betriebsaufwand mäßiger Platzbedarf geringe CO <sub>2</sub> -Emissionen Grund- und Spitzenlast	Temperaturniveau der Wärmeabgabe <50 °C, besser <40 °C
Erdsonden oder Kollektorfeld als Wärmequelle		Effizienz höher als bei Luftwärmepumpen	Bohrung benötigen viel Fläche, bei hoher Bebauungsdichte gegenseitige Beeinträchtigung, oder allmähliche Auskühlung  geologische Eignung nicht immer gegeben
kalte Nahwärme	dezentrale Wärmepumpen je Haus	wie Erdsonden-Wärmepumpe	Temperaturniveau der Wärmeabgabe <50 °C, besser <40 °C
	zentrale Versorgung über ein kaltes Nahwärmenetz	Nahwärmenetz ohne Isolierung keine Netzverluste	geeignete Flächen sind im lokalen Umfeld nicht immer verfügbar
Solarthermie	dezentrale Versorgung	minimale CO <sub>2</sub> -Emissionen gute Kombinierbarkeit mit anderen Energie-Quellen geringer Betriebsaufwand	vorwiegend für Warmwasser nicht für Heizung im Winter
Solarthermie	zentrale Versorgung	minimale CO <sub>2</sub> -Emissionen gute Kombinierbarkeit mit anderen Energie-Quellen geringer Betriebsaufwand	nur als Ergänzung eines Hauptsystems oder mit saisonalem Wärmespeicher
Erdgas	dezentrale Versorgung	geringer Platzbedarf gute Kombinierbarkeit	hohe CO <sub>2</sub> -Emissionen fossiler Energieträger Abhängigkeit von Energie-Importen
Erdgas	zentrale Versorgung	mäßiger Platzbedarf gute Kombinierbarkeit	hohe CO <sub>2</sub> -Emissionen und Netzverluste fossiler Energieträger Abhängigkeit von Energie-Importen

Tabelle 6 Vorauswahlmatrix Versorgungstechniken

### 3.2 Versorgungstechniken für das Neubaugebiet „Kalksbecker Heide“

#### Versorgung über die Maria-Frieden-Schule

Die Maria-Frieden-Schule liegt nah am Neubaugebiet. Für diese Schule ist eine Wärmeversorgung auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) geplant. Im Zusammenhang mit dem Neubaugebiet wird geprüft, ob eine kombinierte Versorgung per Nahwärmeleitung durch die Heizzentrale in der Maria-Frieden-Schule möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist.

Als erstes, noch vor der Prüfung der Dimensionierung der Heizzentrale der Maria-Frieden-Schule, muss eine wirtschaftliche Bewertung der Nahwärmeleitung vorgenommen werden. Die Nahwärmeleitung selbst muss nur zu dem Zweck der Anbindung des Neubaugebiets verlegt werden. Dementsprechend müssen der Aufwand und die Kosten, für die Verlegung der Nahwärmeleitung wirtschaftlich tragbar sein.

Die Wirtschaftlichkeitsprüfung erfolgt typischerweise über Kennwerte. Bei Wärmenetzen wird die Wärmelinienendichte verwendet. Die Wärmelinienendichte gibt an, wie viel Wärme über eine „Linie“, also das Netz, übertragen wird. Je höher die Wärmelinienendichte, desto sinnvoller ist die Anbindung über ein Wärmenetz. Die Einheit für die Angabe der Wärmelinienendichte ist in Megawatt pro Kilometer. Der wirtschaftliche Grenzwert liegt bei 1,5 MW/km<sup>2</sup>. Diese Grenze ist, was die Einheit auch bereits zeigt, für größere Netze angedacht, bei denen auch die Kosten spezifisch geringer sind. Dementsprechend muss der Grenzwert im vorliegenden Fall erhöht werden, um die Aussagekraft nicht zu mindern. Der Grenzwert wurde deswegen auf 2 MW/km erhöht, was 2 Kilowatt pro Meter entspricht. Die zu verlegende Nahwärmeleitung von der Schule zum Neubaugebiet wäre ca. 280 Meter lang. Dementsprechend muss ein Leistungsminimum von 560 kW bestehen, um die Anbindung wirtschaftlich sinnvoll realisieren zu können.

Bei allen drei Effizienzstandards liegt der zentrale Wärmeleistungsbedarf unter diesem Wert.

EnEV 2016: 507 kW / KfW55: 402 kW / KfW40: 267 kW

Selbst bei einem angenommenen Grenzwert von 1,5 kW pro Meter (Insgesamt also 420 kW), würde nur der Effizienzstandard EnEV 2016 eine Leistung bieten, die hoch genug wäre. Die Installation eines Nahwärmenetzes zur Versorgung des Neubaugebiets aus der Maria-Frieden-Schule wäre wirtschaftlich nicht sinnvoll. Deshalb wird, unabhängig von der Planung des BHKWs, davon abgeraten das Neubaugebiet an die Wärmeversorgung der Maria-Frieden-Schule anzubinden.

### Energieträger Holz

Die Versorgung auf Basis von Holz ist im vorliegenden Gebiet eine Option. Allerdings sollte hierfür, bei zentraler Versorgung, ein Standort für die Heizzentrale nahe am Kalksbecker Weg gewählt werden. Auf diese Weise lässt sich der LKW-Verkehr zur Anlieferung des Holzgutes aus dem Neubaugebiet heraushalten.

### Energieträger Gas / Biogas / Solarthermie

Eine Versorgung auf Basis von Gas in Form eines Gasbrennwertkessels in Kombination mit Solarthermie als dezentrale Variante, oder auch in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung, als zentrale Variante, ist gut umsetzbar. Das Gasnetz liegt in direkter Nähe zum Neubaugebiet und die Dächer bieten genug Fläche für Solarthermie. Bei der Nutzung der Dachfläche wird allerdings empfohlen der Photovoltaik den Vorrang zu gewähren. Nichtsdestotrotz wird die Nutzung der Solarthermie im Weiteren berücksichtigt und stellt eine dezentrale Versorgungsvariante dar.

### Energieträger Strom

Die Wärmeversorgung auf Basis von Strom ist ebenfalls, auf Basis der Wärmepumpentechnik, umsetzbar. Die Luft-Wasser-Wärmepumpe würde hierbei als dezentrale Variante genutzt werden, während die Nutzung des Erdreichs als Wärmequelle mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe als zentrale Variante in Betracht kommt. Welche Form (Erdsonden, Kollektorfeld, Grundwasser) geeigneter ist,

<sup>2</sup> Prof. Dr.-Ing Wolff, D. und Dr.-Ing. Jagnow, K.: Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung; Wolfenbüttel/Braunschweig;

wurde mittels des Geothermischen Diensts NRW geprüft. Die Abfrage des geothermischen Potenzials ist nachfolgend dargestellt:

## Erdsonden

### Kalksbecker Heide Coesfeld

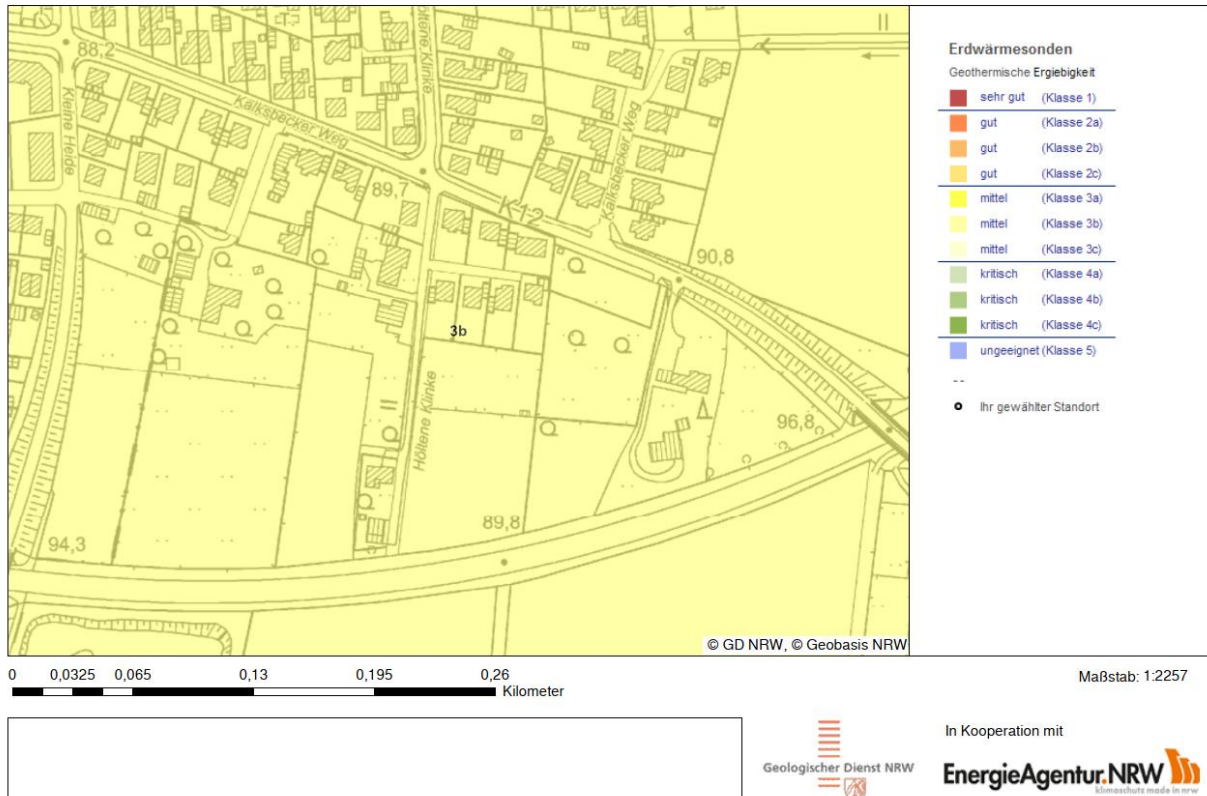


Abbildung 3 Geothermische Ergiebigkeit Erdsonden 100m (Quelle: Geothermischer Dienst NRW)

Die Abfrage für die Nutzung von Erdsonden als Wärmequelle ergab ein mittleres Potenzial. Dieses Potenzial entspricht einer möglichen Entzugsleistung von ca. 40 W/m.

Für die Deckung der drei unterschiedlichen Leistungsbedarfe (je nach Effizienzstandard) sind auch unterschiedliche Anzahlen an Erdsonden notwendig, um die nötige Leistung zu decken. Bei der Ermittlung der Anzahl wurde von Erdsonden mit einer Tiefe von 100 Metern ausgegangen, mit einem Abstand von 10 Metern zueinander.

Die folgenden Anzahlen an Erdsonden sind notwendig:

- EnEV 82 Erdsonden (ca. 7.750 m<sup>2</sup>)
- KfW55 50 Erdsonden (ca. 6.140 m<sup>2</sup>)
- KfW40 33 Erdsonden (ca. 4.080 m<sup>2</sup>)

Die Flächenangaben sind zur Verdeutlichung des Flächenbedarfs angegeben. Diese können allerdings je nach Anordnung der Erdsonden variieren und dienen nur als Richtgrößen. Die Richtgrößen zeigen die Dimensionen des Platzbedarfs an, was ein Problem beim vorliegenden Baugebiet darstellt. Es bestehen keine öffentlichen Grünflächen, die den Flächenbedarf der Erdsonden decken könnten. Wenn die Fläche unter dem angedachten Schallschutzwall sowie die Fläche des Spielplatzes genutzt werden

kann, besteht die Möglichkeit die benötigte Leistung für die Effizienzstandards KfW55 und KfW40 dem Erdboden zu entziehen.

Die einzige weitere bestehende Fläche, wären die privaten Grundstücke. Allerdings wird von der Nutzung privater Grundstücke für zentrale Versorgungsanlagen abgeraten. Für die Nutzung dieser Flächen ist die Zustimmung der Käufer zwingend erforderlich. Dies mindert die Attraktivität des Baugebiets.

Im Zusammenhang mit Erdsonden als Wärmequelle ergibt sich die Möglichkeit der Nutzung eines Low-Ex-Netzes (Netztemperatur ca.  $<45^{\circ}\text{C}$ ), oder eines kalten Nahwärmenetzes (Netztemperatur = Erdoberflächtemperatur (ca.  $10^{\circ}\text{C}$ )).

Bei einem Low-Ex-Netz kommt eine zentrale Wärmepumpe zum Einsatz, welche das Netz versorgt. Bei einem kalten Nahwärmenetz werden dezentrale Wärmepumpen in den Gebäuden eingesetzt und über das Netz per Sole mit den Sonden verbunden.

### Erdkollektor

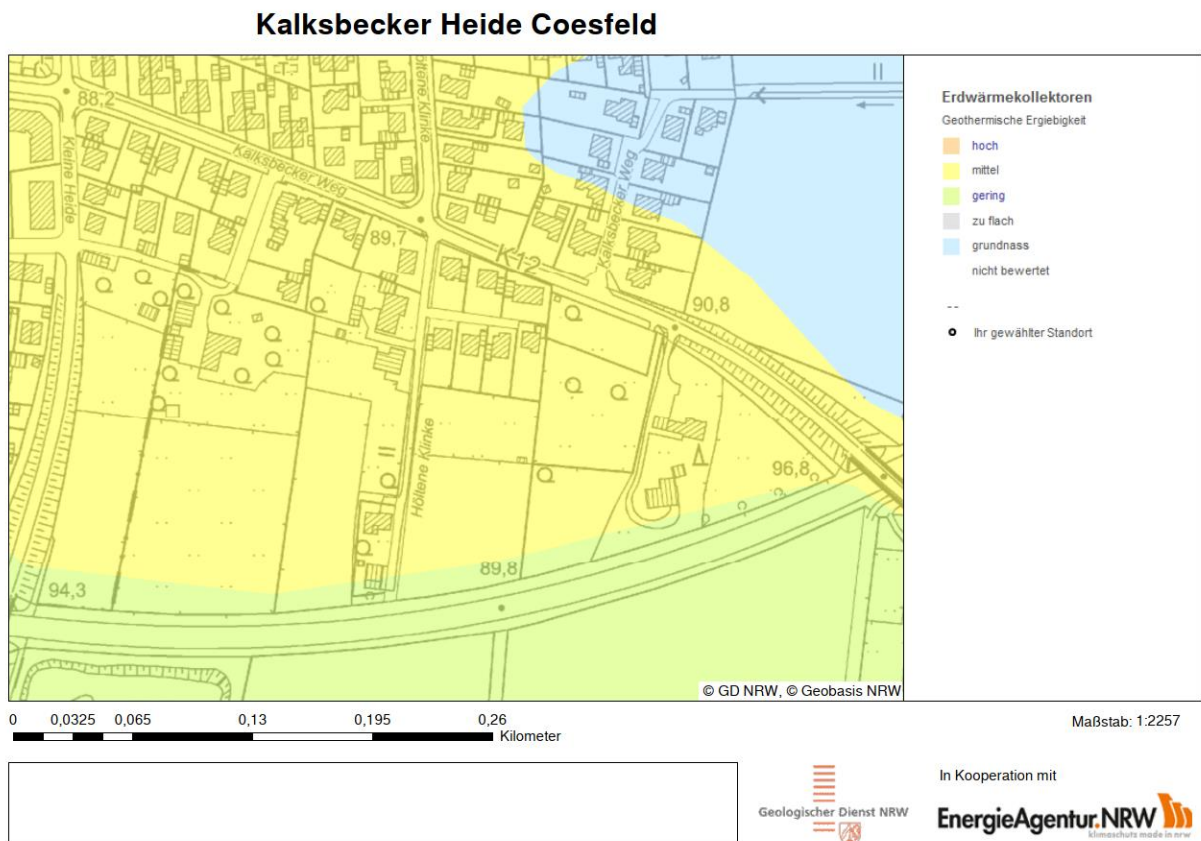


Abbildung 4 Standortcheck Kollektorfeld (Quelle: Geothermischer Dienst NRW)

Die Abfrage in Bezug auf die Nutzung eines Kollektorfelds ergab ebenfalls ein mittleres Potenzial. Problematisch wird auch hier der Flächenbedarf. Der Flächenbedarf eines Erdkollektors ist größer, als der der Erdsonden. Für die jeweiligen Effizienzstandards sind die folgenden Flächen notwendig, um den Leistungsbedarf zu decken:

- EnEV ca. 12.600 m<sup>2</sup>
- KfW55 ca. 7.700 m<sup>2</sup>
- KfW40 ca. 5.500 m<sup>2</sup>

Die Flächenangaben zeigen, dass diese nicht in den verfügbaren öffentlichen Bereichen verlegt werden können. Entsprechend würde die Nutzung eines Erdkollektors als Wärmequelle nur im dezentralen Bereich eine Option darstellen, hier sind die Investitionskosten allerdings spezifisch wesentlich höher als im zentralen Bereich

### Grundwasser

Laut dem geothermischen Dienst NRW bestehen auf dem vorliegenden Gebiet keine Grundwasservorkommen, die genutzt werden können.

## 3.3 solare Potenziale

Für die Neubauten innerhalb des Wohngebiets wurden exemplarisch die solaren Potenziale berechnet. Bei den Gebäuden mit einer Dachausrichtung nach Osten und Westen wurde die gesamte Dachfläche mit PV-Modulen belegt. Bei den Gebäuden mit Nord-Süd-Ausrichtung der Dachflächen wurde nur die Dachfläche in Richtung Süden mit PV-Modulen belegt. Die folgenden PV-Leistungen und Stromerzeugungen sind je Gebäude möglich:

Ausrichtung	Süd	Ost-West	
PV-Generatorleistung	3,6	7,2	kWp
spez. Ertrag	1.009	842	kWh/kWp
Stromerzeugung	3.631	6.062	kWh/a
Eigenverbrauchsanteil	26%	21%	

Tabelle 7 PV-Auslegung

Die Module, die nach Süden ausgerichtet sind, besitzen einen höheren spez. Ertrag. Bei der Ost-West-Ausrichtung ist es hingegen möglich beide Dachflächen zu nutzen und so eine höhere Stromerzeugung zu generieren. Darüber hinaus bietet die Ost-West-Ausrichtung eine bessere Übereinstimmung mit dem Verbrauchsprofil von Haushalten.

In Anbetracht eines durchschnittlichen Stromverbrauchs von angenommenen 3.900 kWh/a und Haushalt, ist bei der Süd-Ausrichtung eine fast vollständige bilanzielle Deckung des Strombedarfs möglich. Bei der Ost-West-Ausrichtung ist sogar eine starke bilanzielle Überdeckung zu verzeichnen. Die reale Deckung des Strombedarfs stellt sich allerdings anders dar. Aufgrund der zeitlichen Differenzen zwischen Strombedarf und –erzeugung kann nur ein geringer Teil des erzeugten PV-Stroms direkt genutzt werden. Bei der Süd-Ausrichtung können so ca. 950 kWh/a direkt eigenverbraucht werden und bei der Ost-West-Ausrichtung sind es ca. 1.250 kWh/a.

Bei Einsatz eines gut dimensionierten Stromspeichers ist es möglich diese Anteile auf ca. 40% (Süd-Ausrichtung = 1.450 kWh/a und Ost-West-Ausrichtung = 2.420 kWh/a) zu erhöhen. Eine weitere Möglichkeit um die Eigenverbrauchsquoten zu steigern ist die Verlagerung von stromintensiven Tätigkeiten (Wasch- und Spülmaschine, Trockner, etc.) in Zeiten, in denen die PV-Anlage Strom erzeugt.

Bei den angegebenen Eigenverbrauchsanteilen des erzeugten Stroms lassen sich ca. 29% des benötigten Strombedarfs des Neubaugebiets durch Photovoltaik decken. Aus bilanzieller Sicht besteht



eine Überdeckung von ca. 30%, da insgesamt ein Strombedarf von etwa 280 MWh/a besteht, die PV-Anlagen allerdings ca. 368 MWh/a Strom erzeugen können. Diese Angabe gilt allerdings nur, wenn die gesamte nutzbare Dachfläche für Photovoltaik verwendet wird.

Die solaren Potenziale liegen in einem Bereich, dass sie Einfluss auf die Dimensionierung des lokalen Stromnetzes nehmen können. Hierbei ist sowohl die potenzielle Minderung des Strombezugs, aber auch die potenzielle Höhe der Einspeisung bei der Dimensionierung zu berücksichtigen. Um die Dimensionierung des lokalen Stromnetzes möglichst genau vorzunehmen, benötigt der örtliche Netzbetreiber allerdings eine gewisse Planungssicherheit, wie viel PV-Leistung zu berücksichtigen ist. Weiterhin kann über die Thematik eines zentralen Stromspeichers oder über die Vernetzung mehrerer Heimspeicher in Form eines virtuellen Quartiersspeichers nachgedacht werden. Ein weiterer positiver Effekt besteht bei der Betrachtung der zukünftigen Mobilität. Die Elektromobilität rückt immer weiter in den Fokus und gerade die Kombination mit der eigenen PV-Anlage bietet attraktive Vorteile. Zum einen kann das E-Auto günstig zu Hause geladen werden, zum anderen kann der Eigenverbrauchsanteil des erzeugten Stroms gesteigert und somit eine höhere Menge des PV-Stroms direkt vor Ort genutzt werden. Dies entlastet die lokalen Stromnetze aufgrund der geringeren fluktuierenden Einspeisung und der Minderung des Strombezugs aus dem öffentlichen Netz.

Die gegebenen Potenziale und die zukünftigen Entwicklungen weisen darauf hin, dass eine Empfehlung zu Installation einer PV-Anlage vorgenommen werden sollte. Eine weitergehende Möglichkeit besteht in der Formulierung einer zwingenden Installation einer PV-Anlage. Auf diese Weise werden die solaren Potenziale genutzt und die Planungssicherheit für den Netzbetreiber wird erhöht.

### 3.4 qualitative Bewertung der Versorgungsvarianten

Für eine erste Auswertung werden die möglichen Versorgungsoptionen auf qualitativer Basis miteinander verglichen. Hierzu werden jeder Variante Punkte in den Bereichen Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit und Bedienung zugeordnet. Die Punkte im Bereich Klimaschutz basieren auf den spezifischen CO<sub>2</sub>-Äquivalenzemissionen der jeweiligen Varianten. Die Punkteverteilung zur Wirtschaftlichkeit basiert auf den berechneten Wärmepreisen durchgeführter vergleichbarer Projekte. Die Punkte zur Bedienbarkeit orientieren sich an den Angaben der VDI2067 zur Bedienung der jeweiligen Wärmeerzeuger. Die Verteilung der Punkte sieht wie folgt aus:

		Klimaschutz CO <sub>2</sub> e [kg/m <sup>2</sup> *a]	Klimaschutz Punkte (0 bis 10)	Wirtschaftlichkeit Punkte (0 bis 10)	Bedienung Punkte (0 bis 10)	gesamt Punkte (0 bis 10)
<b>dezentrale Systeme</b>						
Erdgas	+Sth	13	2	8	9	6
Luft-Wp		11	3	7	10	6
Luft-Wp	+PV	7	5	7	10	7
Erd-Wp	Kollektor	9	4	3	9	5
Holz-Pellets		3	8	6	4	6
<b>zentrale Systeme</b>						
BHKW		7	6	8	4	6
Holzpellet		3	8	7	7	7
Erd-WP	kalte NW	12	2	1	9	4
Erd-WP	low-Ex	11	3	4	9	5

Tabelle 8 Vergleichsmatrix mit qualitativen Bewertungskriterien

Die Versorgungsvarianten mit den meisten gesamten Punkten sind die folgenden:

- Referenzvariante 1: Erdgas + Solarthermie (dezentral) (Referenzvariante)
- Referenzvariante 2: Luft-Wärmepumpe (dezentral) (Referenzvariante)
- Variante 3: Luft-Wärmepumpe + PV (dezentral)
- Variante 4: Holz-Pellets (dezentral)
- Variante 5: Erdgas + BHKW (zentral)
- Variante 6: Holzpellet (zentral)

Aufgrund der Verteilung in den einzelnen Bereichen wird empfohlen, die beiden Referenzvarianten sowie die beiden zentralen Varianten in den nächsten Phasen im Detail zu untersuchen.

### Fazit Phase 1

Für das vorliegende Baugebiet wurden die Energiebedarfe der einzelnen Energieeffizienzstandards der Gebäude berechnet. Wie zu erwarten sinken die Energiebedarfe mit steigendem Effizienzstandard. Da nur auf Basis der energetischen Seiten keine Empfehlung ausgesprochen werden kann, wurde eine wirtschaftliche Auswertung für die Effizienzstandards vorgenommen. Als Ergebnis wurde die Empfehlung ausgesprochen, für die zu bauenden Gebäude im Neubaugebiet den Effizienzstandard KfW55 als Minimum festzulegen.

Im Weiteren wurden die jeweiligen Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien berechnet. Die Nutzung der Geothermie ist nur eingeschränkt möglich. Dennoch kann sie in den qualitativen Vergleich der Versorgungsvarianten mit einbezogen werden. Des Weiteren bestehen gute solare Potenziale, die ausgeschöpft werden sollten.

Der qualitative Vergleich der Versorgungsvarianten hat ergeben, dass insgesamt 6 Varianten für die Betrachtung in den weiteren Phasen geeignet sind. Unsere Empfehlung ist es die beiden Referenzvarianten sowie die beiden zentralen Varianten im Detail zu betrachten.